

Construcción de un Modelo de Educación Ambiental
que promueva la sensibilización ciudadana frente a la
Conservación de la Biodiversidad en cuatro municipios
del departamento de Santander, Colombia

Oscar Orlando Porras Atencia

20
22



UNIPAZ[®]
Instituto Universitario de la Paz



**Multiversidad Mundo Real Edgar Morín, AC.
Doctorado en Pensamiento Complejo**

**CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL QUE
PROMUEVA LA SENSIBILIZACIÓN CIUDADANA FRENTE A LA
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN CUATRO MUNICIPIOS DEL
DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA**

**Por Autor:
Oscar Orlando Porras Atencia**

**Tutor:
PhD. Israel Sandre Osorio**

México, 2022

“Desde los años 70, hemos descubierto que los desechos, emanaciones exhalaciones de nuestro desarrollo técnico-industrial urbano degradan nuestra biósfera, y amenazan con envenenar irremediablemente el medio viviente del cual hacemos parte: la dominación desenfrenada de la naturaleza por la técnica conduce la humanidad al suicidio (...)

Si es cierto que el género humano cuya dialógica, cerebro ↔ mente no es cerrada, posee los recursos inagotados para crear, entonces podemos avizorar para el tercer milenio la posibilidad de una nueva creación: la de una ciudadanía terrestre, para la cual el siglo XX ha aportado los gérmenes y embriones. Y la educación, que es a la vez transmisión de lo viejo y apertura de la mente para acoger lo nuevo, está en el corazón de esta nueva misión.” (Morín, Los siete saberes necesarios para la educación del futuro, 1999).

ISBN en línea 978-958-5542-85-3
Fechas de publicación: 30 de julio de 2024
Editor Instituto Universitario de la Paz - UNIPAZ

Los trabajos firmados son de responsabilidad de cada autor.
Prohibida la reproducción total o parcial de esta revista, por cualquier medio, sin permiso expreso de la editorial.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es el cumplimiento de un reto, fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos, donde la motivación, la paciencia, la perseverancia hicieron posible que lo planeado fuera una realidad. Producto, también, del respaldo vital de muchas personas que han hecho posible este importante proceso de construcción de ciudadanía; quienes me han concedido su apoyo moral, fuerza, energía y aportes académicos, durante todo el tiempo que he dedicado a este estudio, han estado presentes en esta etapa, pese a que no se reportan sus nombres en este reducido espacio.

Al PhD. Israel Sandre Osorio, docente de la Multiversidad Mundo Real Edgar Morín, AC y tutor de la Tesis, quien me brindó sus enseñanzas, experiencia y asesoramiento en el proceso de construcción colectiva, destacando el respeto a las ideas, la confianza, la dirección, el tiempo y el rigor durante el proceso inicial, elaboración y conclusión de la investigación.

A los docentes evaluadores de este importante trabajo y a todo el equipo asesor que con sus aportes robustecieron este documento, producto del trabajo en equipo muchas gracias.

A todos, muchas gracias.

DEDICATORIA

A la divinidad, por iluminar mi camino en este enriquecedor proceso de aprendizaje.

A mi madre, por ser el bastón que guía mi vida y que desde el cielo cuida mi existencia.

A mi familia, por su infinito cariño, paciencia, bendiciones y apoyo incondicional.

A todas esas personas especiales que saben que hacen parte de mi vida y apoyan mis ideas y las hacen realidad junto a mí.

SÍNTESIS

La compleja problemática ambiental de Colombia, originada por la ausencia de gobernanza y el desperdicio de las potencialidades socioambientales de los territorios, ha evidenciado reiteradamente la limitada participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones frente al manejo sostenible del ambiente; hecho que exhorta la intervención de las comunidades en la concertación de esfuerzos para activar acciones destinadas a proteger, conservar y preservar los múltiples beneficios brindados por la naturaleza, y con ello, favorecer la sostenibilidad ambiental. El objetivo principal remite al diseño de un modelo educativo ambiental, fundamentado en la promoción de la sensibilización ciudadana y la conservación de la biodiversidad en cuatro municipios del Departamento de Santander. A tal fin, se analizaron modelos pedagógicos y teorías sobre educación ambiental e integración del pensamiento complejo en procesos de sensibilización y formación de competencias ciudadanas. El diagnóstico ambiental fue estimado mediante el indicador huella ecológica y el método aplicado investigación-acción-participativa (IAP). El análisis estructural (MICMAC) identificó las relaciones de incidencia entre las variables del modelo, la formulación de estrategias y las recomendaciones para su implementación y sostenibilidad en el tiempo. Los resultados concluyeron que no existe un modelo educativo definitivo de relaciones causa-efecto, por lo que resulta indispensable considerar los diversos contextos comunitarios para fomentar la articulación institucional y la participación de los actores sociales en los procesos de gestión para la sostenibilidad del territorio. El modelo de educación ambiental diseñado procura ser flexible, dinámico e integral; además, busca articular factores interinstitucionales y ciudadanos como elementos clave en el engranaje $\text{productividad} + \text{conservación} + \text{cultura} = \text{Desarrollo Sostenible}$.

Palabras clave: modelo educativo, educación ambiental, redes para la sostenibilidad, desarrollo sostenible y sustentable, educación, complejidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	5
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL	23
1.1 Planteamiento del problema	23
1.2 Objetivos	31
1.2.1 Objetivo General	31
1.2.2 Objetivos Específicos	31
1.3 Hipótesis	32
1.4 Justificación	32
CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE	36
2.1 Hacia la construcción de un modelo de educación ambiental	36
2.2 El ambiente como sistema complejo	40
2.3 Crisis ecológica	42
2.4 Hacia la construcción de un modelo de redes sociales que promuevan la sostenibilidad ambiental	46
2.5 Los modelos de educación ambiental	49
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	52
3.1 Consideraciones generales sobre educación ambiental	
3.2 Aproximación a las concepciones teóricas de ambiente, entorno y d sostenible	
3.3 Educación como estrategia de aproximación para entender la complejidad de la crisis ecológica y el ambiente	60

3.4 El desarrollo sostenible y sustentable	62
3.5 La huella ecológica como un instrumento de educación ambiental	64
3.6 La necesidad de conformar comunidades sostenibles	68
3.7 Herramientas estructurantes de la educación ambiental	70
3.8 Los principios de la ecosofía andina como bases conceptuales del modelo de educación ambiental	74
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	77
4.1 Ubicación	77
4.2 Enfoque metodológico	78
4.3 Unidad de análisis	79
4.4 Fuentes de información	79
4.5 Metodología	80
CAPÍTULO V. ELEMENTOS QUE CONFIGURAN EL MODELO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	100
5.1 Diagnóstico ambiental y de la aproximación del indicador de huella ecológica como ejes para la definición del enfoque contextual del modelo de educación ambiental	102
5.1.1 Caracterización Municipio de Barrancabermeja	103
5.1.2 Caracterización Municipio de Málaga	108
5.1.3 Caracterización Municipio de San Vicente de Chucurí	113
5.1.4 Caracterización del Municipio de Socorro	119
5.2 Herramienta para la estimación del indicador huella ecológica.	123
5.2.1 Estimación huella ecológica Municipio de Socorro	125
5.2.2 Estimación huella ecológica Municipio de Málaga	130
5.2.3 Estimación huella ecológica Municipio de San Vicente de Chucurí	135
5.2.4 Estimación huella ecológica Distrito Especial de Barrancabermeja	138
5.3 Implementar estrategias de formación ciudadana para la sensibilización ambiental	146
5.3.1 Formación ambiental	152

5.3.2 Curso presencial formación semilla dirigido a población de 8 a 12 años	154
5.3.3 Cursos Virtuales	155
5.4 Redes para la sostenibilidad. Enfoque proyectivo “Red Colegios Sostenibles”	156
5.5 Bases estructurantes del Modelo de Educación Ambiental	163
5.5.1 Visión sistémica y sostenibilidad del modelo	166
5.5.2 Pedagogía en el Modelo de Educación Ambiental	169
5.5.3 Visión socioecológica del modelo en el Marco de la Sostenibilidad	170
5.5.4 Componentes generales del modelo	178
5.5.5 Estructura general del Modelo	185
CONCLUSIONES	190
RECOMENDACIONES	197
LIMITACIONES METODOLÓGICAS	199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	203
BIBLIOGRAFÍA DEL AUTOR	213
ANEXOS	216

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Crisis Ambiental.	30
Figura 2. <i>Ubicación del proyecto.</i>	78
Figura 3. Metodología General.	80
Figura 4. Metodología caracterización socioambiental	83
Figura 5. Hallazgos que configuran la construcción del modelo de educación ambiental.	101
Figura 6. Relación de la Educación Ambiental con el Índice de Huella Ecológica.	143
Figura 7. Diagnóstico ambiental participativo.	145
Figura 8. Enfoques de diseño del Modelo de Educación Ambiental.	165
Figura 9. Línea de acción Modelo de Educación Ambiental.	176
Figura 10. Resultados análisis estructural - Matriz MICMAC.	182
Figura 11. Modelo de educación ambiental.	187
Figura 12. Etapas de implementación Modelo de Educación Ambiental.	189

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Componentes de la Educación Ambiental.	56
Tabla 2. Elementos evaluados para la construcción de la caracterización socioambiental.	82
Tabla 3. Protocolo de búsqueda de información	85
Tabla 4. <i>Herramientas para Organizar la Recopilación Documental.</i>	86
Tabla 5. Pasos para el cálculo de la huella ecológica	88
Tabla 6. Estructura general del diplomado.	94
Tabla 7. Objetivos específicos de cada módulo de formación.	95
Tabla 8. Descripción de la población participante del diplomado.	96
Tabla 9. Instituciones educativas.	97
Tabla 10. Variables evaluadas en el instrumento huella ecológica.	124
Tabla 11. Valor estimado del indicador huella ecológica en el Municipio de Socorro.	130
Tabla 12. Valor estimado del indicador huella ecológica para el Municipio de Socorro.	134
Tabla 13. Valor estimado del indicador huella ecológica para el Municipio de San Vicente de Chucurí.	137
Tabla 14. <i>Valor estimado del indicador huella ecológica en el Municipio de Barrancabermeja.</i>	141
Tabla 15. Descripción Diplomado “Gestión para la Sostenibilidad”, Procesos de Formación Ciudadana.	152
Tabla 16. Instituciones educativas pertenecientes a la Red de Colegios Sostenibles Convenio Interadministrativo N° 1360 de 2017.	159
Tabla 17. Líneas de acción Modelo de Educación Ambiental.	162
Tabla 18. Componentes generales Modelo de Educación Ambiental.	179
Tabla 19	179
Tabla 20. Definición de variables del Modelo de Educación Ambiental.	180
Tabla 21. Ciclo PHVA Modelo de Educación Ambiental.	188

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población y de la economía mundial, la intensificación de ritmos de vida, el modelo de desarrollo capitalista, la organización social actual y el desconocimiento de los saberes ancestrales sobre el funcionamiento natural de la madre Tierra, han convergido en la fragmentación de las relaciones hombre-ambiente y del ser humano con su misma especie (Francisco, 2015).

Hoy, la humanidad se enfrenta a una crisis civilizatoria (medio físico, espiritual, cultural, social, económico y político), desencadenada en un momento clave, en una época en donde la sociedad experimenta una decadencia de valores. Siglos y siglos de uso y abuso de los beneficios que brinda la naturaleza, décadas de anteponer los intereses del desarrollismo económico y tecnológico han conllevado a la cosificación del sujeto y del ambiente, y con ello, a la pérdida del sentido por la vida y a los devastadores impactos que describen la compleja problemática ambiental que afecta el planeta.

La fragmentación de las relaciones hombre-ambiente y del ser humano con su misma especie, muestra sus rostros o los síntomas de este cáncer que consume el orden mundial, evidenciados en guerras desatadas por poder económico y social, traducible en aumento de reservas minero-energéticas de las principales potencias mundiales, pérdida de soberanía alimentaria y consecuentes hambrunas, desmantelamiento de los sistemas de producción en países subdesarrollados y sus modos de vida rurales, contaminación y conflictos por uso de suelos, aceleración cambio climático, contaminación del agua, acceso a servicios inadecuados de agua, saneamiento e higiene, detrimento calidad del aire, degradación de ecosistemas estratégicos, aumento en índices de mortalidad y morbilidad en poblaciones vulnerables, entre otros efectos. Esta visión antropocéntrica ocasionó que los sistemas políticos y económicos, en busca de desarrollo, de un incremento en el

capital, otorgaran un mayor valor al mundo material, a la cosificación del ambiente.

Entender los diferentes problemas ambientales requiere la percepción del mundo, no como una colección de objetos aislados, sino como una red de fenómenos fundamentalmente interconectados e interdependientes (Capra, 2009). Resulta imposible exponer las causas y los efectos de esta crisis, estudiando solo el componente natural o ecológico, separando al individuo o a la sociedad y a las dinámicas que se establecen día a día entre el hombre y el ambiente.

Un ejemplo claro es la depredación de la biodiversidad en los países denominados “del tercer mundo” o “en desarrollo”, cuyos gobiernos han cedido el futuro de sus generaciones al permitir la sobreexplotación del medio natural por parte de las grandes potencias mundiales, aumentando así los niveles de pobreza y los márgenes de desigualdad, a cambio de amortizaciones en la deuda externa.

Muchas actividades nocivas, ejecutadas por empresas trasnacionales, como la contaminación de las fuentes hídricas por el uso inadecuado del suelo o el vertimiento de residuos sin un tratamiento idóneo que mejore su calidad, testifican la supremacía adjudicada a los beneficios económicos sobre la preservación del ambiente, lo cual origina, entre otros efectos, la extinción de especies de fauna y flora, hasta ser insostenible el crecimiento de la población. Los intereses financieros afectan, sin duda, el equilibrio natural de los ecosistemas y evidencian el impacto negativo sobre la equidad social.

Y es que los problemas ambientales son problemas sistémicos, lo que significa que están interconectados en una vasta y complicada red de relaciones que refuerza su interdependencia (Capra, 2009).

La perspectiva sistémica plantea que las únicas soluciones viables, para resolver la crisis ambiental global, deben ser aquellas que contribuyan a promover la creación de comunidades sostenibles, es decir, entornos sociales y culturales en

los que el hombre pueda encontrar un punto de equilibrio en donde sea posible el desarrollo económico, social y cultural, sin comprometer la misma “posibilidad” para las generaciones venideras. Esta consideración resalta la necesidad de que las comunidades intervengan en la identificación y construcción de esfuerzos para optimizar la conservación y preservación del medio ambiente, y de esta manera, consolidar la sostenibilidad ambiental (Carrasco, 2005).

En este contexto, la perspectiva sistémica concibe la educación como una herramienta clave en la formación integral de los miembros de las comunidades sostenibles. La etimología de la palabra “educar” proviene de la raíz latina *ducere* (educare-educere), que significa “guiar o conducir fuera de”, “extraer desde adentro hacia afuera”, es decir, orientar la progresión de las potencialidades del sujeto basado en la capacidad de desarrollarse. La Real Academia Española (RAE) asocia la palabra educar a vocablos como dirigir, encaminar, doctrinar; también, a denotaciones como desarrollar o perfeccionar las facultades intelectuales y morales del niño o del joven por medio de preceptos, ejercicios, ejemplos; asimismo, define la educación como la acción y efecto de educar; crianza, enseñanza y doctrina que se da a los niños y a los jóvenes.

Estos términos, aunque son precisos no reportan la complejidad del proceso sociocultural de la educación (Avendaño, 2011), debido a la diversidad de aspectos que conforman el fenómeno educativo (Luengo, 2004) o el propósito principal que diferentes autores le han atribuido. Por ejemplo, desde la perspectiva de Freire, el fin primordial de la educación es la modificación de la conducta de la totalidad de sus participantes, tanto de docentes (educadores) como de los educandos (discentes) por cuanto “quién enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender” (Freire, 1998, p. 25).

En este mismo orden de ideas, la educación puede ser comprendida como la fuente de todo conocimiento, así, a través de ella, es posible canalizar la formación integral del ser dentro del proceso continuo de construcción de humanidad

(Wenstein et al. 2006). Igualmente, Bonilla y Vera (2011) aseveran que, por medio de la educación, el hombre puede alcanzar un alto grado de bienestar, ser capaz de vivir en armonía, en sana convivencia con su medio social, y recuperar las relaciones con su medio natural.

Puede inferirse, entonces, que la educación es un proceso en el que se reproducen las formas, costumbres, conocimientos, normas, conductas y paradigmas de una determinada sociedad, en un tiempo histórico específico (Durkheim, 1976). De modo que este proceso sociocultural destaca la formación integral de la personalidad, a partir del despliegue de iniciativas que el hombre adopta para modificar el medio ambiente natural y transformar la sociedad, mediante la satisfacción de necesidades individuales y colectivas, así como sus valores (Andreu y Hernández, 1999).

Afirma González (1999) que este proceso está representado por tecnología, organización de los procesos de producción y reproducción, elementos cognoscitivos y simbólicos, al igual que objetos materiales. Forero, por su parte, explica que es:

Necesario potenciar el desarrollo sociocultural de los grupos y las comunidades; responder a las necesidades relacionadas en el marco político, la normatividad sobre la educación, la escuela y su funcionamiento, así como las disciplinas específicas que le son propias en una sociedad (Forero, 2001, como se citó en Avendaño, 2012, p.111).

Por otra parte, la revisión del contexto histórico registra que la educación, también, ha jugado un papel relevante en el ejercicio del poder (Thompson, 1998; Foucault, 1994), a través del impuesto modelo tradicional, establecido un par de siglos atrás por la sociedad moderna con el fin de formar sujetos con habilidades memorísticas y sumisas. Foucault enuncia que el hombre, con relación a la educación, “existe en y a través de un sistema político (en donde) el poder político proporciona cierto espacio al individuo: un espacio dónde comportarse, dónde adoptar una postura particular, sentarse de una determinada forma y trabajar

continuamente” (Foucault, 1994, como se citó en Avendaño, 2012, p.111).

Se deduce, así, que la educación desempeña un papel transformador, ajustada a cada una de las características de las sociedades; por tanto, su finalidad responde a las demandas que se plantean en torno a los sujetos de aprendizaje (Vásquez, 2006).

En los tiempos actuales, conviene analizar un aspecto esencial de cualquier práctica educativa que se intente activar, tanto en el ámbito formal como en el ámbito no formal de la educación. Este artefacto intelectual pretende articular el sentido y la función de tres elementos centrales de la educación (finalidad educativa, educador y educando), denominado modelo o enfoque educativo, el cual ha evolucionado a lo largo de los últimos decenios, perceptible en el establecimiento de diferentes metodologías, procedimientos, recursos y funciones de las tres variables aludidas (Egea, 2012).

Sin embargo, a pesar de las transformaciones profundas existentes en las últimas décadas, en todas las esferas (social, cultural, política, económica y tecnológica), y de la evolución de los modelos y teorías para resolver los problemas de la educación, respecto al entorno de aprendizaje, la educación y la pedagogía han quedado rezagadas y ancladas a los viejos modelos, como si el mundo no se hubiese transformado (Avendaño, 2013).

Esta aseveración antagoniza con el carácter renovador de la educación y su rol como agente de cambio social (Niebeles, 2005), así como la situación ambiental actual que enfrenta el planeta (Bergoglio, 2015), pues la educación asume la obligación de transitar nuevas rutas y generar nuevos compromisos (UNESCO-PNUMA, 1977), en relación con dos retos ineludibles: por un lado, el desafío ecológico, cuyas implicaciones incluyen la formación y capacitación, no sólo de jóvenes y niños, sino también de gestores, planificadores y personas habilitadas para tomar las decisiones, a través de la orientación de valores y comportamientos

que apunten hacia la búsqueda de una relación armónica con la naturaleza; y por otro, el desafío social, inserto en un mundo donde la riqueza está muy injustamente repartida, por lo cual se exige una transformación radical de las estructuras de interacción con el medio natural. Ambas cuestiones constituyen verdaderos ejes referenciales al discernir sobre desarrollo sostenible y desarrollo sustentable (Novo, 2009).

Por consiguiente, la educación debe adoptar el papel fundamental que le corresponde frente a los retos que demandan los problemas ambientales, originados por causas sociales. Así, las prácticas educativas deben estar relacionadas con la realidad de los territorios; igualmente, la educación debe formar a la población en prácticas culturales, centradas en el cuidado del entorno, en tanto se encuentran enmarcadas e influenciadas por el:

Conjunto de las creencias, actitudes, normas y valores que tiene como objeto de atención el medio ambiente en su conjunto o aspectos particulares del mismo, tales como el detrimento de los ecosistemas, la disminución de especies, la degradación de espacios naturales o la percepción e impacto de las actividades humanas (Corraliza, 2001, p.4)

Las reflexiones expuestas acrecientan la necesidad de pensar la educación en términos ambientales, sostenida en la transformación cultural, ya que la escuela, en cuanto sistema social y democrático, debe educar a los individuos y las colectividades para que entiendan la naturaleza compleja del ambiente, resultante de la interacción de sus aspectos biológico, físico, químico, social, económico y cultural; y construyan valores y actitudes positivas para impulsar el mejoramiento de la interacción hombre-sociedad-naturaleza, mediante el uso adecuado de los dones y beneficios que ofrece el medio natural y el desarrollo de competencias básicas, dirigidas a resolver situaciones problemáticas, emanadas del desequilibrio manifiesto en estas interacciones (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1998).

Numerosos son los esfuerzos que surgen en la creación de corrientes y modelos alusivos al campo de la educación ambiental. Todos fluyen de una preocupación común por el medio ambiente y el reconocimiento del papel central de la educación dentro de esta temática; sin embargo, a nivel mundial han discurrido diferentes discursos sobre educación ambiental y se han propuesto diversas maneras de concebir y de realizar las prácticas de la acción educativa en este campo. Cada corriente presenta características particulares; no obstante, la identificación de zonas de convergencia revela que muchas de las teorías o modelos de educación ambiental poseen rasgos de dos o tres corrientes (Sauvé, 2005).

En este sentido, vale acotar que la presente investigación define la educación como instrumento idóneo para que el ser humano reconozca la necesidad de ampliar su conocimiento sobre las características y potencialidades de su territorio; determine el impacto positivo y negativo de las diferentes actividades económicas, sociales y culturales; y reduzca brechas o heridas profundas en la identidad de las comunidades, que retrasan la consecución de los objetivos propuestos y dificultan la unificación de esfuerzos por alcanzar el desarrollo sostenible y sustentable de las poblaciones.

Es la educación el eje integrador apto, encargado de promover y difundir las estrategias clave para que los actores sociales se sensibilicen frente a las problemáticas sociales y ambientales, se apropien del conocimiento, participen en la toma de decisiones y se dispongan a asumir los retos que se derivan de la crisis ambiental que enfrenta el planeta, específicamente, el país.

El paradigma de la complejidad marca una nueva forma de interpretar realidades como la reseñada, y constituye, por ende, un cambio en la manera de percibir la dinámica de los sistemas ambientales, lo cual representa, también, una renovación en la forma de entender los desequilibrios que surgen de la interacción entre los componentes socio-naturales que forman parte de estos sistemas, así como la búsqueda de soluciones para enfrentarlos (Arana, 2005).

Bajo esta óptica, esta investigación conduce la problemática ambiental de Colombia, un país reconocido a nivel mundial por su relevancia ecosistémica, pues el territorio es prolífico en fuentes hídricas (cuenta con costas en dos océanos, Atlántico y Pacífico), presenta cuatro vertientes hidrográficas principales (la del Caribe, la del Pacífico, la del Orinoco y la del Amazonas); sus ríos tienen una longitud mayor a 10.158 km, además, goza de aproximadamente 1.800 lagunas, lagos y ciénagas (Invemar, 2017). Por otra parte, en Colombia, se reconocen todos los pisos altitudinales que existen en el planeta (Ojeda & Col, 2001), rasgo que permite la posesión de variedad de climas y diferentes zonas de vida que van desde Matorral Desértico Tropical (Tierra caliente muy árida) hasta Tundra Pluvial Alpina (Súper páramo).

Este patrimonio hidrográfico, las alturas y temperaturas de su territorio, origina la biodiversidad de la biota del país. Según las proyecciones reportadas por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2017), en Colombia habitan aproximadamente 492 especies de mamíferos, 1.921 especies de aves, 20.647 especies de invertebrados (entre las que se incluyen 3.274 especies de mariposas y 398 especies de abejas), 2.000 especies de peces marinos, 1.435 especies de peces dulce acuícolas, 22.885 especies de plantas y 4.270 especies de orquídeas.

Sin embargo, a pesar de ser un país privilegiado por su patrimonio ambiental, actualmente, todo el territorio colombiano enfrenta un deterioro en sus ecosistemas, cuyos efectos observables (contaminación de las fuentes superficiales de agua, alertas por la baja calidad del aire en ciudades principales, aumento en la intensidad y duración de fenómenos como el Niño y la Niña, pérdida de la flora y la fauna, deforestación y degradación de los suelos, entre otros) se derivan, principalmente, por el desarrollo de la economía nacional, sustentado en la producción agrícola e industrial, dado que el propósito de elevar los índices de crecimiento económico no contempla los impactos o pasivos ambientales.

El crecimiento de la población aumenta los niveles de consumo, y, por ende, acelera los ritmos de una producción industrial, sostenida en actividades y procesos económicos ajenos, en numerosas ocasiones, a la implementación de estrategias más limpias o el establecimiento de negocios verdes que controlen la generación de residuos para reducir, significativamente, los impactos ambientales perjudiciales sobre los cuerpos hídricos, la biota, el aire y el suelo. A lo cual hay que añadir el conflicto armado que por décadas ha lesionado gravemente a la población y al medio ambiente en Colombia.

Resulta urgente, entonces, la adopción de un modelo educativo que integre en sus pilares la dimensión ambiental y la formación de competencias ciudadanas que contribuyan a responder eficientemente a estas dificultades que hoy enfrentan las comunidades.

En el marco de esta problemática se localiza el Departamento de Santander, ubicado en el oriente del país; privilegiado por poseer bellos y valiosos ecosistemas estratégicos, como son los páramos de Santurbán y el Almorzadero, típicos de las altas montañas de la cordillera de Los Andes, encargados de regular el ciclo del agua en la naturaleza. Su presencia se advierte en espacios pertenecientes a Colombia, Ecuador, Venezuela y Costa Rica (Greenpeace Colombia, 2009). Asimismo, el departamento es cruzado por importantes cuerpos hídricos como el río Magdalena y su complejo de humedales. Sin embargo, estas maravillosas fuentes de vida hoy están amenazadas por las diversas actividades que desarrollan las comunidades. Los cambios en el uso del territorio han resultado en la deposición y pérdida de los ecosistemas naturales, así como de los sistemas productivos que mantienen los elementos y procesos de la biodiversidad.

La situación actual de los ecosistemas de Colombia, centro de interés de la indagación, en especial los situados en el Departamento de Santander, demanda el despliegue de acciones claras, pertinentes a los contextos locales e incorporadas en metas alcanzables que acrecienten el mejoramiento de la calidad ambiental. Diferentes autores coinciden en señalar que los problemas ambientales tienen su

origen y evolución en la crisis experimentada en la relación establecida entre hombre-naturaleza (Bergoglio, 2015), ya que durante siglos el ser humano ha utilizado irracionalmente los bienes y servicios ambientales, superponiendo el desarrollo económico y tecnológico, sin considerar los impactos negativos que las diferentes actividades antropogénicas generan.

Estos comportamientos son producto de los exiguos valores que los individuos han cultivado sobre los dones y beneficios dados por la naturaleza, pues apuntan a satisfacer solo necesidades de consumo, reforzando así el *antropocentrismo*, es decir, “el ser humano como medida y centro de todas las cosas” (Capra, 2009 p.32). Por tanto, para solucionar estos problemas, es necesario impulsar la configuración de un nuevo *ethos* y la recreación de una cultura ecológica; y es aquí donde se erige la educación como camino idóneo para alcanzar los ideales conservacionistas.

A nivel internacional, se han reconocido ampliamente todas las posibilidades que ofrece la educación ambiental, admitida como una relevante oportunidad y un instrumento clave para abordar y canalizar los problemas relacionados con el ambiente y el desarrollo, mejorar la capacidad concienciadora de las personas, adquirir conocimientos, fomentar valores y actitudes; todo ello con la intención de asistir la preparación para la vida activa y moldear conductas éticas coherentes con el desarrollo sostenible y sustentable, así como participar eficazmente en la toma de decisiones (Rose & Bridgewater, 2003).

Las referencias señaladas anticipan la presentación de alternativas conducentes a solucionar la problemática ambiental en el Departamento de Santander, apoyadas en la promoción de comunidades sostenibles, mediante la práctica educativa, razón por la cual este estudio propone un modelo educativo diseñado con base en el diagnóstico de los rasgos sociales, económicos y ambientales de la gestión de los territorios por parte de las comunidades, del sector productivo y de las instituciones gubernamentales; igualmente, se revelan las aspiraciones educativas ambientalistas de cuatro municipios del departamento: Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, Málaga y Socorro.

El modelo conceptual ideado es del tipo cualitativo, construido a través de la aplicación del método Investigación Acción Participativa; constituye, además, un proceso de aprendizaje estructurado, fundamentado en el descubrimiento y la combinación de enseñanza e investigación en el campo de estudio, lo cual incluye los contextos locales; también, los conocimientos y habilidades que posibilitan el mejoramiento del proceso de gobernanza y la toma de decisiones adecuadas sobre el manejo sostenible y sustentable de las propiedades y potencialidades ambientales de cada uno de los cuatro municipios.

Asimismo, el modelo plantea como objetivo principal la conservación de la biodiversidad del departamento, con la aplicación de estrategias educativas, orientadas a impulsar el desarrollo de prácticas productivas más limpias (ecoeficientes), el uso de energías alternativas, el manejo integral de los residuos y la gestión sostenible del ambiente. Los principios del modelo gravitan sobre procesos de adaptación a las situaciones ambientales comunes, experimentadas en los cuatro municipios, y la consistente oportunidad de implementación en todo el Departamento de Santander.

En virtud de los planteamientos expuestos, debe indicarse que esta investigación inicia el primer capítulo con los fundamentos de la investigación: planteamiento del problema, objetivos, hipótesis y justificación. En el segundo capítulo se presenta la revisión del estado del arte. El capítulo tres incluye los antecedentes y la información teórica relevante que enmarca el problema de investigación. En el capítulo cuatro se especifica la metodología de la investigación, y con ello, la proyección del enfoque contextual y las fases procedimentales que definen el trayecto investigativo. El capítulo cinco exhibe el análisis holístico e integrador de los resultados y su discusión, a partir de la interconexión de distintas dimensiones. Finalmente, se concluye con una reflexión sobre los resultados en el marco de las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL

En este capítulo se aborda la idea original y su transformación en el planteamiento del problema de investigación. Adicionalmente, se plantean los objetivos, las limitaciones, la hipótesis y la justificación.

1.1 Planteamiento del problema

La crisis ambiental representa, de alguna manera, el cúmulo de problemas que afligen al planeta; su carácter sistémico induce la general interconexión e interdependencia de las múltiples dificultades que actualmente se experimenta a nivel global.

La humanidad está viviendo uno de los momentos más difíciles de su historia, devenidos en crisis expandidas en todas las dimensiones estructurales que conforman actualmente el sistema “mundo”. Su expansiva afectación incluye la macroeconomía y la vida cotidiana (Palau, 2016).

El acelerado crecimiento de la población y de la economía mundial y el desconocimiento de los saberes ancestrales sobre el funcionamiento natural de la madre tierra, se ha traducido en un deterioro inminente de las relaciones hombre-naturaleza y del ser humano con su misma especie. Hoy, la humanidad enfrenta grandes retos frente a lo que se denomina “crisis ambiental”; y, en este contexto, todos los países del mundo, incluida Colombia, deben combatir los complejos desafíos sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales que estas realidades representan.

En el caso particular de Colombia, puede describirse el problema desde diferentes componentes y a partir del reconocimiento de que las dimensiones social,

cultural, política, económica y ambiental, se interconectan en una vasta red que, por momentos, puede ser imperceptible, según la visión del observador, pero cuyos efectos hoy son evidenciables en el panorama ambiental nacional.

El análisis del problema exige la inspección de los efectos causados por el crecimiento de la población colombiana. Anualmente, se registra un aumento en el número de habitantes del 1.3% , lo cual implica un incremento en el consumo de bienes y servicios-BS, es decir, un mayor ritmo de la producción industrial, traducible en ampliación de oportunidades de desarrollo económico, mayores posibilidades de empleo, y, en términos económicos, una considerable dinámica en la oferta y demanda de BS; sin embargo, al mismo tiempo, esto representa altos niveles de presión sobre las bondades que ofrecen los ecosistemas, pues más volumen poblacional intensifica el uso del suelo, y la representación demográfica de este fenómeno lo constituye el aumento de la densidad poblacional experimentado en las grandes ciudades y en las zonas rurales.

Su consecuencia directa se visualiza en la automática propagación de las necesidades alimentarias, hecho que requiere la disposición de extensas áreas de cultivo y producción pecuaria, elevadas cantidades de agua para riego y uso de insumos agrícolas (naturales o sintéticos); adicionalmente, se multiplica la dependencia de servicios básicos como el agua potable, la energía eléctrica, los medios de transporte y el consumo de otros productos útiles para mejorar la calidad de vida o favorecer la comodidad de las comunidades.

Es claramente advertible la monumental carga ambiental que recae sobre los ecosistemas, lo que conlleva a una explosiva generación de residuos; entre ellos, los sólidos. Vale señalar que el país registra una producción per cápita (PPC) de 0.77 kg de residuos sólidos, generados al día por cada uno de los más de 50 millones de habitantes que tiene Colombia.

Esta situación es muy preocupante, especialmente, si se tiene en cuenta que aún en el país los Residuos Sólidos (RS) son tratados como material inservible o no deseado, postura esta que desconoce y desaprovecha las oportunidades y potencialidades que presentan algunas opciones alternativas, soportadas en el cambio de visión implícita en la transición residuo-recurso; un mecanismo destinado a disminuir la brecha existente en la interacción hombre-naturaleza.

Actualmente, en Colombia, aunque se rige por una normativa nacional que comprende la gestión integral de RS, los organismos institucionales han restringido sus esfuerzos al cumplimiento de procedimientos convencionales, lo cual incluye la recolección de estos residuos en un sitio final donde no son aprovechados, agudizándose, así, la problemática ambiental nacional. Este crítico panorama, ya complicado por la erosión provocada en el uso del suelo, se extrema por la generación de lixiviados que por infiltración y escorrentía llegan a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, y a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como son el metano (CH_4) y el gas sulfhídrico (H_2S). Este particular proceso descarta las bondades energéticas del primero y desestima el apremio para tratar las emisiones en donde se encuentra el H_2S , el cual es altamente corrosivo y perjudicial para la salud de los seres vivos

Asimismo, como parte esencial de estos desafíos ambientales, se encuentra el tema alusivo a la contaminación de aguas y suelos, resultado del establecimiento de sistemas ganaderos extensivos y monocultivos comerciales, por un lado, y vertimientos industriales y la falta de métodos de saneamiento, por el otro, que impiden a las comunidades locales tratar adecuadamente los residuos líquidos, a través de estrategias relacionadas con la economía circular, como la generación de biogás o biocompost dentro de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales. .

Otro reto a la capacidad de gestión ambiental del país, lo constituye el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (como el CO_2 ,

el metano, gases fluorados, entre otros) en la atmósfera, originado por las actividades industriales, el uso de combustibles fósiles, la quema y deforestación de los bosques, situación que ha desencadenado el acelerado aumento de la temperatura global, y con esto, la intensificación de fenómenos climáticos conocidos como el Niño y la Niña, propagando cada vez más los lesivos impactos sobre los ecosistemas y el ordenamiento socioeconómico colombiano, ya sea por inundaciones, arrastres de material vegetal, pérdida de cultivos y núcleos de producción pecuaria, afectaciones en los conectores viales (en los últimos años, ha aumentado el número de hundimientos o fallas en las estructuras civiles, construidas para facilitar el transporte a nivel nacional y colapsadas por las intensas temporadas de lluvia registradas, bajo el impacto del fenómeno de la Niña).

Aunado a las informaciones referidas, destacan los cambios en el uso del territorio que han desencadenado la transformación y pérdida de los ecosistemas naturales, así como de los sistemas productivos que mantienen los elementos y procesos de la biodiversidad. Todo ello, incluido en un contexto complejo de ocupación temprana que, desde la década de los años cincuenta, estuvo marcada por el auge de economías extractivas que aceleró la configuración de espacios urbanos sin planificación adecuada y, en algunos casos, caracterizados por la proliferación de condiciones precarias que atentan el bienestar social de sus pobladores.

Otro aspecto, anexo al problema estudiado, es la pérdida y/o degradación de elementos de los ecosistemas nativos, producto de la sobreutilización de poblaciones de especies de plantas con fines comerciales y/o dendroenergéticos; igualmente, la fauna silvestre sometida a la cacería de subsistencia y la extracción de minerales de forma artesanal y altamente contaminante. En este contexto, vale recordar la progresión histórica del desarrollo social, económico y ambiental del país, afectado en su conjunto por la guerra interna durante décadas, cuyos efectos se perciben en las marcadas brechas sociales y económicas de sus habitantes.

Por más de cincuenta años, los actores armados no estatales como las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), el Ejército de Liberación Nacional (ELN), el Ejército Popular de Liberación (EPL) y los grupos de autodefensa o paramilitares, se han asentado en este territorio y desatado luchas por ejercer el poder y control sobre los sectores más vulnerables. Estos grupos armados no solo son responsables de violaciones de derechos humanos, hecho que debilitó, significativamente, la institucionalidad y la seguridad de las comunidades, sino que, además, el conflicto armado que protagonizan, afectó profundamente la integridad de los ecosistemas colombianos, ya que como consecuencia de esta pugna se desarrollaron actividades ilícitas relacionadas con la minería, la siembra de cultivos, y con ello, las aspersiones con glifosato para erradicarlos.

Los atentados terroristas en contra de oleoductos y redes de distribución eléctrica ocasionaron la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de la calidad del suelo; por otra parte, la deforestación y los daños en la cobertura vegetal fueron producidos por la extracción ilegal de material vegetal para financiar las actividades de estos grupos al margen de la Ley. Todos, hechos que han perjudicado las principales fuentes de agua para consumo humano, la calidad del aire, la vocación del suelo y el inventario silvestre colombiano, entre otros.

También, es importante acotar que el gobierno nacional ha influenciado, negativamente, la relación hombre-naturaleza, puesto que los cambios efectuados en las políticas de educación nacional han avalado el desconocimiento de los saberes ancestrales dentro los currículos actuales, así como la desestimación del manejo sostenible y sustentable del territorio. Resulta visible la ausencia de gestión gubernamental, a nivel local y departamental, y su incapacidad para integrar de manera participativa a las comunidades en la planificación y toma de decisiones de su territorio. A lo que debe anexarse el otorgamiento de concesiones, por parte de las autoridades ambientales nacionales, a empresas trasnacionales, autorizadas para practicar la extracción indiscriminada de los dones provenientes de la madre tierra.

Por las consideraciones reseñadas, se seleccionó el Departamento de Santander como contexto territorial para desarrollar la presente exploración. Su jurisdicción es atendida por tres entidades ambientales: la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) con el 85,5% del territorio, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) con el 14.2% del total de la zona departamental y el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) como autoridad ambiental urbana.

Por otra parte, el departamento detenta una cobertura natural con diferentes expresiones paisajísticas, asociadas a ecosistemas naturales de sucesión y/o estados prístinos, con aproximadamente 1'443.747 ha. Asimismo, Santander posee cuencas hidrográficas de importancia regional, nacional y binacional: Carare, Suárez, Opón, Lebrija, Sogamoso, Chicamocha, Magdalena y Fonce. También, resalta la presencia de los ecosistemas más importantes: alta montaña de Santurbán y Yariguíes, bosques andinos y altos andinos, bosques subandinos, bosques secos y bosques xerofíticos del Cañón de Chicamocha, bosques húmedos y humedales del Magdalena Medio.

La problemática socioambiental detectada en Colombia y en el Departamento de Santander, es consecuencia, entre otros factores, de la modalidad empleada en la producción agrícola e industrial, sostenida en principios que contemplan la productividad por encima de los impactos ambientales. De igual manera, como se indicó previamente, también incide el aumento de las presiones que el ser humano ejerce sobre el ambiente, ya sea por el crecimiento demográfico, los antecedentes históricos del conflicto armado dentro del territorio o la imposición de un modelo educativo que, pese a diferentes esfuerzos liderados por la Política Nacional de Educación Ambiental, aún no prioriza la dimensión ambiental en los currículos de las escuelas y en los programas de los gobiernos locales.

Otra causa resaltante del problema ambiental, en el departamento, lo conforma el desconocimiento de los pobladores sobre las características ambientales, la poca articulación evidenciada por las instituciones estatales para planificar y ejecutar estrategias claras, viables, medibles e integrales que incorporen el contexto de los territorios e impulsen la promoción de hábitos que refuercen positivamente el desempeño ambiental de las comunidades y la conservación de la biodiversidad de la región.

Estos planteamientos justifican la construcción de un modelo de educación centrado en la realidad social y ambiental del Departamento de Santander y en la creación de espacios de concertación y participación ciudadana, dado su rol transformador y renovador; un modelo fundamentado en una concepción educativa que responda a los requerimientos sociales del momento y el apremio por establecer relaciones que fortalezcan el desarrollo con un sentido ético y solidario (Ospina, 2008).

Extender la descripción de esta sintomatología, de crisis civilizatoria, es posible; se podría detallar cada zona geográfica; analizar las guerras internas por el poder y dominio sobre el territorio y sus efectos visibles, tanto en la degradación de los suelos, los humedales y otras fuentes de agua, como en el amenazado bienestar de las generaciones futuras; porque atentar contra la biodiversidad de los bosques húmedos tropicales, es atentar contra la vida.

En la Figura 1, se proporciona información resumida de las principales causas y síntomas del problema descrito. Destaca como una de las fuentes de esta crisis civilizatoria el patrón hegemónico, conocido como antropocentrismo moderno, el cual es caracterizado en los siguientes términos:

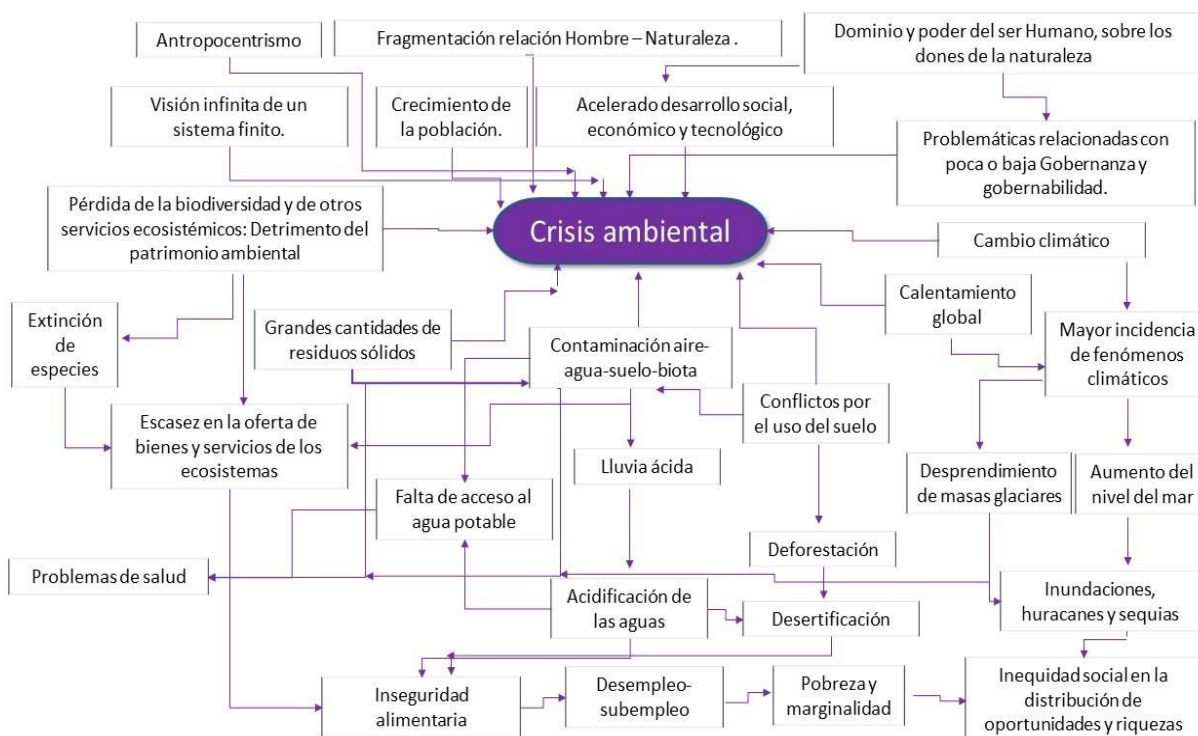
El patrón civilizatorio antropocéntrico, monocultural y patriarcal, de crecimiento sin fin y de guerra sistemática contra los factores que hacen posible la vida en el planeta Tierra atraviesa una crisis terminal. La civilización de dominio científico tecnológico sobre la llamada “naturaleza”, que identifica el bienestar humano con la acumulación de objetos materiales y con el

crecimiento económico sin medida cuya máxima expresión histórica es el capitalismo, tiene el tiempo contado. Su dinámica destructora, de mercantilización de todas las dimensiones de la vida, socava, aceleradamente, las condiciones que la hacen posible. (Lander, 2015, p.1).

Las ideas referenciadas, alusivas a los componentes que definen el objeto de estudio, motivan la pregunta que a continuación se plantea: ¿Qué elementos deben considerarse en la construcción de un modelo de educación ambiental que promueva la sensibilización ciudadana frente a la conservación de la biodiversidad en cuatro municipios del Departamento de Santander (Colombia)?.

Figura SEQ Figura * ARABIC 1

Crisis Ambiental.



La proyección expuesta exhibe una diversidad de elementos biofísicos, cuya correspondencia con las condiciones ambientales actuales describen con fidelidad la problemática existente en el Departamento de Santander y subraya la falta de programas y proyectos que promuevan la investigación-acción ciudadana

(investigación acción participativa), perfilada hacia la conservación de la vida y la rehabilitación de la relación hombre-naturaleza.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Construir un modelo de educación ambiental que promueva la sensibilización ciudadana frente a la conservación de la biodiversidad en cuatro municipios del departamento de Santander, Colombia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico ambiental en cuatro municipios del departamento de Santander (San Vicente, Socorro, Barrancabermeja y Málaga). Considerando una visión sistémica de la compleja situación ambiental. Por lo que se realizará una caracterización y análisis de los componentes social, cultural, ambiental, político e institucional y económico, así como de las tendencias y los factores de cambio reconocidos por los actores sociales clave en cada municipio.

- Desarrollar una herramienta para la estimación del indicador Huella Ecológica personal en cuatro municipios de Santander. Reconociendo la Huella Ecológica como un recurso educativo, que puede contribuir a la sensibilización ciudadana e influir en las actitudes ambientales de los pobladores de los cuatro municipios.

- Implementar estrategias de formación, a un grupo de actores sociales clave, como estrategia que promueva la sensibilización ciudadana y contribuya al desarrollo y la sostenibilidad de los territorios participantes. Concibiendo a la educación como el medio esencial para mejorar las relaciones del ser humano con la naturaleza, la educación como motor de construcción de paz, en territorios degradados a causa del conflicto armado colombiano. La educación como

estrategia de construcción de desarrollo sostenible.

- Consolidar redes para la sostenibilidad, a través de la participación activa de los actores sociales claves. Como redes para la sostenibilidad, se conciben dos tipos de redes: red de comunidades sostenibles y red de colegios sostenibles.
- Diseñar un modelo de educación ambiental para el departamento de Santander. Que integre la identificación de las situaciones ambientales de cada territorio participante y comprendan los cambios de políticas necesarios para que se contribuya a la sostenibilidad y la paz del territorio.

1.3 Hipótesis

Modelo de educación ambiental concebido como sistema complejo, enmarcado en el contexto social, ambiental y económico de los cuatro municipios de Santander y fundamentado en la promoción de la sensibilización ciudadana frente a la conservación de la biodiversidad en dichos municipios.

1.4 Justificación

Colombia es un país reconocido, a nivel mundial, por la riqueza de sus fuentes hídricas, la localización de sus costas en dos océanos (Atlántico y Pacífico), sus cuatro vertientes hidrográficas principales (la del Caribe, la del Pacífico, la del Orinoco y la del Amazonas); sus ríos tienen una longitud mayor a 10.158 km, además, goza de aproximadamente 1.800 lagunas, lagos y ciénagas (Invemar, 2017). Un país privilegiado por su patrimonio ambiental, especialmente el ubicado en el Departamento de Santander, donde se encuentran cuencas hidrográficas de importancia regional, nacional y binacional: Carare, Suarez, Opón, Lebrija, Sogamoso, Chicamocha, Magdalena y Fonce. También, los ecosistemas más resaltantes: alta montaña de Santurbán y Yariguíes, bosques andinos y altos andinos, bosques subandinos, los bosques secos y bosques xerofíticos del Cañón

de Chicamocha, y los bosques húmedos y humedales del Magdalena Medio.

El contexto, escenario de la investigación, comprende cuatro municipios del Departamento de Santander: San Vicente, Socorro, Barrancabermeja y Málaga, los cuales presentan una interrelación entre la dimensión social y ecológica, establecida por las dinámicas de las actividades y los procesos humanos propios de cada municipio, cuyos rasgos compartidos dentro de sus economías locales y operaciones comunitarias, incluyen procesos de extracción, ampliación de la frontera agropecuaria, tala indiscriminada de árboles, caza y pesca ilegal, producción de alimentos, entre otros. Por ello, la demanda de acciones posibles y pertinentes a los contextos locales que contribuyan a optimizar la calidad ambiental, en virtud de los factores socioculturales, económicos, ambientales, político-institucionales, comunicacionales y desarrollo competitivo presentes, previa identificación de brechas y potencialidades, bases de las principales líneas de acción del modelo de educación ambiental.

El indicador de huella ecológica es utilizado como estrategia de medición de los consumos de energía y otros dones de la naturaleza; su empleo proporciona seguimiento en cifras individuales y sociales, y permite que grupos específicos sean confrontados con los impactos que ocasionan sobre el medio natural, reflexionen sobre esta realidad y concienticen la necesidad de gestionar sosteniblemente los bienes y servicios ofrecidos por el medio natural, en el marco del conocimiento de las características y potencialidades sociales, económicas y ambientales de su municipio o territorio. La definición del indicador aludido se sostiene en dos perspectivas: (i) la evaluación del indicador a través del análisis de área biológicamente productiva en cada municipio, es decir, huella colectiva o de territorio y (ii) el análisis de hábitos individuales.

Importante destacar la necesidad de que los procesos educativos promuevan la generación de actitudes flexibles ante las transiciones sociales y ecológicas que experimenta el país, lo que amerita la disposición de la población para aprender a adaptar sus actividades frente a estos cambios, de tal forma que se incentive, concrete y garantice la protección del patrimonio ambiental a las futuras generaciones. Y es la educación la vía más propicia para generar conciencia y

fomentar comportamientos responsables frente al manejo sostenible del ambiente.

La articulación interinstitucional y ciudadana resulta clave en el engranaje $\text{productividad} + \text{conservación} + \text{cultura} = \text{Desarrollo Sostenible}$; de allí la importancia de formular una estrategia de seguimiento y acompañamiento con grupos focales para reconocer las potencialidades y brechas biofísicas de cada territorio participante, y especificar el nivel de apropiación social de conocimientos ambientales en los cuatro municipios; acciones sustentadas en un enfoque de desarrollo social y ambiental, propicio para identificar las comunidades y escuchar sus inquietudes, dudas y posibles proyectos relacionados con temas ambientales.

Aquí es esencial avizorar el mundo, no como una colección de objetos aislados, sino como una red de fenómenos fundamentalmente interconectados e interdependientes (Capra, 2009); propósito factible mediante la construcción de un modelo de educación ambiental, destinado a promover la sensibilización ciudadana, frente a la conservación de la biodiversidad; razón por la cual es indispensable profundizar en la relación establecida entre la educación, el desarrollo, la sostenibilidad de los territorios, así como la contribución de la educación en la formación de identidad, la concientización hacia un uso racional del ambiente y la postura de cada actor clave en la defensa y preservación del patrimonio ambiental de las generaciones venideras.

La incorporación de un modelo de educación ambiental en las instituciones educativas se convierte en una oportunidad idónea para educar a la comunidad, difundir la relevancia de las características ambientales del territorio, identificar las diferentes situaciones amenazantes que puede estar experimentando el patrimonio ambiental y ejecutar acciones que enfatizan el cuidado y preservación de la naturaleza.

La propuesta descrita representa un gran reto para la educación ambiental, dado que a través de su canalización se pretende fortalecer y consolidar comunidades sostenibles; finalidad que requiere, según Capra (2009), un profundo

y radical cambio de percepción y pensamiento. Así, el modelo de educación ambiental diseñado expande y afianza conocimientos específicos de los cuatro municipios en materia socioambiental; plantea, además, la implementación de estrategias que incentiven una gobernanza apropiada y oportuna, el empoderamiento de los ciudadanos y la consolidación de espacios de concertación entre los actores clave para defender el patrimonio ambiental de Santander.

En este sentido, también, se reconoce la educación ambiental como sistema de desarrollo de competencias del pensamiento científico y facultades ciudadanas, orientadas al fortalecimiento de los procesos de gestión ambiental, y por ende, al mejoramiento de la calidad de la educación y de la vida (medio físico y factores sociales), desde una concepción de desarrollo sostenible.

La educación ambiental no es tan solo esa herramienta para alcanzar los propósitos ya mencionados, sino para irradiar sobre la sociedad la sensatez de formar individuos conscientes que permitan, dentro de su organización, alcanzar la armonía y el confort que les posibilite avanzar y desarrollar actividades propias del ser humano. El modelo sostenible anunciado reafirma que la razón humana tiene como eje esencial entender que la educación es el proceso más importante y de mayor incidencia cuando se trata de comprobar que el hombre mismo es realmente el ser racional sobre la naturaleza (Guío, 2012).

El planteamiento del problema funge como punto de partida para identificar una situación que debe ser resuelta, lo cual incluye la determinación del contexto, los antecedentes, la especificidad y relevancia de la investigación. Igualmente, se indicaron los objetivos y las actividades claves para responder al problema. En otro apartado se expone la hipótesis, necesaria para orientar y delimitar la investigación. La justificación evidencia los beneficios a lograr con los resultados de la investigación, claves para coordinar la defensa del patrimonio ambiental de Santander.

Es por ello por lo que en el capítulo siguiente se explora el estado del arte, el cual sostiene el marco teórico y se convierte en un elemento fundamental de

indagación, planteado desde una revisión amplia y técnica de la investigación.

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE

Este capítulo aporta elementos para conocer el balance actual del objeto de estudio; adicionalmente, se perfilan las necesidades reales del desarrollo de la producción investigativa, desde un enfoque global que trasciende al análisis y acumula conocimientos para lograr una perspectiva de construcción.

2.1 Hacia la construcción de un modelo de educación ambiental

La concepción, emanada de la perspectiva sistémica, define la educación ambiental como una forma alternativa de enfrentar la crisis ambiental global (United Nations, 2019), es decir, la asume como instrumento idóneo para proporcionar conocimientos y corregir comportamientos del hombre hacia la naturaleza. Para Vega-Marcote (2007), la educación ambiental representa una estrategia para alcanzar la reconstrucción de una humanidad que respete las condiciones y el normal funcionamiento de los ecosistemas, una humanidad que trabaje para fortificar el aprovechamiento sostenible del ambiente.

En este orden de ideas, diferentes estudios concuerdan en considerar la educación ambiental como centro de formación de una sólida conciencia colectiva sobre la responsabilidad del género humano, en la continuidad de las distintas formas de vida en el planeta, a través del desarrollo de estrategias pedagógicas que promuevan la formación de sujetos críticos y participativos ante los problemas ambientales (Calixto-Flórez, 2012).

En este sentido, el entramado teórico que fundamenta el diseño de un modelo de educación ambiental, evidencia que la formación de una conciencia ambiental colectiva amerita el estudio de los problemas ambientales, causas, efectos y posibles soluciones, a través de un ejercicio integrador que permita la comprensión

del fenómeno, sin tener que separar las partes, porque estas son elementos constitutivos de un todo. Para ello, se hace necesario y válido la emergencia de un nuevo paradigma de racionalidad que induzca comprender la realidad en el tiempo actual, es decir, pensar la unidad de los conocimientos de diferentes disciplinas (sociales, exactas, políticas, etc.), convertida en fuente del diseño y desarrollo de estrategias que aseguren la supervivencia de la especie humana y, a su vez, la optimización de las condiciones de calidad de vida de las comunidades.

Así, Calixto-Flórez (2012), en su análisis sobre la investigación en educación ambiental desde la interdisciplinariedad, reconoce que los comportamientos ambientales no se explican en sí mismos, sino dentro del contexto sociocultural en que se producen. Esta aseveración posibilita la identificación de las oportunidades que ofrecen la interacción y el trabajo, a nivel escolar o fuera de él, como también los tipos de restricciones que se imponen; entre ellas, las características específicas de la población como género, rango social, nivel de escolaridad, grupo etario al que pertenece, condición de vulnerabilidad.

De igual forma, Avendaño (2012) asume la educación ambiental como un proceso educativo integral, cuya continuidad se soporta, por un lado, en experiencias y saberes útiles sobre la naturaleza y su conservación ecológica, y por otra, en la construcción de metas en espacios educativos desde el inicio de la formación intelectual de las personas, es decir, a partir de su infancia, tanto en el entorno familiar como en la escuela.

En consonancia, Rengifo y Col. (2012) afirman que la educación ambiental actúa como eje dinamizador para el desarrollo y el fortalecimiento de actitudes, habilidades y aptitudes necesarias para comprender y proteger las interrelaciones entre el ser humano, su cultura y el medio natural. Agregan que si bien la educación básica sirve de fundamento para la educación, en materia de medio ambiente y desarrollo, esta última debe incorporarse como parte fundamental del aprendizaje, y esto se logra mediante la instauración de un aprendizaje enfocado en el ambiente, el cual disponga el conocimiento, la práctica y el comportamiento al servicio de la

conservación y el manejo adecuado del entorno local, regional, nacional y mundial, con el respaldo de un trabajo colectivo perfilado hacia la conservación de la vida en el planeta tierra.

Otro planteamiento clave, identificado en la revisión del estado del arte, apunta al continuo desarrollo de la educación ambiental, capacitada para promover esquemas sistémicos acordes con el desarrollo sociocultural, articulado con el componente ambiental de una determinada comunidad; ámbito donde proliferan diversas experiencias de construcción participativa de modelos de educación ambiental, a través del uso de numerosos referentes pedagógicos que se adaptan a las características particulares de la comunidad, posibilitando su desarrollo según el tipo de educación (formal y no formal).

Una de estas experiencias fue registrada por Villadiego-Lorduy y Col. (2013) quienes apoyados en una visión sistémica de la educación ambiental, centraron el punto de partida en el conocimiento reflexivo y crítico de la realidad biofísica, social, política, económica y cultural e incorporaron en esta proyección una población, cuyo rango de edad oscilaba entre 20 a 55 años, localizada alrededor de las áreas de influencia directa de los humedales Bañó y Los Negros en el Departamento de Córdoba en la región Caribe de Colombia.

La propuesta está enfocada en un modelo de educación ambiental no formal y participativo, con el propósito de que el individuo comprenda las relaciones de interdependencia con su entorno. Fundamentados en aportes teóricos suministrados por la educación andragógica; el aprendizaje constructivista y significativo; los enfoques sistémico, interdisciplinario, comunitario e interpretativo; la inclusión de valores y actitudes ambientales; y la metodología acción-participación, Villadiego-Lorduy y Col. (2013) concluyen que la realización de un diagnóstico territorial resulta prioritario, dado que este permite obtener una valoración real del área de estudio, indispensable para identificar los factores que inciden en el deterioro ambiental, como también determinar la base pedagógica y

los elementos a considerar para la generación del modelo pedagógico ambiental.

Por otra parte, Puente-Pardo y Col. (2012) diseñaron un modelo de educación ambiental para promover el desarrollo humano sustentable de una comunidad rural en Tabasco (México), cimentado en conocimientos sobre las condiciones socio-ambientales locales, a partir de la previa aplicación de un diagnóstico socio-ambiental participativo, seguido por el análisis profundo de las mismas y la propuesta del modelo, plasmado en programas educativos, productivos y culturales. Sus bases teóricas incluyeron los principios del constructivismo social, el rescate de conocimientos tradicionales y la investigación participativa. Así mismo, el modelo plantea su reproducibilidad en comunidades rurales ubicadas en el trópico húmedo, a través del desarrollo de valores ambientales, la revaloración de las relaciones entre los sujetos y el medio ambiente, el reconocimiento del valor de la biodiversidad y el mejoramiento de la organización social.

En el escenario educativo se han registrado numerosas experiencias; entre ellas resalta el programa *Ecoescuelas*, implementado en Europa y algunos países de Latinoamérica y liderado por Foundation for Environmental Education in Europe (FEEE, 1992), en acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El programa concibe la escuela como uno de los ambientes socializadores más fuertes que existen dentro de nuestra sociedad, pues en ella conviven personas muy distintas (diferentes rangos de edad, nivel socioeconómico, sexo, raza, creencias religiosas, etc.), hecho que la convierte en un escenario de aprendizaje privilegiado para trabajar todo tipo de valores, incluyendo la educación para el desarrollo sostenible.

Su propósito fue crear un marco de trabajo global que contribuya a desarrollar áreas de interés común, relacionadas con la sostenibilidad; por esta razón, la ecoescuela es percibida como un centro educativo en el que se desarrolla un proceso de mejora ambiental, parte determinante de la investigación y la auditoría, aunado a la posterior corrección de las deficiencias detectadas, cuyas implicaciones favorecen, sin duda, la práctica pedagógica.

Este programa, además, adopta una visión transdisciplinaria, centrada en el desarrollo cultural y los aprendizajes, y con ello, en la participación de los niños y niñas mediante el despliegue de actividades pertenecientes a su bagaje cultural, complementadas con el uso de herramientas y la interacción con los demás actores del ámbito educativo (maestros, padres de familia, demás estudiantes), y enmarcadas en contextos formales, informales y cotidianos. Este escenario no solo requiere alfabetización o transmisión de contenidos, sino que es preciso adelantar estrategias que provean a los educandos de capacidades que promuevan una transformación en los actores sociales en las formas de hacer, pensar y sentir.

Las ideas señaladas reconocen a la educación ambiental como un campo transdisciplinar, y lograr esta adjudicación amerita la acción simultánea de varios niveles de realidad que faciliten la unidad del conocimiento. Y es que, como lo indican, la transdisciplinariedad plantea que la comprensión de la realidad, lo que somos y nos constituye, exige poner entre paréntesis las barreras demarcatorias de las disciplinas y admite una realidad ya no vista como un objeto que está al frente de un sujeto y que se puede conocer de manera determinista.

2.2 El ambiente como sistema complejo

El problema de la complejidad ha pasado a ser el problema de la vida y el vivir, su afectación se expande hasta la construcción del futuro y la búsqueda de soluciones actuales. En palabras de Morín, complejidad denota “enfrentar la dificultad de pensar y de vivir” (2009, p.220). Añade que la complejidad de los sistemas va más allá de acciones específicas; además, reúne las dinámicas propias del sistema natural y humano, las interrelaciones entre los elementos que lo componen y los aspectos generadores de cambios que pueden afectar el estado normal del mismo. Cuando se comprenden estas situaciones se aprende a abordar

y proponer soluciones a los problemas contemporáneos en un mundo de diversos contrastes como el actual. En virtud de lo planteado, los sistemas complejos contienen las siguientes características (Ferrerías, 2017):

- Variedad de elementos dotados de funciones específicas y organizadas en niveles jerárquicos.
- Interacción de los elementos entre sí y con el medio; en general, interacciones no lineales.

Según Morín (1992), se puede analizar lo importante del reconocimiento de las interrelaciones entre el capital natural y humano. En lo concerniente a la relación hombre-naturaleza, incluye en su primer postulado “lo humano en lo natural”, y en cualquier discurso que obedezca a este paradigma, al hombre como ser natural y reconoce la “naturaleza humana”. El segundo paradigma formula la disyunción entre estos dos términos y determina lo que de específico hay en el hombre por exclusión de la idea de naturaleza. Estos dos paradigmas opuestos tienen en común el que uno y otro obedecen a un paradigma todavía más profundo: el paradigma de simplificación, el cual, ante cualquier complejidad conceptual, prescribe la reducción (aquí, entre lo humano y lo natural), lo que impide concebir la unidualidad (natural y cultural, cerebral y psíquica) de la realidad humana e impide, igualmente, concebir la relación a la vez de implicación y separación entre el hombre y la naturaleza. Hace falta un paradigma complejo dialógico de implicación/disyunción/conjunción que permita una concepción tal (Morín, 2003).

Por otro lado, el estudio del ambiente requiere del análisis exhaustivo de las interrelaciones, interdependencias y dinámicas de los elementos como un todo (Chaves, 2010). Y para ello se debe abordar desde una visión holística que permita definir el ambiente como un sistema complejo, en donde confluyen los sistemas (natural y humano, con sus diversificaciones) para dar respuesta a los fenómenos y situaciones resultantes de su dinámica y sus fluctuaciones. El ambiente, por tanto, es el resultado de esta interacción y los problemas ambientales podrían ser

pensados como emergentes de dicha interacción (Riechmann, 2013).

En la teoría general de sistemas, propuesta por el biólogo austríaco Karl von Bertalanffy, a mediados del siglo XX, el ambiente podría considerarse un súper conjunto, en el cual un sistema dado es un subconjunto. Un ambiente puede tener uno o más parámetros, físicos o de otra naturaleza y un sistema complejo está compuesto por varias partes interconectadas o entrelazadas, cuyos vínculos contienen información adicional y oculta al observador. Como resultado de las interacciones entre elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados, denominadas propiedades emergentes (Bertalanffy, como se citó en Alzate, 1999).

El investigador argentino García (2006) explica, a través de un ejemplo, lo que puede ser la conexión entre las actividades realizadas por el capital humano y sus consecuencias en el capital natural; se establece así, la eco-dependencia señalada por Leopoldo (2000), la cual remite al estudio de un ecosistema que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación económica de los dones de la naturaleza, o bien por la instalación de asentamientos humanos de diverso tipo, incluyendo las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura; hecho que supone la consideración del conjunto de los elementos que intervienen en tales procesos (y de los procesos sociales, económicos, políticos a ellos asociados), de sus partes o factores constitutivos, sus interrelaciones y sus interacciones con otros fenómenos o procesos. Es decir, presume la concepción del objeto de estudio como un sistema complejo y el abordaje de esas dinámicas desde esta dimensión.

2.3 Crisis ecológica

Desde la filosofía andina y la perspectiva intercultural, Estermann (2013) provee una visión crítica de la crisis ecológica y la califica como un *tiempo de decisión*, en una época donde la sociedad experimenta una marcada decadencia de valores y la propagación de guerras religiosas que han provocado un sinnúmero

de víctimas, muchas de ellas en condición de desplazados (Puertas abiertas.org, 2020), hambrunas que cada día le arrebatan la vida a más de 6.400 niños (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/PNUD, 2016) y una gran devastación del medio natural. Una crisis civilizatoria que se desencadena en un momento clave, en que la humanidad ha perdido el sentido por la vida.

Estermann asegura que la razón o causa de esta crisis civilizatoria no es otra sino el hombre, categorizado como *homo economicus* y erigido en manifestación de la absolutización del sujeto humano, planteado de distintas maneras por la filosofía moderna, entre las cuales se deriva la falacia de que la expansión humana no tiene límites; además, designada por Hegel (1968) y Fitche (1975) como el *afán infinito*, desencadenado sobre la naturaleza “ciega y sorda”, aquel que se ha convertido en avaricia ilimitada, en explotación y acumulación de bienes y dinero en forma desenfrenada.

Esta referida explotación excesiva de la naturaleza está estrechamente relacionada con la postura del *homo occidentalis* frente a la mujer, la cual, por generaciones de filósofos y teólogos, fue asociada con la naturaleza, el cuerpo y lo irracional; así, en este marco de ideas, la crisis ecológica actual se encuentra estrechamente asociada con la explotación y subyugación de la mujer y de los valores ginófilos.

Por su parte, Martín (1998), en relación con la crisis civilizatoria reflexiona lo siguiente:

Nuestro sistema de vida está fuertemente impregnado de las características de nuestro modelo económico: desarrollista, basado en el optimismo tecnológico, en la creencia en un crecimiento ilimitado, y apoyado en una arrogante concepción antropocéntrica las relaciones de los seres humanos con el medio (p.3).

Por décadas, el antropocentrismo ha debilitado el valor del planeta y todos sus elementos, situando al hombre y sus necesidades en el centro del universo, sin

importar la espiritualidad y la incidencia del hombre sobre la vida en el planeta, y fomentando la creencia de que la ciencia y la tecnología no deben tener límite alguno; como consecuencia, es posible detectar la pérdida de la “confianza en un mañana mejor”. La ciencia y la tecnología no son equivalentes al desarrollo de la humanidad y de su historia, la falta de preocupación por medir el daño a la naturaleza y el impacto ambiental de las decisiones es solo el reflejo acentuadamente visible de un desinterés por reconocer el mensaje que la naturaleza lleva inscrito en sus mismas estructuras.

Esta situación ha provocado que, de alguna manera, el ser humano se insensibilice a su llamado, pero especialmente al emplazamiento de la humanidad, puesto que se ha perdido el valor de la vida en todas sus formas. Esta posición del hombre sobre todo lo creado es bien definida por Bergoglio (2015):

El ser humano ya no reconoce su posición justa respecto al mundo, y asume una postura autorreferencial, centrada exclusivamente en sí mismo y su poder. De ello deriva una lógica “usa y tira” que justifica todo tipo de descarte, sea este humano o ambiental, que trata al otro y a la naturaleza como un simple objeto y conduce a una infinidad de formas de dominio. Es la lógica que conduce a la explotación infantil, al abandono de los ancianos, a reducir a otros a la esclavitud, a sobrevalorar las capacidades del mercado para autorregularse, a practicar la trata de seres humanos y el comercio de pieles de animales en vías de extinción, y de “diamantes ensangrentados” (p. 123).

Erróneamente, se pensó que el progreso de la ciencia y el desarrollo de la tecnología solucionarían los problemas que aquejan a la humanidad. Pese al progreso demostrado por ambos, aún son muchas las dificultades que amenazan la supervivencia humana. Por otra parte, su instauración y expansión han establecido un nuevo poder: el poder del conocimiento, el dominio sobre la humanidad y el planeta, ejercido por unos pocos y para el cual no existe control.

Las necesidades e intereses del hombre dependen de los requerimientos inmediatos, caprichos, egoísmos y las fuerzas violentas de quienes, en su momento, ostenten su propiedad sobre el poder del conocimiento, otorgado por el desarrollo tecnológico y el progreso científico. En este sentido, conviene señalar la progresiva

preocupación por la crisis y la toma de decisiones, las cuales deben apuntar siempre a la promoción de una visión que le permita al ser humano valorar la vida y asumir su responsabilidad ética frente a los cambios que puede generar sobre el sistema denominado *ambiente*. Por estos motivos, el desarrollo de estrategias para mejorar las relaciones hombre-naturaleza y del ser humano con su misma especie, recae en los líderes mundiales, quienes no solo han evidenciado su incapacidad de percibir la interconexión de los distintos problemas, sino que, además, se niegan a reconocer hasta qué punto lo que ellos califican sus soluciones comprometen el futuro de generaciones venideras (Capra, 1998).

La crisis ecológica, de ámbito planetario y de trascendencia generacional, a la que ha conducido este modelo, obliga a su propio cuestionamiento, toda vez que siendo responsable de la degradación del medio natural, sanciona al mismo tiempo la profunda desigualdad entre los pueblos de la tierra.

La anterior afirmación está vinculada al estado actual de las economías nacionales, ya que son las naciones con menores indicadores de desarrollo (las más empobrecidas), las que sobreexplotan los dones ofrecidos por los ecosistemas, con el objetivo de satisfacer el acelerado ritmo de consumo de los países con mayor desarrollo económico; relación que histórica y contradictoriamente no favorece a las comunidades de aquellos países que, a pesar de ser bendecidos con las cualidades de la naturaleza, aún viven en condiciones vulnerables, sin acceso al agua potable, hambrunas y en condiciones de pobreza absoluta.

Asimismo, al analizar la fuente del problema denominado *crisis ecológica*, Martín (1998) converge con otros autores y conviene en aseverar que es multicausal, pues el desarrollo del ser humano integral (responsabilidad, valores, conciencia, apropiación e identidad por el patrimonio cultural, ambiental del territorio), se produce separado y a una velocidad menor que el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Camacaro & González, 2008). Por ello, el hombre moderno, tiene un enorme poder sobre la humanidad misma y el mundo entero.

Sea cual sea el credo que se promulgue, diferentes autores coinciden en un mismo punto, el ser humano y la naturaleza son producto de algo mucho más grande que lo que los ojos mortales pueden ver y la limitada mente del hombre puede entender. El hombre y la naturaleza surgieron de las entrañas de la madre tierra, es decir, mantienen una relación de hermandad; ambos, el hombre y la naturaleza pertenecen a una misma familia. Así, el planeta tierra es el hogar, la aldea común, en donde los hombres y el medio natural forman parte de un regalo hecho por Dios, a quien se retorna cuando regrese a Él el espíritu; por tanto, es necesario recuperar ese primordial vínculo, terminar con dicho divorcio, en aras de dar solución a la compleja problemática ambiental que afecta al planeta.

2.4 Hacia la construcción de un modelo de redes sociales que promuevan la sostenibilidad ambiental

Una de las principales preocupaciones del siglo XXI recae sobre los problemas ambientales. Su análisis induce la construcción de instrumentos que permitan la descripción, caracterización y comprensión desde el "reconocimiento de la complejidad, del caos, de las fluctuaciones, el desorden y la oscilación" (Ocaña, 2020, p.238). Y así, poder efectuar una lectura sistémica, a través del entramado de relaciones cambiantes que configuran al ser humano y el ambiente que lo rodea.

En este contexto, resulta obligatorio visualizar el cambio de perspectiva sobre el ambiente, a partir de las concepciones que los científicos anteriores al tercer milenio tenían de la visión y misión de la ciencia clásica. En aquel momento, se pretendía eternizar los principios y teorías básicas de la ciencia, su carácter universal y la irrevocabilidad de las leyes de la naturaleza. Sin embargo, el estudio de los problemas que más preocupa a la humanidad, entre ellos, los ambientales, muestra que el interés de la ciencia apunta cada vez más hacia la comprensión de las estructuras no lineales, a la evolución de los diferentes tipos de relaciones (tríadicas, disipativas, fluctuantes) del sistema complejo que integra el hombre, la

naturaleza, la tecnología y los sistemas económicos.

Una demostración de este señalamiento es la existencia de diferentes tendencias científicas, cuyo objeto de conocimiento es el estudio de los problemas cruciales del siglo XXI; cada una busca integrar la complejidad que atañen los elementos de este objeto de análisis, y algunas consideran al ser humano, investigador-observador el centro de todo proceso de investigación (Ortiz, 2014).

La complejidad permite abordar el desarrollo humano y de los territorios, así como su relación con las dinámicas sociales y culturales, los modelos políticos y la crisis económica y ambiental derivada de las consecuencias de los insostenibles ritmos de producción y consumo de bienes y servicios que afectan el equilibrio de los ecosistemas a nivel mundial.

Dada la complejidad de las realidades sociales de cada comunidad, no es suficiente el análisis y acción ante las diferentes problemáticas de forma parcelada, se requiere una intervención abierta y relacional respecto a los procesos sociales. Emerge, entonces, el modelo de redes como una herramienta que permite al investigador estudiar, desde una mirada multidimensional, el objeto de estudio de las ciencias ambientales y suprimir, de esta manera, la parcelación del conocimiento y ampliar la panorámica de análisis.

Las redes sociales son definidas como “una estructura social que se puede representar en forma de uno o varios grafos, en los cuales los nodos representan a individuos y las aristas (los vínculos), las relaciones entre ellos” (Flores, Morán & Rodríguez, 2013, p. 52).

Los elementos que conforman una red se simbolizan a través de nodos, los cuales representan personas, grupos, instituciones, municipios, países; asimismo, los vínculos representan las diversas relaciones que pueden existir en las redes sociales; acordes con su objeto, motivación o vínculo, algunas son: relaciones de transacciones comerciales y financieras, relaciones de intercambio de información,

relaciones sexuales, relaciones laborales o profesionales, relaciones académicas, relaciones de alianza, filiación y consanguinidad, relaciones de poder, creencias religiosas, entre otras.

Respecto a su forma, las redes son polimorfas, dado que conciben el desarrollo de la existencia social de la humanidad en tres matrices o formas fundamentales: la matriz comunitaria (espacio donde se desarrolla la vida de un individuo y en el cual recibe afecto, seguridad, estabilidad, identidad y otros), la matriz institucional (correspondiente al desarrollo de relaciones más estructuradas, jerarquizadas y formales, como por ejemplo, las relaciones laborales) y la matriz reticular (la red se concibe por el intercambio de recursos, de apoyo recíproco entre los diferentes elementos que la componen). Este último tipo de matriz trata sobre la ganancia e influencia social (Martínez, s.f.). Por otra parte, los modelos de redes pueden ser “estáticos o dinámicos, topológicos o geométricos, analógicos o cuantitativos, axiomáticos o exploratorios” (Reinoso, 2011, p.20).

En este sentido, al relacionar la teoría sobre los modelos de redes con el estudio de las problemáticas ambientales y la necesidad de implementar estrategias de educación ambiental para mejorar la postura del hombre con la naturaleza, se advierte que no es suficiente intervenir únicamente a nivel individual, sino que se requiere la activación de otros espacios, de otros entornos, en donde el *ser* forma parte, por ejemplo, la familia, la escuela, el lugar de trabajo, los diferentes grupos sociales a los que pertenece.

Es necesario comprender que, aunque es posible influir a través de las micro redes personales (familia, amigos, pares, colegas, etc.), sobre la visión y actitudes de una persona respecto al medio y las problemáticas ambientales, solo a un nivel mayor se pueden lograr cambios significativos en cuanto a la planeación y manejo de los recursos naturales, es decir, mitigar los impactos negativos de la actividad humana sobre los bienes y servicios que ofrece la naturaleza. Estos señalamientos revelan que es necesario implementar estrategias de educación ambiental, orientadas a incidir sobre las macro redes que se forman desde las esferas pública

(grupos, organizaciones e instituciones) y política (Martínez, s.f.).

2.5 Los modelos de educación ambiental

La complejidad de los problemas ambientales revela que no es posible estudiarlos y plantear soluciones aisladamente; la sola promulgación de normas, leyes y decretos o el estudio del fenómeno que los origina, no permite analizar las diferentes dimensiones que interactúan como causas de los efectos que se experimentan hoy de la crisis ambiental. En este sentido, conviene considerar un cambio de paradigmas, es decir, un cambio de la idea central que define la educación, así se concuerda con Miguélez (2009), quien propone que el profesor debe ser un animador que buscará que sus alumnos analicen y propongan estrategias de solución a “situaciones problemáticas de la vida, teniendo en cuenta todas las dimensiones del ser humano: inteligencia, sensibilidad y cuerpo, esto le permitirá llevar a sus alumnos “a lo que pueden llegar a ser” (p. 130), como agentes activos en los procesos de cambio de actitudes frente a la relación con el ambiente.

Por ello, las Instituciones Educativas (IE) deben incorporar las características que definen su contexto social en el diseño de acciones que permitan mejorar el desempeño ambiental de sus procesos. Esto representa un esfuerzo organizado, amplio y continuo, por parte de los actores claves, en la gestión para la generación de conocimientos, actitudes/hábitos y buenas prácticas ambientales.

Así, implementar un modelo de educación ambiental en una institución educativa se convierte en la oportunidad idónea para educar a la comunidad, transmitir conocimiento sobre las características ambientales del territorio, identificar las diferentes situaciones que pueden estar presentándose, que denotan un detrimento en el patrimonio ambiental y que demandan el cuidado y la preservación del medio ambiente.

Por tanto, el modelo de gestión ambiental escolar debe basar sus estrategias en el rol transformador de la educación y la función sustancial de la escuela, que es educar, no solo en conocimientos de un área específica, sino

también inculcar competencias ciudadanas, orientadas a fomentar la responsabilidad social que tienen todos los individuos respecto a la necesidad de concientizar las condiciones ambientales del planeta y el llamado urgente a participar activamente en la protección de su entorno.

Aunado a estas ideas, deben agregarse diferentes tipos de sistemas de gestión ambiental que sirven de modelo y son ampliamente utilizados por las organizaciones como herramientas, para facilitar los controles de los impactos que generan. En efecto, la definición de sistema de gestión es abordada en los siguientes términos:

Los Sistemas de Gestión Ambiental se han definido como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí que funcionan juntos para lograr el objetivo de administrar efectiva y eficientemente aquellas actividades, productos y servicios de una organización, los cuales, tienen o pueden tener un impacto sobre el ambiente (Welford, 2013 p. 62).

En tal sentido, los elementos constitutivos del modelo de gestión ambiental escolar pueden integrar los diferentes sistemas de gestión, y con ello, su relevancia en el mejoramiento de los procesos. Cárdenas (2010) destaca los componentes y las ventajas de dos sistemas de gestión ambiental, ampliamente utilizados por las organizaciones actuales: el modelo ISO 14000 (International Organization for Standardization) y el modelo EMAS (Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría).

A nivel internacional, el modelo ISO 14000 es el de mayor aplicación, no obligatorio sino voluntario, es decir, cada organización decide si implementa los estándares y elementos que propone este modelo. El principal objetivo de la serie de normas ISO 14000 reposa en la protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación; su diseño fue elaborado con base en el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar).

Por otro lado, el modelo EMAS solo puede ser aplicado por organizaciones

industriales de los estados miembro de la Unión Europea y su carácter es regulatorio. El propósito específico de este modelo es promover la mejora continua del comportamiento ambiental de las organizaciones, mediante la implantación de sistemas de gestión ambiental, la evaluación sistemática y objetiva, y la difusión de la información sobre el desempeño ambiental de la organización.

La implementación de cualquiera de estos modelos, específicamente en el caso de que las organizaciones deseen certificarse, exige la provisión de recursos financieros y la participación comunitaria para el logro de este objetivo.

No obstante, a pesar de que cada uno de estos sistemas reclama una serie de elementos y requerimientos para su aplicación, y que son ampliamente aceptados mundialmente, el grado de conciencia ambiental que generan estos modelos no es todo lo esperado. En la realidad, se diseñan e implementan modelos adaptados a los requisitos necesarios para obtener la certificación, con la finalidad de satisfacer los deseos del cliente, lo cual desestima el propósito fundamental de los modelos de gestión ambiental que es incentivar el mejoramiento continuo y el compromiso con la prevención de la contaminación.

Quedan evidenciados, así, elementos clave que aclaran conceptos y sostienen las explicaciones requeridas para abordar la investigación; destacándose así, la construcción de un modelo que promueva y consolide la sostenibilidad ambiental.

Complementado a lo anterior, en el siguiente apartado se proporciona a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones, relacionados con el objeto de estudio y las variables, referido a la realidad problemática, cuyo ordenamiento resulta útil para el propósito de la investigación.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Este capítulo introduce al lector en el tema de estudio, desde una perspectiva teórica pertinente al problema de investigación, incluidos los principales conceptos que se desarrollan y la fundamentación que guía el estudio. La revisión literaria consistió en la extracción y recopilación de la información de interés donde se muestra el resultado del marco teórico.

3.1 Consideraciones generales sobre educación ambiental

Los orígenes de la educación ambiental se sitúan en los años 70's, cuando surge en el contexto mundial una seria preocupación ante la desestabilización de los sistemas naturales, lo cual evidencia la insostenibilidad del paradigma de desarrollo industrial o desarrollista y exhorta a la comunidad internacional a plantear la necesidad de operar cambios en las ciencias, entre ellas, las ciencias de la educación, con el objetivo de proporcionar respuestas a los crecientes y novedosos problemas que afronta la humanidad (García & Jaula-Botet, 2020).

La expresión *educación ambiental* fue utilizada inicialmente en Estocolmo, en el año de 1972, durante la realización de la conferencia internacional sobre el medio ambiente; convocada por las Naciones Unidas y considerada el primer foro mundial del ambiente en el mundo. En la misma, se plantearon los peligros ecológicos generados por el desarrollo imperante y se le otorgó gran importancia a las diferencias existentes entre los países desarrollados y pobres, así como a la industrialización desproporcionada y al crecimiento acelerado de la población (Zabala y García, 2008).

Son diversas las definiciones que recibe el término, sin embargo, una de las más difundidas la plantea Sauv e y Orellana (2002 p.225), la cual refiere la educaci3n ambiental como “una compleja dimensi3n de la educaci3n global caracterizada por

una gran diversidad de teorías y prácticas que abordan desde diferentes puntos de vista la concepción de educación, de medio ambiente, de desarrollo social y de educación ambiental”.

En este sentido, el desequilibrio ambiental no está solamente ligado a la dimensión de los recursos; usar y conservar es ahora una situación multidimensional, de complejidad social y de carácter sistémico, que se deriva de las nuevas relaciones sociedad-naturaleza. Ahora, es indispensable entender el territorio como valor estratégico de una nación, ya que su gestión y puesta en escena de lo natural, paisajístico y cultural, integran una visión holística hacia un proceso de desarrollo sostenible (Pineda, 2015).

Así, la conferencia intergubernamental sobre educación ambiental, realizada en Tbilisi (URSS), en 1997, ofrece la directriz de adoptar una perspectiva holística que incluya la dimensión sociocultural, ecológica, política, económica, a fin de abordar los desafíos ambientales a través de la educación; intención que requiere la integración disciplinar, denominada por Morín (1999) *complejidad del conocimiento*. También, exhorta la transformación de los enfoques pedagógicos, anclados en la enseñanza sustentada en la acción y en los problemas; de allí, la concepción de educación ambiental como instrumento para brindar conocimientos y corregir comportamientos del hombre hacia la naturaleza; hecho que incentiva la reconstrucción de una humanidad que respete las condiciones y el normal funcionamiento de los ecosistemas, convirtiéndose en una estrategia para alcanzar el desarrollo sostenible (Vega y Álvarez, 2005).

Numerosos esfuerzos se han incorporado en la creación de corrientes y modelos dentro del campo de la educación ambiental; todos parten de una preocupación compartida por el medio ambiente y el reconocimiento del papel central de la educación en el mejoramiento de la relación con este último; sin embargo, los diferentes autores proclaman diferentes discursos sobre educación ambiental y proponen diversas maneras de concebir y de ejecutar prácticas

educativas en este campo. A cada corriente la distingue características particulares, pero se observan zonas de convergencia, pues muchas teorías o modelos de educación ambiental integran rasgos de dos o tres corrientes (Sauvé, 2005).

Por otra parte, Miranda (2016) destaca que la teoría general de sistemas permite un abordaje desde la complejidad, con lo cual se integra la observación a los diversos componentes de un todo y la forma en que estos se relacionan e interactúan. En la educación, adquiere especial significado la cibernética, la cual permite al personal docente una práctica reflexiva y la toma de decisiones pedagógicas, didácticas y curriculares, fundamentada en la autoobservación e introspección. Estos enunciados, inmersos en una propuesta constructivista, posiciona la docencia universitaria en una nueva perspectiva que privilegia más los procesos colectivos y el contexto, y limita al estudiantado y al personal docente pasivo.

Estas consideraciones, focalizadas en el ámbito educativo, específicamente, en espacios de formación docente, motivan la pregunta: ¿Cómo abordar en el aula los problemas ambientales locales, más allá de una visión lineal y mecanicista, que fomente procesos de reflexión crítica y movilice otras actitudes sobre la realidad? (Becerra, 2014).

Una estrategia para sensibilizar y generar conductas arraigadas, en las futuras generaciones, consiste en abordar el tema de la sustentabilidad y cuidado del medio ambiente en la educación escolar; pues, en este proceso pedagógico no solo se acrecienta el acceso a fuentes y tipos de información, sino que se divulgan colectivamente y se orienta mejor la comprensión de mensajes ambientales complejos, como el cambio climático (McCrigh, 2017).

Mientras, Aguilar (2016) presenta la educación ambiental como un proceso fundamental en el desarrollo de los niños, puesto que esta les transmite contenidos éticos e intelectuales que les permiten resolver y comprender de manera óptima los

problemas socio-naturales; por ello, la conveniencia de que la educación ambiental se califique tema transversal en el currículo, cimiento de todas las actividades formativas.

Bajo esta óptica, Mora (2015) manifiesta que el diseño de currículos por competencias estandarizadas contrasta con los currículos implementados para resolver problemas socioambientales y desarrollar capacidades humanas. El despliegue de sus contenidos amerita la ejecución de proyectos educativos formativos que impulsen el reencuentro complementario de la naturaleza con el ser humano, como forma de afrontar los problemas socioambientales localizados y no solo competir en pruebas estandarizadas.

La decisión del individuo de actuar en pro del ambiente, cuyas consecuencias son perceptibles a largo plazo, se explica en los efectos sociales que pueda experimentar, traducibles en beneficios directos o a través de los que obtendría al actuar en equipos humanos (Paramo, 2016).

Torres (2002) especifica en el texto *La educación ambiental en Colombia*, que la educación ambiental se ha venido posicionando como una invitación a reinventar el papel de padres, maestros, alumnos, trabajadores, vecinos, gestores y tomadores de decisiones, entre otros, coadyuvante en la promoción de una ética de la convivencia y de la responsabilidad, cuya naturaleza ciudadana reconozca la pluralidad del carácter multiétnico, y por consiguiente, facilite una comunicación fértil y fluida que contribuya, significativamente, en la proliferación de caminos y aproximaciones sobre la sostenibilidad ambiental y los cambios fundamentales que hoy requiere el país.

Chagollan, López y Ávila (2016) identificaron 4 componentes fundamentales de la educación ambiental, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 1*Componentes de la Educación Ambiental.*

Fundamentos ecológicos	La finalidad de este nivel es proporcionar al estudiante información acerca de los sistemas terrestres de soporte vital, es decir, el alumno aprende reglas que están presentes dentro de la vida ecológica y procura respetarlas
Percepción Conceptual	En esta instancia, el estudiante que profundiza y comprende la educación ambiental, debe aprender que no basta simplemente con entender a los sistemas terrestres de soporte vital, sino que también debe tener consciencia de que las acciones que llevan a cabo los seres humanos también pueden afectar a las reglas, teniendo en cuenta que el conocimiento de estas reglas puede condicionar o guiar las conductas de las personas
Investigación y evaluación del problema	Esto significa aprender a investigar y evaluar problemas que impliquen situaciones ambientales, lo cual se torna una necesidad imperante, porque muchas veces resulta fácil confundirse con respecto a cuál es el comportamiento más responsable frente a diversas problemáticas ambientales
Capacidad de acción	Este nivel propone principalmente la capacidad de dotar al estudiante con las habilidades y actitudes necesarias para poder actuar y al mismo tiempo ser capaz de prevenir los problemas ambientales futuros, enfatizando en que el origen de las crisis actuales y venideras está ocasionado principalmente por el ser humano

Nota: Adaptación de información tomada de Chagollan, López y Ávila (2016).

La educación ambiental, en las instituciones educativas, se ha convertido en

una tarea específica del área de ciencias naturales, sostenida en una programación que no delimita ni enfatiza contenidos escolares que logren desarrollar, en los alumnos, cambios en pro del ambiente. No posibilita la proyección hacia la comunidad con objetivos claros acerca de la formación en actitudes, aptitudes, hábitos y comportamientos ambientales, solo se plantean proyectos ambientales dentro de cada escuela a escala micro, coordinados desde el área de ciencias naturales sin buscar una relación con factores externos más cercanos, desperdiciando con ello, el conocimiento cotidiano de la comunidad (Gutiérrez, 2015). Esta proyección resalta, por tanto, la necesidad de incluir, dentro del alcance de la educación ambiental, el enfoque socioecológico.

La UNESCO, en 2014, manifestó que las múltiples amenazas asociadas a la degradación ambiental y el cambio climático han adquirido un carácter urgente sin precedentes. Estima que difundir los conocimientos, inculcar valores, promover creencias y modificar actitudes, le otorga un sólido poder a la educación para transformar estilos de vida y conductas perjudiciales para el medio ambiente. A medida que resulta más evidente la responsabilidad de las actividades humanas en la degradación ambiental y el cambio climático, particularmente, las nocivas consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero, aumenta la atención que se le adjudica a la educación y el aprovechamiento de las potencialidades que esta brinda. Resulta evidente que una de las funciones más determinantes que puede desempeñar la educación es reforzar los procesos de reflexión y comprensión sobre los fundamentos científicos del cambio climático y de otras cuestiones ambientales.

Este propósito requiere la exploración y el ensayo de nuevas formas de interacción y convivir, lo cual remite a una transformación multidimensional del ser humano y “su conocimiento, emociones y afectos hacia el mundo natural” (Najmanovich, 2017 p. 26). Igualmente, De la Peña-Consuegra y Velásquez-Ávila (2018) señalan que la teoría general de sistemas permite un abordaje desde la complejidad, con lo

cual se integran la observación y los diversos componentes del sistema hombre (cuerpo, alma, espíritu y vida en comunidad) en un todo (Hernández-Jiménez, 2015), así como la forma en que estos se relacionan e interactúan con los elementos del sistema natural (Sotolongo, 2017).

-

Desde esta perspectiva, en el ámbito educativo, surge la interrogante: ¿Cómo formar actitudes en el marco de los contextos locales que promuevan la reflexión y sensibilización ciudadana frente a la conservación del ambiente en cuatro municipios del Departamento de Santander?.

También, Pérez-Mora y Gértrudix-Barrio (2020) aseveran que una intervención didáctica en el aula de clases, en la cual participan los actores del proceso educativo, puede lograr un mayor conocimiento y sensibilización respecto a los diferentes retos socioambientales del desarrollo sostenible.

3.2 Aproximación a las concepciones teóricas de ambiente, entorno y desarrollo sostenible

La concepción epistemológica de los términos medioambiente, ambiente, medio y entorno, ha sido abordada por distintos autores, instituciones o entidades, desde diversos enfoques.

Leff (como se citó en Duval, 2006), señala que el término *ambiente* no puede definirse solo desde los aspectos que describe la ecología, por lo que considera que la percepción del conocimiento y del desarrollo como proceso complejo cimientan el concepto de ambiente. Para delinear su objeto de estudio, Leff expresa que el ambiente es una nueva dimensión que debe atravesar a todos los sectores de la economía, de las ciencias y del sistema educativo, de los valores éticos y el comportamiento humano, por lo que concluye: “El ambiente no es la ecología, sino la complejidad del mundo” (p. 3).

Otros autores manifiestan que el ambiente aparece como un nuevo potencial

de desarrollo, basado en la articulación sinérgica de la productividad ecológica, de la productividad de sistemas tecnológicos apropiados y de la productividad cultural que proviene de la movilización de los valores conservacionistas, de la creatividad social y de la diversidad cultural.

En este orden de ideas, la presente investigación asume el término *medioambiente* como un problema de recursos que proviene de la redundancia de términos similares (ambiente y medio); y con respecto al concepto *ambiente*, sincroniza con la opinión de Leff (2007), la cual manifiesta que el ambiente:

Debe ser referido como un objeto complejo, integrado por procesos de orden natural, técnico y social, cuyas causas y propósitos no pueden absorberse en un modelo global, por complejo, abierto y holístico que se pretenda, pues cada uno de ellos atiende a un contexto específico.

Es decir, no es posible delimitar la definición del término ambiente; sin embargo, es necesario su estudio, a través de las características de los elementos que lo integran, desde una perspectiva sistémica que tenga presente que las problemáticas ambientales tienen su origen en una compleja trama de relaciones entre los diferentes contextos que describen el ambiente (social, económico, político, educativo, ambiental y cultural).

El estudio de las temáticas ambientales, específicamente lo correspondiente a la educación ambiental, tiene como objeto conducir al desarrollo sostenible de las comunidades, catalogado como el resultado de los diferentes esfuerzos por generar crecimiento económico y bienestar social en una comunidad específica, sin deteriorar el patrimonio ambiental de las futuras generaciones. Por ende, el diseño de un modelo de educación ambiental debe estar orientado por las raíces ambientales, sociales, económicas y políticas, que fundamentan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Desde la óptica holística de la educación ambiental, puede inferirse que todos los ODS deben incorporarse al análisis del problema; de allí, que se identifique como parte del diagnóstico socioambiental el estudio de estas

dimensiones.

Con base en lo expuesto, esta investigación concibe como sistema los contextos de cada uno de los cuatro municipios; al que alude, además, como objeto de estudio. Su delimitación es determinada por la localización geográfica de los escenarios, un entorno inmediato específico que presenta límites imaginarios, pero incluye una serie de interrelaciones entre los componentes biofísicos de los ecosistemas, las comunidades que allí habitan (barrios, veredas), las diferentes actividades económicas que se desarrollan en la zona y que impactan (positiva o negativamente) la calidad ambiental del contexto; es decir, están consideradas todas las interacciones de acción directa que pueden influir o se ven influidas.

3.3 Educación como estrategia de aproximación para entender la complejidad de la crisis ecológica y el ambiente

Respecto a los efectos negativos de la globalización económica sobre el ambiente, Novo (2009) asevera que pueden ser contrarrestados, a través de una formación dirigida a los niños, jóvenes y adultos, fundamentada en la adopción de una perspectiva alternativa.

Este cambio alude a la comprensión intelectual del mundo, pero también a los valores con que nos aproximamos a él, a la reivindicación de los aspectos sensoriales y afectivos para interpretarlo, a la aceptación de que el conocimiento puede y debe construirse no solo en los ámbitos disciplinarios, sino también en los márgenes del sistema, en los territorios de frontera; allí florecen los encuentros más fecundos en lo que se podría denominar los *ecotonos del saber* (Novo, 2009).

Se infiere, entonces, que no debería existir un concepto conexo de educación y educación ambiental, la educación debe ser ambiental (Rengifo, 2012). Rezagada quedó la creencia de que el ambiente y su enseñanza son capítulos obligatoriamente ligados a áreas de conocimiento, relacionadas a las ciencias

naturales y bajo un claro enfoque antropocentrista, como es quizás el abordaje que se le ha aplicado a toda la temática conectada con la naturaleza y los seres vivos que la integran.

En la actualidad, la educación ambiental es considerada como una potente herramienta para solucionar los múltiples problemas medioambientales y para posibilitar la reconstrucción de una humanidad que respete las condiciones y el normal funcionamiento de los ecosistemas; una humanidad que reconozca los límites que deben existir entre las relaciones hombre-naturaleza, que comprenda que el crecimiento no puede ser infinito; por lo que integrar la dimensión de la problemática ambiental en la educación se convierte en una tarea imperiosa, como indica Molano, particularmente, porque es necesario combatir el:

Conformismo cognitivo y cognoscitivo, pero existe un conformismo más difícil de afrontar que estos: el conformismo cultural. Las huellas culturales traen consigo paradigmas, que se “normalizan” y eliminan discusiones sobre los conceptos básicos de los que están hechos. Todo ser humano está marcado por una huella cultural que primero se imprime en la familia, luego en la escuela y luego en la vida profesional-laboral (Molano, 2012, como se citó en Cantú, 2014 p.42).

La educación ambiental debe ser visualizada en ese contexto; examinarla requiere el conocimiento de sus dimensiones, puesto que esta óptica marca el espectro de análisis y profundización en los cambios actitudinales de las personas y su interacción con el ambiente. Esencialmente, debe promover la reflexión profunda del accionar del hombre con el planeta; sus hábitos, costumbres y actitudes; la forma de concebir al mundo en el que habita; sus conflictos sociales, culturales, políticos y económicos en un mundo de diversos contrastes. Y es que la educación debe incentivar a la humanidad a replantear su forma de vida y proveer procesos formativos para conservar; esto es lo que desde una visión holística representa “Conservar la vida en su conjunto”, independientemente de la especie.

Vale enfatizar su transitado y largo recorrido; también, su diversificación en distintas corrientes que remarcan unos u otros aspectos, pero siempre centrada en

los seres humanos y en sus relaciones intraespecíficas, es decir, el hombre y su relación con el espacio que habita. Los movimientos educativos, incluso los críticos y liberadores, han girado, históricamente, en torno al antropocentrismo o la superioridad ontológica del ser humano, con respecto al resto de la naturaleza. Esta característica, heredada de la cultura occidental y del modelo de desarrollo económico implementado en países como Colombia, ha justificado por cientos de años el abuso por parte de la humanidad en sus relaciones con la naturaleza, sopesando las necesidades del ser humano sobre el medio natural, hecho que le permite al hombre modificar y adaptar los espacios con el propósito de poder desarrollar sus capacidades y mejorar sus condiciones para la convivencia social (Novo, 2009), sin tener presente su responsabilidad ética sobre el ambiente (Sánchez-Romero, 2017).

3.4 El desarrollo sostenible y sustentable

El creciente número de habitantes en el planeta extrema su demanda sobre los dones de la naturaleza, a fin de satisfacer las necesidades y los desbordados deseos de las personas. Por tanto, el deterioro del medio ambiente se ha convertido en un tema cada vez más significativo y regularmente citado en numerosos espacios internacionales. Esta admisión progresiva exhorta la precisión de un término que abarque el tema ecológico en correlación con el concepto de desarrollo; por eso surgen, con apropiada pertinencia, las expresiones *desarrollo sostenible* y *desarrollo sustentable*.

Si bien, son atribuidas a diferentes autores, en distintas épocas de la historia, y en ocasiones suelen emplearse en contextos parecidos, el primer término pretende, interrelacionar el desarrollo económico con el cuidado y la preservación del ambiente (Gracia-Rojas, 2015 p.7), de ahí que una de sus definiciones más conocidas exprese que el principal objetivo del desarrollo sostenible es “buscar satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro”. Esta referencia demanda la consideración de tres factores claves: el hombre y/o sociedad, el desarrollo

económico y productivo, y el ambiente. Además, el desarrollo sostenible debe ser pensado a largo plazo, cónsono con sus beneficios progresivos y permanentes.

En el caso del desarrollo sustentable, su enfoque o alcance está relacionado, directamente, con el ambiente y todos los elementos que lo integran, específicamente, el medio natural; su finalidad es beneficiar a la sociedad actual y evitar afectaciones a las generaciones futuras; todo ello, enmarcado dentro de un entorno donde el ser humano protege, conserva o preserva sus principales características y potencialidades.

López, López y Ancona (2005) aclaran que los términos sustentable, sostenible, sustentabilidad, desarrollo, solos o combinados, se incorporan en los discursos como una forma de conciliar el crecimiento económico y el equilibrio del ecosistema y su connotación en los espacios académicos, políticos, económicos, así como en grupos ecologistas, ambientalistas, indigenistas, etc. Dentro de sus características, se encuentra una su elevada capacidad productiva, determinada por una compleja estructura de producción competitiva, capaz de sostener niveles de desarrollo, eficiencia en el uso y utilización del ambiente para evitar su extinción, e incluso, mejorar los niveles de vida o bienestar de los seres humanos.

En el campo del desarrollo sostenible ha emergido gran variedad de definiciones, las cuales se han difundido a lo largo de la historia. La más generalizada surgió en la comisión Bruntland, en 1987; allí describe al desarrollo sostenible como una acción que busca satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras; con ello se intenta alcanzar un equilibrio en el consumo global, a través de la sinergia entre los bienes y servicios ofrecidos por los ecosistemas y la demanda de los mismos por la sociedad; y con ello, no comprometer los servicios ecosistémicos.

La humanidad se ha percatado de que el ecosistema es un sistema abierto que permite las interacciones desde y hacia afuera; sin embargo, aunque sus límites son imaginarios, las relaciones entre el hombre y la naturaleza son limitadas, dadas las restricciones de orden natural que presentan los ecosistemas, lo cual implica

grandes responsabilidades. El concepto de desarrollo sostenible, como se ha venido estructurando en función de las nuevas realidades, obliga a compaginar las visiones ecológica, económica y ética para obtener un verdadero desarrollo ambiental y humanamente sostenible, destinado a satisfacer necesidades de generaciones presentes y futuras (Guardela y Barrios, 2006); una misión que amerita trascender de la visión antropocéntrica a la visión ecocéntrica.

La configuración de este panorama exhorta a los gobiernos a diversificar los esfuerzos para inculcar valores ambientales a la sociedad, y por ende, reflexionar sobre la realidad que actualmente confronta el mundo, debido al cambio climático y la consecuente alteración de los fenómenos naturales, inducida por la proliferación desmedida de actividades antropogénicas, que han producido transformaciones y/o perturbaciones en los diferentes componentes bióticos y abióticos de los territorios.

La UNESCO (2012) recomienda a todos los programas para el desarrollo sostenible, considerar los tres ámbitos de la sostenibilidad: medio ambiente, sociedad y economía, así como también la dimensión subyacente de la cultura; puesto que el desarrollo sostenible se adecua a los contextos locales de estos tres ámbitos, motivo por el cual adopta formas muy variadas en todo el mundo. A pesar que esta consideración, se mantiene la visión de crecimiento infinito en un planeta con dones finitos; al mismo tiempo destaca los ideales y principios que constituyen la sostenibilidad, tales como equidad entre las generaciones, equidad de género, paz, tolerancia, reducción de la pobreza, preservación, restauración del medio ambiente y justicia social.

3.5 La huella ecológica como un instrumento de educación ambiental

Desde mediados de los años 70's, a nivel mundial, se ha percibido el aumento de la preocupación por las señales de agotamiento que, progresivamente,

se han ido advirtiendo en la capacidad física del planeta para soportar la voracidad sistemática de la superproducción y el sobreconsumo de bienes naturales. Esta problemática precisa la consideración de indicadores que proporcionen información acerca del impacto humano sobre la capacidad de los sistemas naturales para abastecer al planeta de los bienes y servicios ambientales esenciales; y así, garantizar la calidad de vida, la equidad y el desarrollo sostenible de las comunidades. Existen cientos de estos indicadores de sustentabilidad de los ecosistemas; uno de ellos, ampliamente implementado como instrumento de educación ambiental, lo constituye la huella ecológica.

El concepto de Huella Ecológica fue desarrollado en la Universidad de British Columbia's, a principios de los 90's y fue popularizado por Wackernagel y Rees (McDonald, G. y Patterson, M, 2003, p. 3). Esta herramienta consiste en la estimación de la conversión de los patrones de consumo de un país, una ciudad o un individuo a hectáreas de la tierra biológicamente productiva.

Es decir, la huella ecológica se expresa, entonces, como “la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano promedio de una determinada comunidad, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de dónde estén localizadas estas áreas” (Wackernagel, 2001 p.7) esta definición parte del supuesto de que la actual distribución de la superficie terrestre biológicamente productiva es óptima cuando, en realidad, un cambio en la misma podría elevar la producción de la superficie terrestre biológicamente productiva y reducir el déficit aparente (Azqueta, Delacámara, Santamaría y Tirado, 2005, p.97)

De igual manera, Leiva-Mas y Col. (2011), definen el indicador Huella ecológica como “el área de territorio ecológicamente productiva (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población determinada” (p.47).

Por otra parte, McDonald y Patterson (2003) afirman que la huella ecológica es por tanto, un indicador del total del costo ecológico (en unidades de área de tierra) resultante del suministro de bienes y servicios a una población humana, en su cálculo se tiene como base de análisis que las personas no sólo requieren de la tierra para la producción agrícola, sino que además, demandan de carreteras, edificios, etc y de otros bienes y servicios que son producidos por el sector industrial (p. 3).

En cuanto a su cálculo, la revisión del estado del arte, permitió evidenciar que existen diferentes metodologías, que cada una se adapta a las condiciones del objeto de estudio y a la información disponible o qué pueda ser levantada durante el tiempo de análisis. Así, dentro de las experiencias analizadas se destacan la de Torres y Col. (2011), quienes desarrollaron el análisis de la huella ecológica en el Zoológico de Cali.

Para la estructuración de la metodología, Torres y Col. (2011, p.57), partieron de la elaboración de un proceso global que determinó los lineamientos de la investigación, lo que permitió abordar el proceso para el diseño de la herramienta específica requerida para el cálculo de la huella ecológica, el instrumento de cálculo consistió en establecer cada una de las exhibiciones, vistas como procesos, considerar las actividades operacionales en términos de tareas, actividades, decisiones y recursos requeridos.

Leiva-Mas y col. (2011), adaptaron la metodología propuesta por López Álvarez, contemplando las siguientes categorías de análisis, Consumo de recursos naturales, Agua, Construcción de edificios, Energía eléctrica, Energía calorífica, Cogeneración, Movilidad, Papel, Producción de residuos Urbanos no peligrosos y peligrosos (p.48), para el cálculo de las emisiones de CO₂, emplearon factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes utilizadas a escala internacional y la fijación media de carbono para un terreno forestal cubano (p.49).

McDonald y Patterson (2003), desarrollaron un marco basado en el análisis de entrada-salida que (a) proporciona una estructura para el cálculo de la huella ecológica, (b) permite el cálculo de la huella ecológica huella a nivel regional (subnacional), y (c) hace explícito interregional apropiación de tierras biológicamente productivas. Esencialmente, el método requiere el cálculo de componentes de la huella ecológica definidos por la siguiente ecuación:

$$\text{Huella ecológica} = \alpha + (\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) + \lambda$$

En donde,

α : Tierras apropiada dentro de la región

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: tierra apropiada de otras regiones (1...n), y

λ : tierra apropiada internacionalmente

En general, el cálculo del indicador Huella ecológica, contempla cinco dimensiones básicas:

- Superficie construida: cantidad de hectáreas utilizadas para urbanización, infraestructuras o lugares de trabajo.
- Superficie necesaria para proporcionar alimento vegetal.
- Superficie necesaria para pastos que alimentan ganado.
- Superficie marina necesaria para producir pescado.
- Superficie de bosque necesaria para servir de sumidero de las emisiones de CO₂ generadas por el consumo energético.

Por siglos, la humanidad cultivó un pensamiento común, referido a la cualidad inagotable de los bienes y servicios de los ecosistemas al servicio del hombre. No

obstante, el acelerado desarrollo de los países industrializados, los sistemas actuales de producción, el crecimiento de la población, la velocidad y la facilidad de permear en la sociedad la publicidad dirigida a convertir a las personas en un sistema de consumidores masivos y sumisos, han agudizado la degradación del ambiente, situación evidente en los síntomas actuales de la crisis ecológica.

Es imprescindible mejorar los estilos de vida, ya que en esta medida el ciclo de regeneración de los ecosistemas retorna a la normalidad y disminuye la presión negativa. Las comunidades deben modificar sus posturas ambientales e impulsar acciones que promuevan el uso sostenible de los territorios. Aquí es donde resalta la importancia de la huella ecológica; su valoración de manera individual, regional o nacional sirve de instrumento pedagógico en la implementación de estrategias de educación ambiental; además, es utilizado para analizar y dimensionar los impactos que las personas o colectivos generan sobre el planeta; y a partir de allí, adoptar cambios en el consumo de los bienes ambientales y la necesidad de reconocer los valores intrínsecos de la naturaleza.

3.6 La necesidad de conformar comunidades sostenibles

La degradación ambiental del contexto urbano y rural de Colombia y del Departamento de Santander revela la restringida gobernanza y gobernabilidad del territorio, de la biodiversidad y, especialmente, del agua como eje de vida y desarrollo (Gobernación de Santander, 2016). Así, el crecimiento económico del país y del departamento ha representado un reto significativo a la capacidad de gestión ambiental nacional (OCDE/CEPAL/ONU, 2014). Sin embargo, los diferentes esfuerzos institucionales activados en el país, desde la creación del Sistema Nacional Ambiental en los años 90's (Ley 99, 1993), no han logrado los resultados esperados, pues el fin último radica en que la implementación de estrategias propendan a disminuir eficazmente el impacto negativo de las actividades humanas sobre el ambiente y generar una conciencia ambiental colectiva, específicamente, en un momento donde las consecuencias del inadecuado uso de los recursos naturales son visibles, traducibles en la afectación directa o indirecta de los

habitantes, establecidos en los diferentes territorios de Colombia.

Por tanto, el gran desafío para el país lo constituye la creación de comunidades sostenibles; acción que amerita un radical cambio de percepción y pensamiento (Capra, 2009). La fundamentación de los principios epistemológicos y filosóficos de la educación ambiental representa el camino a seguir; sus aportes permiten comprender las problemáticas ambientales desde el análisis de los contextos (locales, regionales y nacionales), racionalizarlas y tomar decisiones propicias de conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente. Es este enfoque interdisciplinario y global la vía más adecuada para resolver el reto de las comunidades sostenibles.

Esta pretensión ha conllevado a la creación de la Política Nacional de Educación Ambiental, reglamentada a través de la Ley 1549 de 2012, en la cual se reconoce la Educación Ambiental (EA) como un proceso dinámico y participativo, orientado a la formación de personas críticas y reflexivas, habilitadas con capacidades para comprender las problemáticas ambientales de sus contextos (locales, regionales y nacionales). De igual manera, la promulgación del Decreto 1743 de 1994, cuyo ordenamiento instaura los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), sostenidos en la creación de una conciencia con el fin de mejorar, preservar y conservar el medio ambiente, la calidad de vida y el buen uso de los recursos naturales; acciones que, adicionalmente, minimizan los factores de riesgo que puedan presentarse por inadecuada gestión o agotamiento.

El mismo Decreto, en su artículo 4°, expone la necesidad de que las instituciones de educación superior, en conjunto con las secretarías del Medio Ambiente y de Educación, presten asesoría y proporcionen el apoyo requerido a los centros educativos de su jurisdicción, en la coordinación, control y ejecución de los PRAE. Con ello, se logra operacionalizar el objetivo de incluir la dimensión ambiental en los Proyectos Educativos Institucionales y acompañar su desarrollo, previa aplicación de diagnósticos ambientales coherentes con la realidad de cada

institución.

La activación de estos procedimientos se convierte en una oportunidad para formular e implementar un modelo, a través de la educación ambiental, que demuestre los beneficios de los Proyectos Ambientales Escolares, cuya articulación estratégica con el respaldo de los semilleros de investigación y la capacitación de los docentes y estudiantes, coadyuve en la resolución de problemas ambientales específicos dentro de los escenarios escolares.

Resulta indispensable, en la ejecución de este programa, la sensibilización hacia una conciencia ambiental colectiva de estudiantes, docentes y padres de familia, que propicie la gobernanza del territorio y favorezca la consolidación de comunidades sostenibles, en las cuales las instituciones educativas, además de cumplir con las disposiciones del Decreto 1743 de 1994, también respeten la normatividad ambiental que las rige, en términos de vertimientos, emisiones y uso de servicios ecosistémicos.

3.7 Herramientas estructurantes de la educación ambiental

Desde que el hombre se hizo la primera pregunta acerca de sí mismo, la naturaleza o el cosmos, hasta hoy, la educación siempre ha estado íntimamente ligada a su devenir, bien como instrumento para la comprensión del mundo o como herramienta para transmitir su legado de comprensiones a los otros e ir construyendo la cultura social. La educación, entonces, es concebida como una modalidad que los hombres han ideado para construir su humanidad (Weinstein y Col., 2006), alcanzar un alto grado de bienestar y contribuir a la sana convivencia entre ellos (Avendaño, 2013). Educación y conocimiento, conocimiento y educación, son los dos pilares sobre los que la humanidad asienta sus procesos transformadores (De Jesús y Col., 2007).

Sin embargo, a pesar de las transformaciones profundas experimentadas en

las últimas décadas, en todas las esferas (social, cultural, política, económica y tecnológica) y de la proliferación de modelos y teorías para resolver los problemas de la educación, respecto al entorno de aprendizaje, la educación y la pedagogía han quedado ancladas a los viejos parámetros, como si el mundo no hubiese evolucionado (Avendaño, 2013). Esta afirmación se comprueba al descubrir y analizar el carácter renovador de la educación y su rol como agente de cambio social (Niebeles, 2005), así como la situación actual de la humanidad, caracterizada por la presencia de la desafiante crisis civilizatoria, enraizada al desmoronamiento moral (Bergoglio, 2015), la pérdida de la función socializadora y transformadora de la educación (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2012) y el acelerado e irracional consumo del planeta tierra.

En cuanto al tema de educación ambiental actual, existen varias perspectivas; algunas promueven enfoques erróneos sobre la formación ambiental integral, desligándola de su propósito pedagógico y su participación en el refuerzo de la gestión ambiental, aspecto prioritario en el mejoramiento de este paradigma social y considerado estrategia en el campo de educación. Leff (2003) señala al respecto:

La cuestión ecológica irrumpe en el escenario político, científico y educativo como uno de los problemas más importantes del fin de siglo. La educación ambiental ha venido ocupando cada vez mayores espacios de reflexión y de actuación para comprender los cambios globales de nuestro tiempo y para preparar nuevas mentalidades y habilidades, capaces de resolver los problemas ambientales, abriendo el camino hacia un futuro sustentable, equitativo y democrático (p.1).

Las diferentes ramas del saber juegan un papel primordial, ya que canalizan la oportunidad de conjugar nuevos conocimientos y lineamientos educativos, a partir de la articulación de nuevas tendencias ambientales globales, dirigidas a fomentar la optimización continua de un sistema enmarcado en fundamentos legales, degradado por la ausencia de compromiso y gestión de los entes educativos que obstruye el desenvolvimiento de los procesos organizativos ambientales, su

adecuado uso y conservación.

Los PRAE, configurados en torno a referentes teóricos y técnicos, bases de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se erigen en herramientas potenciales para perfeccionar el desempeño ambiental de las comunidades educativas. Expresa Leff la conveniencia de activar su funcionamiento adosado a una pedagogía que denomina *política*, lo cual implica que los proyectos se visualicen dentro de un contexto más generalizado y funjan como requisito básico del compromiso ambiental acordado por docentes y líderes; un pacto que debe involucrar formas éticas y sociales que refuercen la adopción de actitudes ambientalistas renovadoras.

La complejidad de los PRAE se advierte en la construcción de nuevos valores, actitudes, acciones y compromisos emanados desde diversas disciplinas que fortifican la gestión ambiental, cuyo resultado se traduce en la creación de ámbitos renovados y formulados de acuerdo con la normatividad vigente colombiana.

Vale acotar que los procesos de formación ambiental deben ser integrales en su diagnóstico; este carácter abarcador incide en la identificación precisa de las fortalezas y debilidades de los docentes que coordinan los PRAE, en las instituciones de educación media.

Las teorías de educación y de medio ambiente que sustentan los PRAE se adicionan, complementariamente, a métodos de enseñanza activos, críticos, constructivos, y emprenden en conjunto un proceso de aprendizaje adjunto a las prácticas sociales, cuyo producto deviene en la construcción de un conocimiento dinámico y participativo, suficiente para atender cualquier tipo de situación ambiental que pueda presentarse. En esta diligente alianza se concentra una oportunidad de mejoramiento y transformación constante de los procesos actuales sobre el empleo de recursos naturales y su conservación dentro de prácticas eficientes y apropiada gestión institucional, garantes del cambio y el desarrollo sostenible.

El logro de estos propósitos requiere del desarrollo y disposición de espacios comunes de reflexión entre instituciones, organizaciones y comunidades para contribuir en el análisis de las problemáticas, y así, aportar estrategias de intervención y proyección de propuestas de solución a las dificultades ambientales concretas (Carrasco, 1996).

Uno de estos importantes espacios fue fundado en el año 2017, en el marco del Convenio Interadministrativo No 1360-17, celebrado entre el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) y la Gobernación de Santander. El resultado de esta coalición fue la conformación de la Red de Colegios Sostenibles, entendida como la interacción entre los diferentes Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) y los programas ambientales, planificados y desarrollados por las instituciones de educación media (IEM). Su finalidad reposa en la formación de seres sociales con conocimiento y consciencia de las potencialidades y brechas de las características ecológicas de sus territorios; pues solo así puede consolidarse un pensamiento integral que genere ambientes de cambio y una concepción sólida del pensamiento humano, donde la educación ejerza como eje fundamental del desarrollo sostenible.

Este tipo de estrategias presentan antecedentes de experiencias significativas y exitosas, en diferentes partes del mundo. Están fundamentadas en las corrientes y modelos que emergieron con la definición de escuelas verdes y escuelas libres europeas; proyectos desarrollados entre las décadas de los 70's y 80's en Alemania, Dinamarca y Francia; además, orientados por los principios de la pedagogía libertaria y de los teóricos de la desescolarización.

También, se registran experiencias exitosas más recientes. Perales, Burgos & Gutiérrez (2014) publicaron un estudio sobre la figura educativa de las ecoescuelas, en el contexto de los países iberoamericanos. En él se reporta una revisión de la literatura y la novedosa utilización simultánea de dos metodologías: el metanálisis documental y el análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

Por su parte, Cincera & Krajhanzal (2013) presentan los resultados de la evaluación del programa ecoescuelas en la República Checa. Analizaron los factores que intervienen en las respuestas de los alumnos ante situaciones complejas de su vida cotidiana, relacionadas con el consumo de agua y energía en sus hogares.

Se detectó que el nivel de competencia de la acción difiere entre niños y niñas y entre miembros y no miembros de la comunidad educativa de las ecoescuelas. Igualmente, se demostró el grado de importancia de la participación de los alumnos en la toma de decisiones de las escuelas.

Otra experiencia fue referenciada por Tönük & Kayihan (2013), quienes examinaron la introducción de sistemas de gestión ambiental en escuelas primarias de la ciudad de Estambul, en el marco de la norma ISO 14001/EMAS y del programa Ecoescuelas. Los hallazgos encontrados revelaron que las escuelas presentan un desempeño exitoso en relación con el transporte sostenible, seguridad en la escuela y propiedades sostenibles de los materiales utilizados en la construcción; sin embargo, su desempeño resulta inadecuado en términos de aprendizaje y enseñanza, en temáticas asociadas a la educación y a la gestión ambiental.

3.8 Los principios de la ecosofía andina como bases conceptuales del modelo de educación ambiental

La concepción de la naturaleza de la filosofía occidental descubre las diferentes definiciones del mundo natural (racionalidad orgánica y racionalidad mecánica); la primera, referida a la relación naturaleza-hombre como una disyuntiva en donde existe la inmortalidad del alma racional y una existencia espiritual, solo aspiradas, exclusivamente, por el hombre-varón. Se imponen sus necesidades o interés sobre las mujeres, niños, esclavos y toda la naturaleza extrahumana, condenados a volver al seno del gran organismo natural de la materialidad.

Por el contrario, la vida en la racionalidad mecánica es representada por un fenómeno mecánico, con todas las consecuencias para la medicina, el trato de animales, plantas y el ecosistema como una megamáquina ciega, insensible y objetiva. Este último modelo presenta una contradicción: si el organismo cósmico sufre y está enfermo, el ser humano también (Estermann, 2013).

Cualquiera de las dos concepciones devela la imposición del pensamiento occidental, introducido en los países andinos en la época de la conquista y preservado, desde ese momento, en el diario vivir de sus pueblos, por lo que en parte no se reconocen las posibilidades que brinda la ecosofía andina como solución a la crisis civilizatoria.

Así, diferentes autores concuerdan con Estermann (2013), al considerar la ecosofía andina como una manera de armonizar las dimensiones que conviven en el ser humano (natural, social y económica); definida como “El cuidado y la conservación del equilibrio cósmico y espiritual, el aprovechamiento de los medios de producción (tierra, minerales, aire, agua, mano de obra) y las costumbres de consumo, mediante la aplicación de algunos principios como correspondencia, complementariedad, reciprocidad y ciclicidad.” (p.3).

Esta concepción surge, porque la vida no se restringe al mundo andino, a los seres vivos, en sentido de la filosofía occidental, sino que abarca a todo el universo en sus diferentes dimensiones y estratos. Se infiere, entonces, que al hablar de una solución sostenible a la problemática ambiental, a través de un modelo de educación, es necesario comprender que el hombre y la naturaleza están rigurosamente interconectados; no es posible un desarrollo humano o económico sin un aprovechamiento responsable y limitado de los recursos naturales.

Facilitar la equidad, a nivel global, y el logro de objetivos de desarrollo sostenible, por parte de las naciones del mundo, para mejorar su calidad de vida, para “vivir bien”, amerita la reconsideración urgente de la convivencia cósmica y la rehabilitación de la tierra, sin perjudicar a la mayoría de la humanidad o a las futuras generaciones. En este sentido, la ecosofía andina propone los siguientes principios:

- Concientizar que los dones brindados por la naturaleza no son ilimitados; por el contrario, su manejo adecuado requiere que se identifique a la tierra como una casa común y única para todos los seres vivos y las diferentes relaciones que se desarrollan entre ellos.

- Entender la sostenibilidad como aquel proceso que conlleva a renovar los medios consumidos y usados y ponerlos a disposición de las futuras generaciones.

- Adoptar la posición de que el ser humano es un guardián de la naturaleza y no un explotador o consumidor.

- Vivir bien requiere que exista armonía con la naturaleza, entre lo religioso y lo profano, entre la vida y la muerte, entre el crecimiento económico y los inventarios ambientales.

- Romper el paradigma capitalista del crecimiento ilimitado y entrar en sintonía de que el universo es un organismo, en el cual todos sus componentes se encuentran ineludiblemente relacionados.

En el trayecto transitado se sustentó teóricamente el estudio, a través del análisis de un conjunto de conceptos, definiciones y proposiciones vinculadas entre sí, configurando una perspectiva sistemática y fundamentando la construcción de un modelo de educación ambiental que promueva la sensibilización ciudadana frente a la conservación de la biodiversidad.

En el capítulo siguiente, se plantea la metodología de la investigación; en ella se especifica el tipo y los instrumentos de investigación pertinentes al contexto de estudio.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

En este capítulo se definen la ubicación, el enfoque metodológico, los materiales y equipos, así como la metodología. Se aborda cada etapa de los objetivos planteados y se explican los procesos a realizar de manera holística. Este trabajo riguroso está fundamentado en una perspectiva interpretativa, centrada en la comprensión del objeto de estudio.

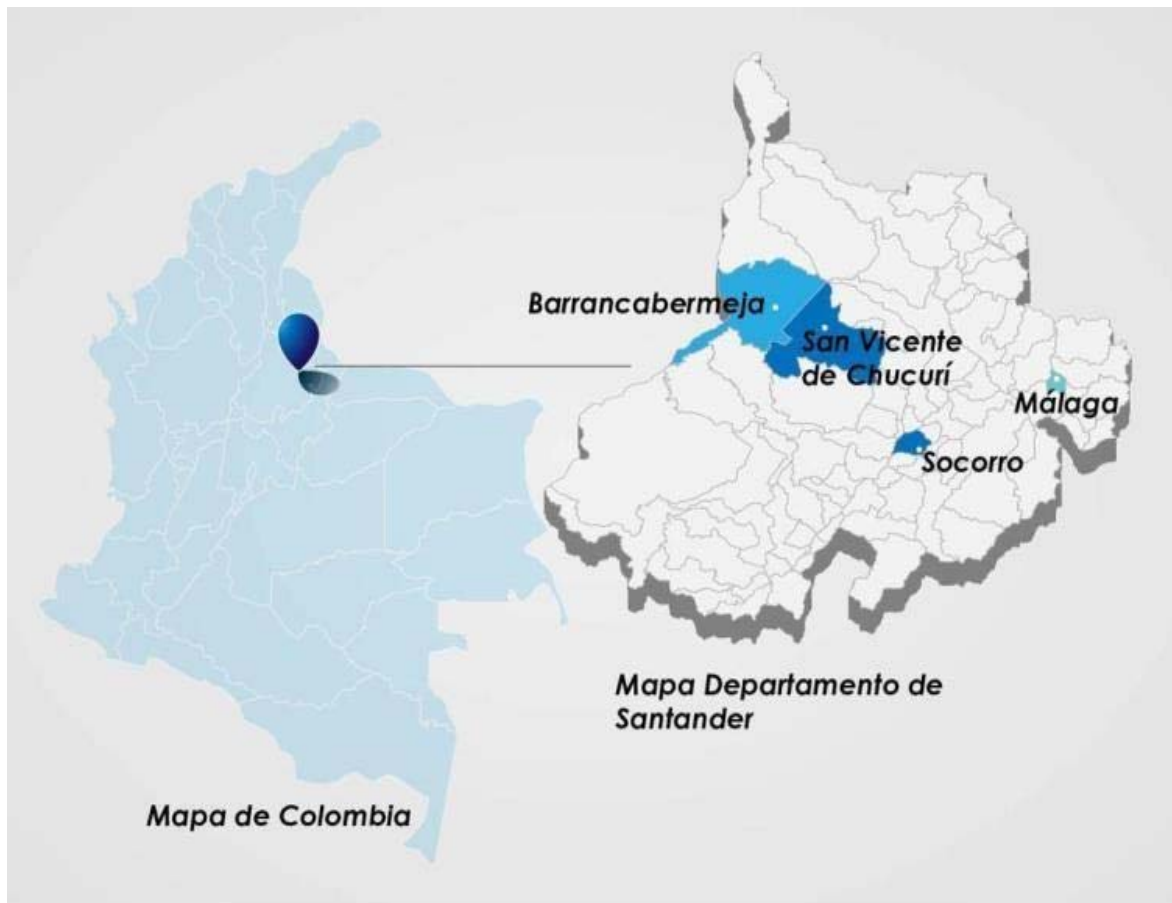
4.1 Ubicación

La investigación se desarrolló en cuatro municipios del Departamento de Santander, el cual está localizado en la zona central de Colombia, en la cordillera de los Andes; su extensión territorial abarca 30.537 km², correspondientes al 2,6% del territorio nacional. Posee una gran variedad de pisos térmicos y alturas que van desde los 100 m hasta los 4000 m.s.n.m; y sus temperaturas promedian entre 9 y 32 °C. El departamento tiene 87 municipios y su capital es Bucaramanga, zona que se constituye en el principal centro urbano de Santander, específicamente, el Área Metropolitana de Bucaramanga (además de la capital, se incluyen los municipios de Floridablanca, Piedecuesta y Girón).

La Figura 2 reporta la ubicación del Departamento de Santander dentro del mapa de Colombia, allí se advierten los municipios de interés elegidos: Barrancabermeja, Socorro, Málaga y San Vicente de Chucurí. La selección de estos cuatro (4) municipios, sobre la zona total del departamento, estuvo motivada por el alcance y objeto del Convenio Interadministrativo No. 1360 de 2017, celebrado entre el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) y la Gobernación de Santander (Colombia), denominado *Santander Bioecológico*, acuerdo que enmarcó la presente investigación.

Figura SEQ Figura * ARABIC 2

Ubicación del proyecto



Nota: Elaboración propia.

4.2 Enfoque metodológico

La concepción metodológica facilitó el análisis y la discusión de las variables que conforman la problemática a estudiar. El enfoque articuló la visión de lo particular (desde el análisis de rasgos socioambientales y cálculo huella ecológica) y lo general (las características, potencialidades y brechas que permiten describir la compleja problemática ambiental de los cuatro municipios estudiados y el contexto departamental y nacional); de lo concreto (las estrategias de educación ambiental implementadas en cada municipio y en cada Institución) y lo abstracto (la apropiación social del conocimiento en las comunidades, objeto de estudio). La

metodología exploró la cambiante dinámica de relaciones entre los actores sociales y el entorno. En virtud de las consideraciones previas, el estudio realizado corresponde al enfoque de investigación cualitativa, de tipo exploratorio y descriptivo, y empleo de técnicas de análisis documental. La naturaleza de esta perspectiva determina su intención, la cual apunta a:

Describir las características más importantes de un determinado objeto de estudio con respecto a su aparición y comportamiento, o el investigador buscará describir las maneras o formas en que este se aparece o diferencia de él mismo en otra situación o contexto dado”. Además, es exploratoria, porque utiliza la técnica investigación-acción; y busca la participación de todos los actores implicados en la problemática ambiental particular, desde sus competencias responsabilidades, necesidades, aspiraciones e intereses, individuales y colectivos, generalmente, asociados a sus ideas sobre el desarrollo. (UNAM, 2017 p).

El análisis de los resultados de la situación actual ecosistémica e institucional o diagnóstico, proporciona información relevante para asistir el planteamiento de otras investigaciones y para desarrollar formas adecuadas de enfrentarse a ellas.

4.3 Unidad de análisis

La población seleccionada está constituida por cuatro municipios del Departamento de Santander: Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, Socorro y Málaga.

4.4 Fuentes de información

Primarias: Constituidas por actores sociales, colectivos concedores del contexto local que integran el Estado, los sectores productivos, la sociedad civil y la academia, presente en cada municipio.

Secundarias: Corresponden a las fuentes documentales, tales como documentos oficiales, a nivel nacional, departamental y municipal, así como estudios realizados a nivel internacional, nacional, departamental y municipal, cuya

información suministre datos sobre antecedentes, estudios, mediciones de los fenómenos e indicadores estadísticos.

4.5 Metodología

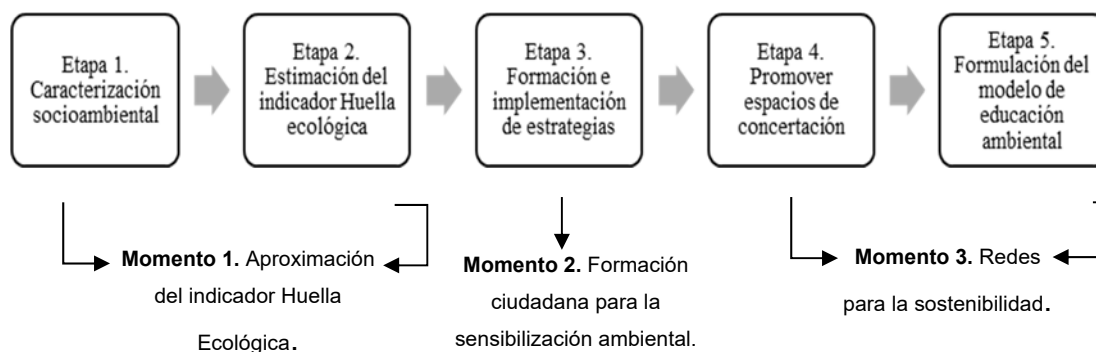
La investigación está fundamentada en la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, canalizada mediante reflexiones dialógicas, comprensivas, interpretativas y complejas, orientadas en suministrar respuestas a las preguntas planteadas y a los objetivos del estudio propuesto.

El diseño metodológico inició desde la incertidumbre y el desconocimiento, luego la construcción del recorrido metódico y estratégico, apoyado en la perspectiva sistémica y el pensamiento complejo; conformado por los diferentes elementos que constituyen la vasta red de actores y sus interacciones, insertos en el entorno y en las diferentes situaciones y problemáticas ambientales que afrontan los cuatro municipios.

Así, el diseño metodológico contempló tres momentos principales (Figura 3), como se proyecta a continuación.

Figura SEQ Figura * ARABIC 3

Metodología General.



Momento 1. Aproximación del indicador de Huella Ecológica: Estrategia de

medición continua e indicador de evaluación.

En 1995, los urbanistas Rees y Wackernagel (1996) introdujeron el concepto de huella ecológica, definido como “la superficie de territorio ecológicamente productiva necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida determinado” p. 34. Esta es una herramienta de cuantificación ecológica, utilizada como indicador para determinar si el espacio ocupado por las poblaciones humanas va más allá de su territorio geográfico y de la apropiación del capital natural mediante su consumo ecológico, el cual utiliza las áreas de terreno como unidad de medida.

Actualmente, tanto las empresas como las ciudades de muchos países, utilizan este indicador, caracterizado por su alto potencial pedagógico, para comparar el consumo de un determinado sector de la sociedad con la limitada productividad ecológica de la tierra. Es así que, con la huella ecológica, se evalúa un determinado modelo de vida y se expresa en hectáreas por persona y año, cuya representación apunta a la superficie de tierra necesaria para asimilar los impactos de las actividades del modelo de vida que se analiza.

En el desarrollo de la investigación se incluyó la estimación de la huella de cuatro municipios del Departamento de Santander: Barrancabermeja, San Vicente, Socorro y Málaga; enmarcado dentro del pensamiento complejo, en el que se incluyeron el análisis de lo general, la caracterización socioambiental de los cuatro municipios y su articulación con las condiciones particulares (cálculo de la huella ecológica individual), así como la aplicación de los instrumentos contables desarrollados por Warckemagel & Rees (1996). A continuación, se describe la metodología de cada etapa:

Etapa 1. Caracterización socioambiental

“Las interacciones entre la totalidad y las partes no pueden ser analizadas fraccionando el sistema en un conjunto de áreas parciales que correspondan al dominio disciplinario de cada uno de los elementos” (García, 2006, p. 88)

Tabla 2

Elementos evaluados para la construcción de la caracterización socioambiental

Componente	Definición	Variable
Características generales del municipio	Información básica de cada municipio corresponde a: localización geográfica y extensión territorial, límites, clima, división político-administrativa	Generalidades
Social	Conjunto de factores vinculados a la interacción de las personas y la vida de las comunidades. Incluye todas aquellas características que se relacionan con la garantía de los derechos de las poblaciones, por ejemplo, el acceso a los servicios públicos, la cobertura en educación, aspectos culturales que inciden en la implementación de proyectos o desarrollo de políticas públicas	Demografía Salud Servicios Vivienda Cultura
Educación	Responde a las características que describen el acceso a la educación, nivel de formación de la población, cobertura del sistema educativo	Nivel educativo general básica y media, educación superior y educación para el trabajo y el desarrollo humano
Económico	Son las variables que permiten identificar las principales dinámicas económicas de un territorio o comunidad y cómo estas inciden en el desarrollo social y el equilibrio del medio natural	Diversificación económica Turismo Empleo Actividades económicas
Ambiental	Se refiere a las características que describen el estado del medio natural, es decir, la descripción cualitativa y cuantitativa de las condiciones actuales de los ecosistemas estratégicos ubicados o con	Uso y vocación del suelo Agua Calidad del aire Biodiversidad Gestión

influencia directa en el área de estudio

del riesgo

Finanzas públicas	Las características relacionadas con este componente se relacionan con las políticas que instrumentan el gasto público y los impuestos, así como los recursos destinados a desarrollar proyectos ambientales	Inversión pública
Conectividad y desarrollo competitivo	Está compuesto por indicadores que, por una parte, describen las condiciones de las vías de transporte y los escenarios de conectividad y proyectos nacionales con incidencia en la región. Y, por otra, por los proyectos estratégicos para el municipio, el departamento y la región que inciden directamente en los índices de competitividad	Conectividad y macroproyectos

Para Morín (1999) la complejidad es la unión entre la unidad y la multiplicidad, por tanto, el análisis de las interacciones entre la totalidad (la compleja problemática ambiental de los cuatro municipios estudiados) y las partes (los elementos que la describen, características, causas y efectos), no puede ser fraccionado. Así, se seleccionaron las características y variables a estudiar, incorporados los diferentes componentes destinados a levantar una línea base para identificar las problemáticas o situaciones ambientales de los cuatro municipios, a las cuales se aplican las estrategias de implementación del modelo de educación ambiental. Los rasgos estudiados se definen a continuación:

La Figura 4 resume la metodología utilizada en la construcción de la caracterización socioambiental, con base en los señalamientos de Lcart y Canela (1994), relativos a la revisión documental. El levantamiento de la información primaria utilizó metodologías de Análisis Estructural (MICMAC) y Análisis GAP, descritas más adelante.

Figura SEQ Figura * ARABIC 4

Metodología caracterización socioambiental



- Definición de los objetivos de la revisión: Como temáticas centrales se abordaron los indicadores a evaluar de cada una de las variables descritas en la Tabla 2. Dado el carácter descriptivo del estudio, las preguntas formuladas son del tipo, ¿qué se sabe del tema?, ¿cuáles son las principales fuentes de información?, ¿cuál es la información más reciente disponible para libre consulta sobre las variables a evaluar?

- Búsqueda bibliográfica: Posterior a la definición de los objetivos, se consultaron diferentes fuentes de información documental, como planes de desarrollo municipales y departamentales, documentos de planeación y ordenamiento territorial, estudios sectoriales, y otros. En esta etapa, fue implementado el instrumento protocolo de búsqueda y revisión de fuentes de información.

- Organización de la información: Se diseñó el instrumento “Herramientas para recopilación documental”, una especie de bitácora de revisión documental que prescribe los criterios de inclusión y los tópicos relevantes para la investigación, constituidos en objeto de rescate en las fuentes de información. El criterio de organización empleado se estableció según la relevancia o jerarquía detentada por los principales documentos; respaldado, además, en un mapa mental en el que se proyectó su estructura, las temáticas a abordar, dentro del alcance del estudio, y la relación existente entre los elementos más importantes y los niveles de cercanía

expresados entre estos.

El diseño de los instrumentos para la recopilación y/o recolección de información primaria y secundaria asumió como referencia la Metodología Investigación Acción Participativa (IAP), y por ende, los lineamientos propuestos por el maestro Borda f. En esta fase, se implementó el protocolo de búsqueda y revisión de fuentes de información, como se exhibe en la siguiente proyección:

Tabla 3

Protocolo de búsqueda de información

Idioma	Español, inglés, otros	
Periodo de tiempo	2010 - 2020* Se incluyeron algunos documentos anteriores a este periodo por su importancia e incidencia en el óptimo desarrollo de este estudio	
Términos	Individuales	Barrancabermeja, Socorro, San Vicente de Chucurí, Málaga, demografía, desarrollo, economía, aire, biodiversidad, conectividad, macroproyectos, otros
	Ecuaciones de búsqueda	Se utilizaron diferentes combinaciones con los términos individuales y las características socioambientales a evaluar. Por ejemplo: Plan de desarrollo de Barrancabermeja, demografía San Vicente de Chucuri, actividades económicas Málaga, Biodiversidad Socorro, etc.
Recursos de información	Bases de datos: i) EBSCO Host, Redalyc, Dialnet, Science Direct ii) Google Scholar iii) Repositorio de Universidades: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, Universidad Santo Tomás, Instituto Universitario de la Paz, Universidad Nacional de Colombia, otras iv) Estudios sectoriales: Cámaras de Comercio, Centros de Estudios Regionales (CER), Programa de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio, ONG's (Pantera, Natura), Corporaciones Autónomas Regionales (CAS, COORMAGDALENA), Documentos CONPES, Documentos de ordenamiento territorial, informes del DANE	

Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de títulos y resúmenes • Búsquedas booleanas (con términos individuales y ecuaciones de búsqueda) • Revisión de citas y referencias bibliográficas • Consulta a expertos • Solicitud de información a las alcaldías
Normas de revisión	<ul style="list-style-type: none"> • Se identificaron documentos afines o similares al objeto de estudio • Se alimentó el instrumento Herramientas para recopilación documental
Criterios de inclusión y exclusión	<p>Inclusión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones con información de interés que responda a los objetivos del estudio • Actualidad de la información • Fuentes oficiales de la información <p>Exclusión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentos provenientes de fuentes de dudosa credibilidad o sin relación directa con el alcance del estudio

Por otra parte, la Tabla 4 esboza la estructura del formato que rigió el empleo de la bitácora de revisión de información:

Tabla 4

Herramientas para Organizar la Recopilación Documental.

En cuanto a la información primaria, se aplicaron dos métodos: el análisis estructural (MICMAC) y el análisis GAP:

- Análisis estructural (MICMAC): Se aplica a los análisis estructurales; su ejecución parte de una lista de variables y el análisis de las influencias directas entre sí. El sistema permite la identificación de variables claves del fenómeno estudiado, expuestas mediante gráficos que guían la modelación de dichos análisis, regida a través de la estimación de la incidencia o la dependencia del movimiento de las variables entre sí (directa, indirecta, potencial, de dependencia y de clasificación). La matriz estructural establecida se soportó en la selección de variables identificadas en la caracterización.

Las variables, en sí mismas, no representan valores propios, existen en la medida en que se identifica su relación con las otras. La asignación de valor se realizó en la matriz directa de influencia/dependencia y potencial directa e indirecta, generada por el “software” MIC MAC; apreciación canalizada a través de la pregunta:

¿Existe una relación de influencia directa entre la variable *i* y la variable *j*? Las respuestas a esta interrogante fueron expuestas acordes a los siguientes criterios de calificación: En caso de no existir es cero (0), en el caso contrario, la relación de influencia directa se valorará como: débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (P).

Luego, se estableció la relación de dependencia e incidencia entre las variables, a partir del cruce de variables listadas en la matriz estructural y la determinación de las variables más recurrentes de influencia y dependencia, mediante la utilización del software MIC MAC. El procedimiento finalizó con la estimación de la fuerza del movimiento de las variables entre sí (directa, indirecta, potencial, de dependencia y de clasificación).

- Análisis GAP: La identificación de brechas ameritó la consideración de la información relacionada con los macroproyectos departamentales y los factores de cambio que fueron identificados por los actores sociales. Se seleccionaron los

actores clave en cada municipio, previa recolección de información para facilitar su contacto; posteriormente, se planificó un taller participativo, al cual fueron convocados los actores anunciados, con el propósito de validar la información de la caracterización y conocer las tendencias de desarrollo futuro de cada municipio.

Las brechas fueron identificadas mediante un análisis tipo GAP o análisis de brecha, iniciado con la situación actual a analizar, a partir de las variables relevantes identificadas en la caracterización y los factores de cambio reportados por los actores sociales del municipio.

También, se consideraron los macroproyectos relevantes en el municipio, obtenidos, igualmente, en la caracterización, los cuales proporcionaron la futura visión del estado deseado, es decir, "lo que debería ser". A partir de allí, se administraron cuatro talleres (uno por municipio) de discusión grupal, en torno a la pregunta ¿Qué tan lejos estamos de dónde queremos estar?, cuyas respuestas fueron planteadas a través de una escala de valores, sustentada en cinco niveles de medición, donde el valor uno es el más fuerte de la brecha y cinco el más débil. Los resultados se presentaron en un diagrama de radar, conocido, también, como diagrama de araña, con el propósito de facilitar la visualización de las brechas.

Adicionalmente, se promovió una amplia participación y consulta de los actores sociales clave de cada municipio y de sus diferentes grupos poblacionales, quienes de manera libre expresaron sus percepciones sobre el territorio, convertidas en bases relevantes para orientar la implementación de un modelo de educación ambiental que cumpla las políticas educativas y ambientales del país, además, fomente y apoye la sensibilización en la conservación, manejo y uso sostenible de los ecosistemas y su biodiversidad; y, así, disminuir la huella ecológica en el departamento de Santander, bajo un modelo propio que cumpla las políticas educativas y ambientales del país.

Etapa 2. Estimación del indicador huella ecológica: Al igual que en la etapa anterior, se desarrollaron varios momentos.

Momento 1. Estudio de la huella ecológica en los municipios de Málaga, San Vicente, Socorro y Barrancabermeja: utilizó la metodología de Ress y Wackernagel (1996), la cual se adapta a las condiciones de los municipios bajo exploración, en donde el cálculo se hace a partir de la suma de las huellas particulares de las distintas necesidades de la población y la necesidad de reciclar sus residuos.

A continuación, se exponen los diferentes pasos de esta metodología:

Tabla 5

Pasos para el cálculo de la huella ecológica

Sub Huellas	Características
Energía	Cultivos, pastos, mar, bosques, superficie construida
Área de absorción de CO ₂	Superficie de bosque necesaria en la absorción de la emisión de CO ₂ producida por el consumo de combustibles fósiles, y destinada la producción de energía. Se contabilizan consumos en la producción de bienes, gastos en vivienda y transportes, entre otros
Cultivos	Área para producir los vegetales que se consumen. Constituye la tierra más productiva ecológicamente, y genera la mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas
Pastos	Área dedicada al pastoreo de ganado
Bosques	Área en explotación para producir la madera y el papel
Mar productivo	Área para producir pescado y marisco
Superficie construida	Áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras

Nota: Adaptado de Ress y Wackernagel (1996)

Por otra parte, la Tabla 5 expone las características que fueron evaluadas, en función del estudio realizado por García y Bastidas (2012). Debe señalarse que el cálculo de la huella ecológica de un municipio se logra determinando las subhuellas, como se describe a continuación:

Cálculo de la subhuella de energía (área de absorción de CO₂): Se desglosa en los distintos portadores energéticos que utilizan combustibles fósiles, tales como

electricidad, diésel, gasolina, keroseno, GLP, nafta y lubricantes; referencia esta que obvia los consumos de aquellos que se consideran insignificantes a la hora de realizar los estudios. La determinación de esta categoría requirió el consumo anual a combustible equivalente, convertido en la cantidad de kilocalorías que liberan; luego, de kilocalorías a joule; y, por último, a giga joule. Posteriormente, su equivalencia en CO₂ absorbido por hectáreas de bosque. En resumen, el cálculo de la subhuella ecológica energía se realizó como se detalla en los siguientes pasos y formulaciones:

En primer lugar, según los datos recopilados en la categoría de energía, a través de las variables de cada uno de los municipios, se aplicó la siguiente fórmula:

$$CE_i = CPI * C_i * 1000$$

En donde:

CE_i: Consumo de combustible equivalente en (Kg)

CPI: Consumo anual portadores energéticos que utilizan combustibles fósiles (MW*h, t, Kg)

FD_i: Factor de convención toneladas de combustible convencional (t)

Posteriormente, se realizó la conversión de unidades, según la necesidad de los datos encontrados, y posteriormente, se aplicó la siguiente fórmula para llevar estas cantidades a una misma unidad de medida:

$$GJ_i = \frac{CE_i * KC_i * 4186.8}{1000000000}$$

En donde:

• GJ_i: Giga Joule que se representa (GJ).

• KC_i: Kilocalorías que libera en combustible en (Kcal).

4186.8 J/Kg: es una constante que representa la equivalencia de Kilocalorías internacional por Kilogramo (Kcal/Kg).

En la tercera etapa se calculó la subhuella ecológica de energía a cada uno de los productos variables de esta categoría, mediante la siguiente fórmula matemática:

$$SHCi = \frac{GJi}{NH}$$

En donde:

- SHCi: Subhuella Ecológica del Producto (ha/cap/año)
- NH: Número de Habitantes (uno)
- 100 GJ: Cantidad de Giga Joule que absorbe una hectárea al año

Finalmente, se ejecutó la sumatoria de cada uno de los productos o variables de esta categoría, aplicando la siguiente fórmula matemática:

$$SHE = \sum_{i=1}^n SHCi$$

SHEi: Subhuella ecológica de energía (ha/cap/año)

Cálculo de la subhuella de cultivos. Los cultivos se subdividieron en cereales, hortalizas, legumbres, tubérculos y raíces, viandas, cítricos, frutas y otros alimentos, según la particularidad productiva de cada uno de los municipios estudiados; a su vez, estas subcategorías se dividieron en productos específicos. Con estos datos se determinó la subhuella de los cultivos, calculada por la aplicación de la siguiente fórmula:

$$SHC = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CCi}{RCi} + \sum_{j=1}^m \frac{CHOj}{RHOj} + \sum_{k=1}^l \frac{CTRk}{RTRk} + \sum_{p=1}^f \frac{CLp}{RLp} + \sum_{r=1}^b \frac{CVr}{RVr} + \sum_{a=1}^u \frac{CFa}{RFa} + \sum_{b=1}^f \frac{CCTb}{RCTb} + \sum_{c=1}^h \frac{COAc}{ROAc}}{NH}$$

Donde, SHC: Subhuella ecológica de cultivos (ha/cap/año), CCi: Consumo de cereales (kg), RCi: Rendimiento de los cereales (kg/ha), CHOj: Consumo de hortalizas (kg), RHOj: Rendimiento de las hortalizas (kg/ha), CTRk: Consumo de tubérculos y raíces (kg), RTRk: Rendimiento de los tubérculos y raíces (kg/ha), CLp: Consumo de legumbres (kg), RLp: Rendimiento de las legumbres (kg/ha), CVr: Consumo de las viandas (kg), RVr: Rendimiento de las viandas (kg/ha), CVa: Consumo de frutas (kg), RVa: Rendimiento de las frutas (kg/ha), CCTb: Consumo de cítricos (kg), RCTb: Rendimiento de los cítricos (kg/ha), COAc: Consumo de otros alimentos (kg), ROAc: Rendimiento de otros alimentos (kg/ha).

Cálculo de la subhuella de pastos. En el caso de los pastos, se subdividieron en las categorías huevo, leche, queso, carne (bovina, porcina, avícola y ovino-caprino). Y estas, se subdividieron en diferentes subcategorías:

$$SHP = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CBi}{RBi} + \sum_{j=1}^m \frac{CPj}{RPj} + \sum_{k=1}^l \frac{CAk}{RAk} + \sum_{d=1}^{\tilde{n}} \frac{COd}{ROd} + \sum_{p=1}^t \frac{CHp}{RHp} + \sum_{r=1}^b \frac{CLr}{RLr} + \sum_{a=1}^u \frac{CQa}{RQa}}{NH}$$

En el caso de las carnes, se realizó un doble cálculo. Primero, se determinó la cantidad de tierra necesaria para lograr la cantidad de carne consumida, es decir, se efectuó la conversión de kg de carne-hectárea de tierra. Este procedimiento incluyó los consumos de las distintas carnes en el 2016, con base en los datos suministrados por cada municipio.

Los rendimientos fueron proporcionados por las distintas empresas relacionadas con estos productos y establecidas en las localidades elegidas; así como también, por datos obtenidos a nivel internacional. En resumen, el cálculo de la subhuella de los pastos se logró de la siguiente forma:

$$SHP = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CBi}{RBi} + \sum_{j=1}^m \frac{CPj}{RPj} + \sum_{k=1}^l \frac{CAk}{RAk} + \sum_{d=1}^{\tilde{n}} \frac{COd}{ROd} + \sum_{p=1}^t \frac{CHp}{RHp} + \sum_{r=1}^b \frac{CLr}{RLr} + \sum_{a=1}^u \frac{CQa}{RQa}}{NH}$$

Donde, SHP: Subhuella de pastos (ha/cap/año), CBi: Consumo de carne bovina (kg), CPj: Consumo de carne porcina (kg), CAk: Consumo de carne avícola (kg), COd: Consumo de carne ovino – caprino (kg), CHp: Consumo huevos (Miles de Unidades), CLr: Consumo leche (L), CQa: Consumo de queso (kg), RBi: Rendimiento de carne bovina (kg/ha), RPj: Rendimiento de carne porcina (kg/ha), RAK: Rendimiento de carne avícola (kg/ha), ROd: Rendimiento de la carne ovino – caprino (kg/ha), RHp: Rendimiento de huevos (kg/ha), RLr: Rendimiento de leche (kg/ha), RQa: Rendimiento de queso (kg/ha).

Cálculo de la subhuella de mar. En cuanto a los productos relacionados con el mar, fueron clasificados en pescado fresco, pescado envasado, otros alimentos pesqueros, mariscos. La subhuella de mar se calculó con la siguiente ecuación:

$$SHM = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CPF .i}{RPF .i} + \sum_{j=1}^m \frac{CPE .j}{RPE .j} + \sum_{k=1}^l \frac{CAP .k}{RP .k} + \sum_{p=1}^t \frac{CM .p}{RM .p}}{NH}$$

Donde, SHM: Subhuella de mar (ha/cap/año), CPFi: Consumo de pescado fresco (kg), CPEj: Consumo de pescado emvasado (kg), CAPk: Consumo de otros alimentos pesqueros (kg), CMP: Consumo de mariscos (kg), RPFi: Rendimiento del pescado fresco (kg/ha), RPEj: Rendimiento del pescado emvasado (kg/ha), RPk: Rendimiento del pescado (kg/ha), RMp: Rendimiento de los mariscos (kg/ha).

Cálculo de la subhuella de bosques. Determinar la categoría de bosque requirió la agrupación de las superficies forestales en naturales o repobladas; mientras, la categoría de la explotación de la madera ameritó la división en madera, papel, leña. La subhuella de bosque se calculó con la siguiente fórmula:

$$SHB = \frac{\frac{CM}{RM} + \frac{CP}{RP} + \frac{CL}{RL}}{NH}$$

Donde, SHB: Subhuella de bosque (ha/cap/año), CM: Consumo de madera (m³/hab), CP: Consumo de papel (kg/hab), CL: Consumo de leña (m³/hab), RM: Rendimiento de la madera (m³/ha), RP: Rendimiento del papel (m³/ha), RL: Rendimiento de la leña (kg/ha)

Cálculo de la subhuella de superficie construida. Está constituida por el terreno ocupado por las comunidades rurales y urbanas, por los polígonos industriales y por las vías de transporte. El cálculo se utilizó fue:

$$SHSC = \frac{\sum_{i=1}^n TS .i}{NH}$$

Donde; SHSC: Subhuella superficie construida (ha/cap/año), TSi: Tipo de superficie construida (ha).

Cálculo de la huella ecológica total. Finalmente, se sumaron las subhuellas de cada categoría para obtener la superficie de tierra y mar ecológicamente

productiva; ocupada, exclusivamente, con el fin de producir los bienes y servicios consumidos y asimilar los desechos generados por la población. La ecuación global utilizada se muestra a continuación:

$$HET = SHE + SHC + SHP + SHM + SHB + SHSC$$

Donde, HET: Huella ecológica total (ha/cap/año).

Momento 2. Formación ciudadana para la sensibilización ambiental

Centrado en la promoción y generación de una cultura ambiental en el Departamento de Santander. Destacan en esta fase el reconocimiento y valoración del escenario, y con ello, la formación de hábitos de protección, conservación y preservación de la naturaleza. En este segundo momento de la investigación, se ejecutó la Etapa 3, correspondiente a la formación e implementación de estrategias de educación ambiental. A continuación, son descritas las actividades desarrolladas.

Etapa 3. Formación e implementación de estrategias. Enfocada en acciones que promueven la sensibilización ciudadana frente a la conservación de la biodiversidad, en cuatro municipios seleccionados del Departamento de Santander.

Una de las estrategias presenciales desplegada apunta a la formación ciudadana, canalizada a través de un diplomado de 120 horas, ofertado y dirigido a jóvenes y adultos; certificado, además, por el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Su diseño curricular incluyó el bosquejo de seis módulos o componentes de formación, mediante los cuales se potencien procesos de aprendizaje y concientización, por un lado, y se consolide el desarrollo sostenible, apoyado en los aportes de diversos saberes a la conservación del ambiente, por otro. Todo ello, constituido en pieza fundamental para la construcción de un modelo de educación apropiado que responda por el desarrollo cultural y social, en el marco de la sostenibilidad. Este diplomado, también propuesto bajo la modalidad virtual, permitió la participación de la comunidad del Departamento de Santander.

Así, el diseño curricular del diplomado contempló un cumplimiento de 120 horas, distribuidas en 8 horas semanales. Su tiempo de ejecución de quince (15) semanas fueron distribuidas en ochenta (80) horas presenciales, veinte (20) horas prácticas y veinte (20) horas de trabajo independiente, como se advierte en la próxima tabla.

Tabla 6

Estructura general del diplomado

Tipo de Formación	Diplomado
Intensidad horaria	120 horas.
Distribución horas	80 horas presenciales. 20 horas de práctica. 20 horas de trabajo independiente.
Módulos de formación	Módulo I. Energías alternativas Módulo II. Sistemas de producción sostenible Módulo III. Manejo y conservación de la biodiversidad Módulo IV. Infraestructura (vivienda, transporte, servicios). Módulo V. Producción más limpia (PML) Sector empresarial Módulo VI. Gobernanza y políticas públicas.

Los objetivos de formación se presentan a continuación:

Objetivo General: Desarrollar un proceso de formación ciudadana en temáticas que contribuyan al desarrollo y la sostenibilidad del territorio, desde dos ámbitos: presencial y virtual.

La Tabla 7 registra los objetivos específicos por módulo de formación.

Tabla 7*Objetivos específicos de cada módulo de formación*

Módulos	Objetivos Específicos
Módulo I. Energías alternativas	Conocer el marco teórico y legal de Colombia sobre producción y uso de energías alternativas como estrategia para disminuir la huella ecológica y la emisión de gases de efecto invernadero
Módulo II. Sistemas de producción sostenible	Formar integralmente, mediante la apropiación del conocimiento teórico-práctico, para generar destrezas y habilidades en técnicas de producción agrícola ecológica
Módulo III. Manejo y conservación de la biodiversidad	Contextualizar al participante sobre los elementos generales que promueven la construcción de una visión colectiva de desarrollo sostenible y conservación de la biodiversidad
Módulo V. Producción más limpia (PML) - Sector empresarial	Promover la producción sustentable, a través del fortalecimiento de la implementación de la producción más limpia.
Módulo VI. Gobernanza y políticas públicas	Proporcionar, al estudiante del diplomado, herramientas para el análisis de estrategias asertivas para la gobernanza y políticas públicas en función de la sostenibilidad

La metodología de formación utilizada integró la participación, momentos de reflexión, trabajo en equipo y estrategias lúdicas pedagógicas. Entre las estrategias de formación y evaluación empleadas se destacan:

- Charlas magistrales
- Exposiciones individuales
- Mapas conceptuales
- Talleres en grupo
- Trabajos de consulta
- Lectura de textos.
- Murales fotográficos

- Infografías, videos
- Técnicas de simulación social: cambio de roles
- Cartografía social

Las estrategias mencionadas incentivan una mejor apropiación del conocimiento en los participantes, ya que están en constante reflexión, interacción, búsqueda de información y retroalimentación con los docentes a cargo de los módulos. Asimismo, su diseño y la selección de las actividades atendieron las características de la población participante, en los cuatro municipios; así se reporta en la tabla, proyectada a continuación.

Tabla 8

Descripción de la población participante del diplomado

Edad población	Jóvenes entre los 15 y los 28 años de edad y adultos mayores de 29 años
Objetivo	Ser colombiano
Requisitos	Ser docente o padre de familia de una de las instituciones participantes del proyecto. Ser líder comunal o contar con vinculación laboral con las instituciones públicas en cualquiera de los cuatro municipios Saber leer y escribir Realizar el proceso de inscripción mediante el mecanismo que el Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) dispuso para tal fin

Posterior al diseño de las estrategias, se implementaron y evaluaron las acciones formativas y de sensibilización.

Momento 3. Redes para la sostenibilidad.

La articulación interinstitucional y ciudadana es clave en el engranaje de productividad+conservación+cultura=Desarrollo Sostenible. El modelo contempla una estrategia de seguimiento y acompañamiento con grupos focales con la finalidad de establecer las potencialidades y brechas biofísicas de cada territorio participante, determinar el nivel de apropiación social de conocimientos ambientales

en los cuatro municipios participantes, reconocer la perspectiva de desarrollo social y ambiental que identifican las comunidades, escuchar inquietudes, dudas y posibles proyectos o actividades que tengan con respecto a los temas ambientales.

En relación con los momentos 2 y 3, vale indicar que se eligió una muestra de la población, cuyo trabajo conjunto delineó la formulación e implementación del modelo de educación ambiental. 24 instituciones de educación media (IEM), adscritas a los cuatro municipios, conformaron la Red Colegios Sostenibles. La Tabla 9 registra las IEM participantes y su ubicación, según el municipio o zona (urbana, rural) donde se localizan.

Tabla 9

Instituciones educativas

Municipio	Institución Educativa	Ubicación
Barrancabermeja	IE Ciudadela Educativa del Magdalena Medio (CEMM)	Urbano
	IE El Castillo	Urbano
	IE Agropecuario La Fortuna	Rural
	Instituto Técnico Superior de Comercio	Urbano
	Instituto Técnico en Comunicación Barrancabermeja (INTECOBA)	Urbano
	IE Pueblo Regao	Rural
	IE San Marcos El Llanito	Rural
	IE Escuela Normal Superior Cristo Rey	Urbano
	Centro Educativo Los Laureles	Rural
	IE José Prudencio Padilla – CASD	Urbano
	IE 26 de marzo	Urbano
San Vicente de Chucuri	Colegio Integrado Yarima	Rural
	Colegio Integrado Camilo Torres	Urbana
	Colegio Nuestra Señora de la Paz	Urbana
	Concentración Desarrollo Rural José Antonio Galán	Rural
	Institución Educativa Miradores de Llana Caliente	Rural
Málaga	Colegio Custodio García Rovira	Urbana
	Colegio Oficial Nuestra Señora del Rosario	Urbana

	Escuela Normal Superior Francisco de Paula Santander	Urbana
	Instituto Politécnico Monseñor Manuel Sorzano González	Urbana
	Instituto Técnico Industrial Emeterio Duarte Suarez	Urbana
Socorro	Centro Educativo Verdín	Rural
	Colegio Alberto Santos Buitrago	Rural
	Instituto Técnico Industrial Monseñor Carlos Ardila García	Urbana

Etapas 4. Promover espacios de concertación. A través de la construcción e implementación de redes para la sostenibilidad, se generaron espacios de reflexión y articulación, complementados con el desarrollo de estrategias comunitarias, destinadas a motivar el uso sostenible del ambiente.

Razón por la cual se inició con la socialización de la caracterización socioambiental y la evaluación del indicador huella ecológica; respaldada en el diálogo y la discusión de los actores sociales en torno a los retos y compromisos necesarios que deben emprender las comunidades, y así, dar respuesta a las situaciones ambientales identificadas.

Los espacios de reflexión y articulación instaurados fueron los siguientes:

a. Página web red colegios sostenibles. Empleada para expandir la divulgación de actividades y facilitar la interacción entre las 24 instituciones de educación media, pertenecientes a la red.

b. Mesa Educación, Paz y Sostenibilidad. Asumida como ámbito de discusión, reflexión y construcción social.

c. Formación Semilla: Centrada en la sensibilización, capacitación de los estudiantes y consecución de acuerdos e intervención frente a la problemática ambiental de sus colegios.

d. Talleres y campañas ambientales.

Etapa 5. Formulación del modelo de educación ambiental

Con base en los ejercicios de participación de actores sociales, referidos en etapas previas, así como en los resultados de la caracterización socioambiental y evaluación del indicador huella ecológica, se definieron las variables, elementos y líneas de acción a integrar el modelo de educación ambiental. La revisión del estado del arte y los encuentros con expertos facilitaron la construcción de la fundamentación conceptual y epistemológica del modelo.

A partir de la configuración de grupos focales con expertos, asociados a diferentes áreas del conocimiento (trabajadores sociales, ecólogos, ingenieros ambientales y forestales, educadores, otros), se definieron y diseñaron los lineamientos del modelo de educación ambiental, encauzado hacia la promoción y conservación de la biodiversidad, en los cuatro municipios seleccionados.

Este capítulo revela que el estudio, en su conjunto (planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, justificación, estado del arte, marco teórico), induce la sistematización de un enfoque metodológico cónsono con la investigación cualitativa, de tipo exploratorio y descriptivo y las técnicas de análisis documental. Su diseño remitió a tres momentos principales: aproximación del indicador de huella ecológica, formación ciudadana para la sensibilización ambiental y redes para la sostenibilidad; allí reposa la consolidación de un entendimiento profundo y la generación de conocimiento, propósitos expuestos en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO V. ELEMENTOS QUE CONFIGURAN EL MODELO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

“Nunca pude a lo largo de mi vida, resignarme al saber parcializado, nunca pude aislar un objeto de estudio de su contexto, de sus antecedentes, de su devenir. He inspirado siempre a un pensamiento multidimensional”.

(Edgar Morín, 1998, p.23)

Hablar de la actual crisis civilizatoria, a través de un espejo fragmentado en miles y miles de pedazos, es continuar dando vueltas al problema sin solucionarlo. Como manifiesta Capra (2009), en su libro *La trama de la vida*, cuanto más estudiamos los principales problemas de nuestro tiempo, más nos percatamos que no pueden ser entendidos aisladamente. Y es que los problemas que aquejan al planeta se tratan de problemas sistémicos, lo que significa que están interconectados y son interdependientes.

Todos los miembros de un ecosistema están interconectados en una basta y complicada red de relaciones que conforman la trama de la vida. Por ejemplo, mientras el hemisferio sur siga bajo el peso de deudas masivas a las grandes “potencias mundiales”, la depredación de la fauna y flora continuará hasta su extinción, y la pobreza y los márgenes de desigualdad seguirán aumentando hasta ser insostenible el crecimiento de la población.

Por ello, en este capítulo se expone el análisis y discusión de los elementos e interpretaciones realizadas por los actores clave durante los diferentes momentos que integraron la investigación:

Enfoque contextual. Integró la revisión y análisis de la dinámica de cada municipio, allí se identificaron las situaciones y problemas de diagnóstico ambiental (ejes problémicos y temáticos) y el desempeño individual a través de la herramienta de medición de la huella ecológica.

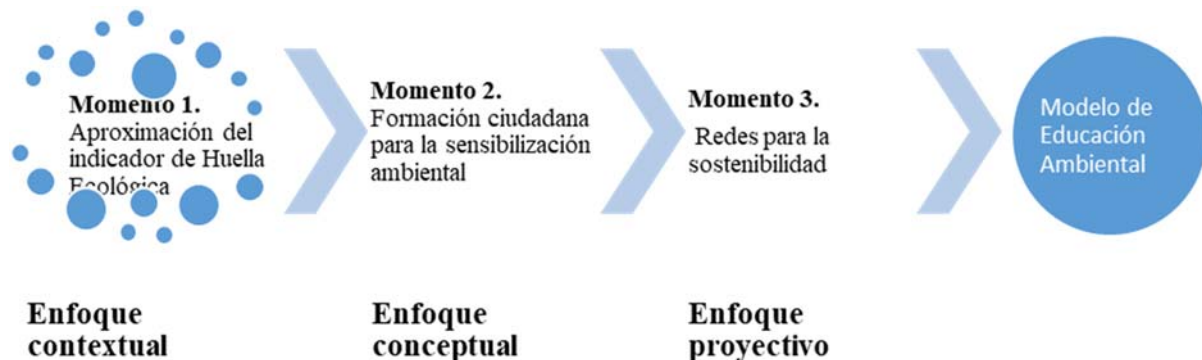
Enfoque conceptual-metodológico. Permitió realizar un análisis de la visión sistémica del ambiente que tienen los habitantes de los municipios, a través de la aplicación de estrategias de formación y sensibilización ciudadana, con el objeto de identificar la complejidad de problemas y potencialidades ambientales de contexto, y de sus impactos en los sistemas naturales y socio culturales.

Enfoque proyectivo. Reveló que la articulación interinstitucional y ciudadana es determinante en la sostenibilidad, a largo plazo, del modelo de educación ambiental, por lo que dentro de esta perspectiva se incorporan las Redes para la Sostenibilidad como estrategia idónea para promover la implementación y permanente actualización de los diferentes elementos integradores que constituyen el modelo.

En la Figura 5 se advierte el flujo del análisis interpretativo de los hallazgos encontrados en los diferentes momentos descritos en el marco metodológico y su articulación con los enfoques que integran el modelo de educación ambiental:

Figura 5.

Hallazgos que configuran la construcción del modelo de educación ambiental



Nota: Adaptado de la aproximación del cálculo de la huella ecológica de los municipios de Barrancabermeja, Málaga, Socorro y San Vicente de Chucurí (2017).

Puede apreciarse que las huellas ecológicas calculadas están por debajo de la huella ecológica de Colombia, la cual corresponde a 1.7 ha/cap/año. Barrancabermeja es el municipio con mayor valor de los cuatro que intervinieron en este estudio, con un 56.16% del valor de la huella nacional. Los municipios de Socorro, San Vicente y Málaga tuvieron valores que equivalen al 17.24%, 30.05% y 39.30% respectivamente de la huella nacional.

5.1 Diagnóstico ambiental y de la aproximación del indicador de huella ecológica como ejes para la definición del enfoque contextual del modelo de educación ambiental

Payne-Sturges y Gee (2014) plantean que el mundo natural, el construido y el social hacen parte del ambiente; por ello, se enfatiza en que el ambiente no se refiere sólo a los agentes físicos, químicos o biológicos, sino que comprende estresores sociales como la pobreza, procesos institucionales como las políticas públicas y, además, factores de resiliencia como, por ejemplo, el capital social.

Por tanto, la construcción de un modelo de educación ambiental debe diseñarse incluyendo las características que describen el medio natural (agua, aire, suelo, biota) y su interacción con los aspectos sociales, económicos, políticos y culturales que se encuentran en un territorio. Adicionalmente, analizarlos desde una perspectiva holística, proyectados desde la complejidad; es decir; considerar aspectos de relacionamiento, costumbres, arraigos, formas de vida, aptitudes, actitudes propias del ser y del hacer del individuo y de este con la naturaleza.

En este marco, se observa la evolución conceptual de *ambiente*, de tal forma que han dejado de considerarse, exclusivamente, sus elementos físicos y biológicos, hasta trascender a una concepción más amplia en la que resalta un cúmulo de interacciones entre sus diferentes aspectos y se acentúan las vertientes económica y sociocultural. Es por eso que, actualmente, se califican como ambientales no sólo los problemas clásicos, relativos a contaminación o al deterioro de la naturaleza, sino también otros más, ligados a cuestiones sociales, culturales y económicas relativas al modelo de desarrollo.

En tal sentido, el análisis de las principales características que describen a los cuatro municipios estudiados (Barrancabermeja, Málaga, San Vicente de Chucurí y Socorro), se expone en el diagnóstico ambiental (documento completo disponible en: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT). Este ejercicio participativo permitió establecer la interrelación entre la dimensión social y ecológica, en virtud de las dinámicas de las actividades y los procesos humanos desarrollados en cada municipio. Algunos puntos coincidentes, dentro de sus economías locales y labores realizadas por las comunidades, incluyen procesos de extracción, ampliación de la frontera agropecuaria, tala indiscriminada de árboles, caza ilegal, pesca, producción de alimentos, entre otros; acciones que amenazan la sostenibilidad del territorio, y por ende, deteriora el medio ambiente.

Enmarcado en este contexto, se presentan los principales hallazgos de las características de cada uno de los municipios, incluyendo consideraciones de orden sociocultural, económico, ambiental, político-institucional, de conectividad y desarrollo competitivo, a fin de identificar las brechas y potencialidades que deben orientar las principales líneas de acción del modelo de educación ambiental:

5.1.1 Caracterización Municipio de Barrancabermeja

El municipio de Barrancabermeja se encuentra ubicado en la Provincia de Mares, al occidente del Departamento de Santander, en la margen oriental del curso medio del río Magdalena, entre dos de sus afluentes: el Sogamoso, al norte y el Opón. Cuenta con 6 corregimientos en la zona rural y 206 barrios en la zona urbana distribuidos en 7 comunas.

Se advierte una propensión al crecimiento poblacional que conlleva un proceso de urbanización en aumento. El comportamiento es coincidente con el crecimiento poblacional nacional, acelerado según los primeros censos y con una leve tendencia al descenso, de acuerdo con la disminución de la tasa de natalidad y el incremento en la esperanza de vida, relacionado con la población del municipio,

cuyas edades oscilan entre los 20 y 34 años. El índice de potencialidad en el municipio se inclina hacia el crecimiento, lo cual indica un aumento en la población económicamente activa.

Con relación al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), se observa una disminución que coincide con el comportamiento nacional. Respecto a los análisis del déficit cualitativo, tanto en el área urbana como rural, se percibe una tendencia a la disminución.

En cuanto a la prestación de los servicios públicos, se experimenta un aumento correspondiente a energía eléctrica y acueducto en el área urbana, y dificultades de cobertura y calidad en la prestación de servicios en el área rural. Respecto a las entidades que prestan servicio en el área de salud, el municipio de Barrancabermeja posee 2 instituciones públicas y 46 instituciones privadas (solo se alcanza nivel III).

Asimismo, el inventario de bienes inmuebles, en el municipio, registra 57 distribuidos en el sector. Dentro del patrimonio cultural inmaterial, destacan 11 eventos festivos, 13 fiestas y festejos tradicionales, entre otros 19 eventos.

En el tema de la educación, debe reseñarse que el índice de cobertura bruta aumentó en todos los niveles, alcanzando el 100%, excepto la educación media vocacional (100 y 110). El análisis de la educación superior refleja una tendencia al aumento desde el 2005 al 2012.

El componente económico se subordina a la conformación de empresas en el sector comercio y servicios. También, prevalece la estructura microempresarial, a pesar de los estímulos que existen para generar industria. La proyección cuantificable de la operatividad empresarial registra que el 93,11% son microempresas, el 5,38% son pequeñas, el 1,19% medianas y el 0,31% grandes.

La promoción del turismo petrolero e industrial, así como las actividades náuticas, se constituyen en sectores importantes para el desarrollo económico local.

Los sectores dinamizadores de empleo resaltantes son el comercial, servicios e industria, cuya progresión está sujeta a los planes de ajuste de los tres sectores, especialmente, articulados al desarrollo local y regional.

La producción de los cultivos permanentes experimenta un incremento en la actividad de siembra de palma de aceite y los beneficios de la siembra del caucho, una vez cumpla su tiempo para recolección. En el caso de los cultivos transitorios, destaca el rendimiento producido por el maíz tecnificado.

La actividad avícola, enfocada en el engorde en granjas productoras, desarrolla seis ciclos de producción al año; aunada a la alta participación del traspatio, lo cual le otorga espacio a la economía informal. Mientras, el inventario caprino reporta un decrecimiento los últimos 5 años. La actividad pecuaria mantiene el comportamiento en las especies bovina, porcina y avícola, incluida la actividad del traspatio. Respecto al sector piscícola, este participa sólidamente dentro del contexto económico del municipio, hecho que lo convierte en importante generador de fuentes de empleo para mano de obra no calificada, principalmente. En lo que respecta al inventario de otras especies, se destaca la ganadería de la especie bufalina, puesto que su participación es de 74,10%.

El análisis de las redes de comercialización evidencia que en el municipio no existe un centro de acopio que regule la actividad de mercado, a través de la oferta y la demanda. La estructura actual se conserva con la intermediación del sector mayorista y las plazas de mercado.

Respecto a los recursos minero-energéticos, conviene señalar que el crudo producido en Barrancabermeja representa el 83% aproximado de lo que genera el departamento de Santander. Allí se observa una tendencia a la disminución de las regalías.

En la revisión de los resultados, inherente al desarrollo de macroproyectos con incidencia en Barrancabermeja, se potencializa el poder económico del

municipio. En algunos de ellos, actuando como actor principal y en otros, asumiendo el rol de facilitador. En total, son 13.

El tema ambiental, específicamente, el aspecto relativo al uso predominante del suelo en Barrancabermeja, indica que el 96,53% es de uso rural, el 2,4% es urbano y el 0,8% corresponde a la expansión (incluyendo zonas de protección-expansión) del territorio hacia el sureste del municipio.

El uso potencial del suelo revela que el más predominante es el asignado a cultivos limpios (26%), lo cual representa una gran ventaja para el municipio, pues permite la viabilidad de la expansión agrícola sin correr riesgos de presentarse fenómenos erosivos. Existen conflictos por el uso del suelo en la zona urbana y rural. Con relación a la conservación y protección ambiental el municipio, destacan dos áreas protegidas reglamentadas; su fin es proteger la biodiversidad y la permanencia en el tiempo de las fuentes hídricas. La riqueza hídrica del municipio reposa, principalmente, en la presencia de ciénagas y del río Magdalena; sin embargo, el suministro para uso humano es limitado.

Los vertimientos de aguas, la producción y refinación de hidrocarburos constituyen las principales fuentes de aguas negras vertidas sin tratamiento; asimismo, se presentan invasiones de zonas por parte de migrantes, situación que deviene en expansión de actividades agropecuarias, manejo inadecuado de residuos sólidos, aprovechamiento forestal inadecuado. El municipio es privilegiado por su amplia biodiversidad en cuanto a mamíferos, reptiles, anfibios, aves y peces, así como bejucos, especies maderables y vegetación pionera.

El componente político institucional se caracteriza por una tendencia al incremento de los ingresos totales, principalmente, los emanados por conceptos tributarios. Igualmente, se evidencia un potencial incremento de las transferencias de la nación, así como al gasto corriente bajo y controlado, en relación con los ingresos corrientes.

Las condiciones actuales de conectividad de la malla vial reflejan que en un 53.9% su estado es bueno y corresponde a 181.96 kilómetros; 111.74 kilómetros de vía es aceptable y remite al 33.1%; mientras, 43.88 kilómetros se encuentra en mal estado, es decir, un 13%. No se evidencian acciones para asistir la recuperación del transporte férreo; las inversiones y la política nacional en este campo no están claras. Asimismo, se observa un macroproyecto que apunta a la recuperación de la navegabilidad del río. En cuanto al transporte aéreo, el municipio dispone de un aeropuerto de único destino, por lo que los altos costos del servicio impiden que este medio de transporte sea utilizado con frecuencia.

En cuanto a la medición de influencia directa, el del Diagnóstico Ambiental https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT, muestra los resultados y discusión del análisis de las tres variables identificadas con mayor impacto: 1) Variable Económica: El crudo producido en Barrancabermeja representa el 83% aproximado de lo que genera el Departamento de Santander. 2) Variable político-institucional: Los ingresos totales tienden a incrementarse, principalmente, procedentes de los ingresos corrientes tributarios. 3) Variable social: La cobertura, en prestación de servicios públicos domiciliarios, revela mayor demanda en los servicios de energía eléctrica y acueducto en el área urbana.

El anexo anunciado, también, indica que las tres variables con mayor dependencia directa sobre las demás variables son: 1) Variable social: El NBI advierte que la disminución de la pobreza en el municipio coincide con el comportamiento nacional. 2) Variable económica: Los sectores dinamizadores de empleo identificados son el comercial, servicios e industria; además, existe interés en el desarrollo local y regional. 3) Variable económica: Las empresas, según su capacidad operativa, se proyectan así: 93,11% son microempresas, el 5,38% son pequeñas, el 1,19% medianas y el 0,31% grandes.

5.1.2 Caracterización Municipio de Málaga

El municipio de Málaga está ubicado en la parte oriental del departamento de Santander, sobre la central del norte, a unos 153 Km de distancia de la ciudad de Bucaramanga, y manifiesta una participación relevante como capital de la provincia García Rovira, con un área de 61 Km² y una población aproximada de 2.9 habitantes por hectárea (Alcaldía del Municipio de Málaga, 2016); además, cuenta con 37 barrios en la zona urbana y 12 veredas en la zona rural.

El Diagnóstico Ambiental https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT, revela que su población está decreciendo, particularmente, aquella localizada en el rango de edades de 0 a 24 años; la incidencia de las minorías étnicas en el municipio no es relevante. Existe una tendencia decreciente de la tasa de natalidad, así como el envejecimiento de la población, justificado por la disminución en la tasa de mortalidad y el consecuente aumento en la expectativa de vida, aunado al fenómeno de la migración hacia otros municipios, específicamente, de los adultos varones jóvenes.

Las cifras asociadas al Índice de Necesidades Básicas (INB) desagregadas para el municipio, se encuentran por debajo de las reportadas por el departamento, a excepción del índice de viviendas en hacinamiento crítico. En el caso de los servicios públicos domiciliarios, la gran mayoría de la población asentada en el área urbana dispone de energía, acueducto, alcantarillado y servicio de aseo, a excepción del gas; mientras, en el área rural existen dificultades para lograr su acceso.

En el municipio se encuentra el Hospital Regional, cuyo nivel de atención es 2 y cubre la localidad y la población de la Provincia de García Rovira. Con respecto al patrimonio cultural, se identificaron 15 bienes asociados al patrimonio tangible,

los cuales abarcan pintura, escultura, bibliotecas, construcciones, entre otros. Desde el punto de vista cultural intangible, se identifican 8 celebraciones, de las cuales 5 corresponden a fiestas tradicionales.

En el ámbito educativo, el municipio de Málaga posee 5 instituciones educativas de secundaria y 19 escuelas, tanto en la zona urbana como rural (Plan de Desarrollo 2016-2019). Igualmente, en el sector educación destaca un aumento progresivo de la cobertura en los tres niveles: preescolar, educación básica primaria y media secundaria. Respecto a la deserción escolar, existe una tendencia que reporta su disminución, en todos los niveles educativos. Mientras, la educación superior es atendida por 4 centros de formación técnica y superior, cuyos inscritos, en el año 2015, totalizaban 2.005 estudiantes matriculados.

En este sentido, destaca la importancia del afianzamiento y calidad de la educación básica, media y superior, y su accesibilidad a todos los sectores; fundamentada en la formación de valores y competencias orientadas a incentivar en la sociedad malagueña una cultura de productividad, competitividad y mejoramiento de sus condiciones de vida.

Con relación al tema económico, el municipio de Málaga se caracteriza, principalmente, por la implantación de economía centrada en el sector agropecuario y comercial; no obstante, en la actualidad, este enfoque económico puede cambiar, dado el mejoramiento de las vías de acceso al municipio y el potencial turístico con el que cuenta la región.

Por otra parte, la agricultura, según cifras registradas por la Alcaldía Municipal, es desarrollada en un área rural de 55.18 km² equivalente a 5.668.62, de las cuales el 55% corresponde a suelos reservados a la explotación agrícola, mientras el 45% del territorio está clasificado como suelos protegidos, es decir, zonas de conservación ambiental.

En cuanto a los cultivos permanentes, proliferan las siembras de aguacate,

café, cítricos. En el caso de los cultivos transitorios, resalta la producción de tabaco, maíz, hortalizas, frijol, cebolla y, en menor proporción, papa y arveja. Su rendimiento y productividad experimentaron una variación importante, tanto en el área sembrada como cosechada, resultado de los eventos climáticos conocidos como fenómeno del Niño y la Niña, cuyo impacto sobre la zona, en los años 2013 y 2014, causó graves afectaciones sobre las cosechas.

El sector pecuario y, en especial, el área de bovinos, proyectó un balance de 7.800 animales, según información reportada en el Plan de Desarrollo Municipal 2016; de los cuales el 67% del lote, correspondientes a 5.304, son machos destinados a actividades de engorde y sacrificio, y el 33% restante son hembras, reservadas, principalmente, a la producción de leche y sacrificio.

Referente al tema del encadenamiento agroindustrial, debe acotarse que el municipio de Málaga no dispone de redes de comercialización formal y son las actividades familiares de autoabastecimiento las que impulsan este renglón económico; por lo que califica como sector poco relevante dentro de la economía local.

Por otro lado, la explotación de recursos minero-energéticos presenta actividades de explotación artesanal de cal, en la vía que conecta a Málaga con el municipio de Concepción; igualmente, extracción de mármol en la vereda Calichal.

El aspecto ambiental está determinado por la expansión de suelos erosionados con pendientes considerables en un 50 % del territorio; rasgo que incide en su improductividad y en la elevación de riesgos de desastres naturales; por lo que son utilizados en cultivos mixtos. Su uso inadecuado lo convierte en tema recurrente y foco de conflicto.

Las áreas de protección y conservación ambiental se encuentran agrupadas en 4 zonas, claramente diferenciadas: área de páramo, subpáramo y bosques altos andinos; microcuena y áreas abastecedoras del acueducto; áreas periféricas a

nacimientos de agua y áreas forestales protectoras de cursos de agua; y áreas de bosques protectores.

La red hidrográfica del municipio forma parte de la subcuenca del Río Servita, cuyo nacimiento está localizado en el páramo de Santurbán, en los límites de los departamentos de Santander y Norte de Santander. El agua proveniente de este río no es apta para el consumo humano, principalmente, motivado a los vertimientos generados por los asentamientos poblacionales existentes en su parte alta; su uso, por tanto, se limita a actividades agropecuarias y generación de energía. El abastecimiento de agua se dispone de ocho fuentes, entre manantiales y quebradas, protegidas por una franja forestal para su preservación. Existen dos plantas potabilizadoras de agua, una principal que abastece a la mayor parte del territorio, y la segunda, que atiende a un pequeño sector denominado María Auxiliadora.

En cuanto al manejo de los residuos sólidos, el municipio de Málaga cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). El territorio genera, en el casco urbano, 314.75 tn/mes. Los residuos orgánicos ocupan un 66% del total. La disposición final se realiza en el relleno sanitario, localizado en la vereda Pescaderito. Con relación al reciclaje, debe señalarse que el cartón era el residuo más reciclado (77,81 kg/mes), en el año 2015, seguido por el vidrio (57,50 kg/mes), la chatarra (45,56 kg/mes) y el papel de archivo (35,88 kg/mes).

Por otro lado, se advierte la pérdida de la biodiversidad, ya que la composición florística original ha sufrido afectaciones por la tala selectiva de los elementos maderables y la intervención humana en el territorio, situación que ha puesto en peligro la fauna asociada a esta zona de vida.

La fauna, en el municipio de Málaga, evidencia gran variedad de especies, las cuales se encuentran amenazadas debido a las prácticas continuas de caza, tanto por los habitantes locales como foráneos. Esta actividad se ejecuta, en algunos casos, con el propósito de obtener una fuente de alimento extra (la mayor amenaza recae sobre armadillos, fara, tinajo y aves, en general).

Con relación al contexto político-institucional, el municipio registra una mejora importante en la gestión de los recursos, por parte del gobierno local, lo cual ha permitido atender las necesidades más relevantes de la población. También, la situación sociopolítica ha prosperado, y ello se refleja en la disminución que ha experimentado el desplazamiento, específicamente, concerniente a la recepción y expulsión de víctimas del conflicto armado, rasgo traducible, además, en evolución del proceso de paz en el departamento y en el país.

La conectividad presenta limitaciones, ya que la ubicación del municipio y las condiciones montañosas del terreno restringen el desarrollo económico y la productividad. La red vial está compuesta, principalmente, por vías terciarias, las cuales unen la cabecera municipal con las veredas, a través de trochas y/o caminos reales, asumidos como senderos ecológicos impregnados de un valor cultural importante para el territorio; no obstante, su mantenimiento resulta limitado, dadas las dificultades de accesibilidad y comunicación que presentan.

En cuanto al transporte local y regional, la zona cuenta con rutas de transporte terrestre intermunicipal que ofrecen servicios a los pobladores del municipio y sus alrededores. En el caso del transporte aéreo, existe un aeródromo, pero no dispone de una torre de control por ser un aeropuerto no controlado; por tanto, el control de entrada y salida se cumple bajo condiciones meteorológicas visuales. Las rutas aéreas están limitadas al servicio que presta la empresa TAS, la cual cubre la ruta Bucaramanga-Málaga y viceversa.

Por último, la reconstrucción de 121 km de la vía Los Curos-Málaga beneficiará a los habitantes de los municipios de Capitanejo, Enciso, Carcasí, San José de Miranda, Málaga, Concepción, Molagavita, San Andrés, Guaca, Santa Bárbara y el sitio conocido como Los Curos, ubicado en Piedecuesta, municipio que hace parte del área metropolitana de Bucaramanga; este proyecto reducirá el tiempo de los trayectos entre estos puntos y aumentará la seguridad vial (INVIAS, 2015).

Con relación al análisis de influencia directa, desarrollado en el Diagnóstico Ambiental

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT, en el caso del municipio de Málaga, se observa que las tres variables con mayor impacto son en: 1) Variable político-institucional: Relacionada con la gestión de recursos (GR) 2) Variable Económica: La primera referencia a la clasificación de los suelos (CS) y la segunda asociada a los cultivos transitorios (CT).

Vale subrayar que la gestión adecuada de recursos ha permitido al gobierno local atender los compromisos más apremiantes. Respecto a las variables económicas, se destaca que la mayor proporción del uso del suelo apunta al sector agrícola; no obstante, en 2015, el área sembrada y cosechada de los cultivos transitorios disminuyó como consecuencia de los fenómenos naturales el Niño y la Niña.

Mientras, en el análisis de dependencia directa, se identifican: 1) Variable económica relacionada con el encadenamiento agroindustrial (EA): El municipio no dispone de redes de comercialización que dinamicen este sector. 2) Variable ambiental: Asociada al conflicto desatado por el uso del suelo (CSU), cuya recurrencia recae en el incremento de la tasa poblacional y la colonización de las zonas de conservación. 3) Variable económica: Representada por el uso predominante del suelo (UP), de los cuales 55% corresponde al uso agrícola y el 45% restante comprende las áreas de protección.

5.1.3 Caracterización Municipio de San Vicente de Chucurí

El municipio de San Vicente de Chucurí se localiza en la provincia de Yariguíes, al centro occidente del Departamento de Santander, subregión de mares, a una distancia de 85 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga, capital

departamental. Cuenta con treinta (30) barrios, establecidos en la zona urbana; mientras el área rural está distribuida en treinta y siete (37) veredas, treinta (30) barrios, y siete (7) corregimientos.

La tendencia de crecimiento poblacional, en el año 2017, fue estimada en 34.881 habitantes y se incrementó a 35.232, en el año 2000. La relación de grupos entre hombres y mujeres en los años 1985, 2005, 2017 y 2020, mantiene asimetría desde la base hacia la cima de pirámide, sin diferencias significativas. La presencia de grupos étnicos en el municipio es baja, con respecto a las cifras reportadas para la región del Magdalena Medio. En cuanto a las migraciones, 5.706 personas abandonaron el municipio y 1.493, llegaron en condición de desplazados, provenientes de otras regiones del país.

En cuanto a las tasas brutas de natalidad y mortalidad, registradas en 1998, la primera se estimó en 20.65%, y en el 2011 alcanzó el 12.66%; mientras, la segunda fue de 0.08% y en el 2011 arribó al 4.22%. De igual forma, la tasa de crecimiento natural alcanzó el 15.57%, y en el 2011 presentó un 8.44%.

Respecto al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el Censo Nacional de 2005, reveló que la situación en la zona rural del municipio es sensiblemente más difícil para la población, con un 40,12%; mientras que, en la zona urbana, se ubicó en un 15,66%, superando al departamento en 2,2 puntos porcentuales.

San Vicente de Chucurí, en el año 2011, proyectó un déficit de vivienda de 8.8%, que corresponde a 738 hogares, de los cuales el 12,09% se localizaron en la cabecera municipal y el 5,77% en el resto del municipio.

El tema del régimen subsidiado presenta una afiliación que supera las 19.476 personas. Entretanto, la cobertura total de suministro de agua potable es de 89.8% en el casco urbano y el servicio de alcantarillado expresa una cobertura de 93% de

hogares, mientras, el área rural cuenta con 14,56%. El gas en San Vicente de Chucurí, cuenta con una cobertura del 42,46%, de los cuales 4.632 hogares se encuentran en el área urbana y 51 en el área rural. La cobertura relacionada con la disposición de los residuos orgánicos e inorgánicos es del 42,87%; la empresa prestadora del servicio cubre, actualmente, el 93,68% del total de hogares del municipio, de los cuales 4.582 cuentan con el servicio en el área urbana y 5.740 en el área rural.

El patrimonio tangible está conformado por siete atractivos culturales, tanto de interés municipal como de interés departamental. Y el patrimonio intangible no cuenta con ningún bien o manifestación cultural declarada ante la ley. Actualmente, no existe un inventario de los bienes de interés cultural.

El aspecto educativo se plantea en los siguientes términos: En el año 2015 la educación básica primaria reportó una cobertura bruta escolar de 96.54%, porcentaje menor con respecto a los años anteriores. La educación básica secundaria presentó una tendencia decreciente, a partir del año 2012. El comportamiento de la educación media registró un crecimiento de 2,61% con respecto al año anterior, y reportó una cobertura de 76,28%. Presenta su menor cobertura en la educación media, donde no ha alcanzado a través de los años comparados entre 2011 y 2015 un valor superior al 50%. El 51,5% de la población residente alcanzó el nivel básico de primaria; el 25% la secundaria y el 3,3% el nivel superior y postgrado; mientras, la población sin ningún nivel educativo es del 13,8%.

La tasa de deserción escolar, en la transición a once grados, en el año 2015, fue del 4,94% en los colegios oficiales y el nivel básico secundario alcanzó el 6,84%. El grado de analfabetismo reportado, en el municipio de San Vicente de Chucurí, fue significativamente alto. El 44,5% de los estudiantes matriculados en el año 2017, estaban concentrados en el área urbana.

Las proyecciones del componente económico indican que el municipio

presentó un crecimiento favorable, respaldado en la creación de nuevas empresas, durante el año 2017. El potencial turístico se acrecentó, dada la participación municipal del 19% del área total declarada como Parque Natural Nacional “Serranía de los Yariguíes”. La infraestructura está compuesta por 14 establecimientos de alojamiento, los cuales disponen de 152 habitaciones y 316 camas. Adicionalmente, la cabecera municipal tiene al servicio de sus habitantes y turistas 20 restaurantes.

La agricultura desarrolla sus actividades en 29.475.24 hectáreas, sembradas con cultivos permanentes, equivalentes al 98.29 % del total del área destinada para la producción. Además, del total de hectáreas de cacao sembradas en el departamento de Santander, el 33.19% se encuentra en San Vicente de Chucuri, por esta razón se considera la capital cacaotera de Colombia. Asimismo, cuenta con un promedio de 483 hectáreas sembradas en cultivos transitorios.

En cuanto al sector pecuario, la producción de ganado bovino era de 63.219 animales, en el año 2012, cifra que experimentó una significativa reducción en 5 años, pues el ICA reportó 11.334 cabezas de ganado, en 2017. El sector porcino presentó una producción, respecto al departamento, del 1.27% con 1180 cabezas; también, se contabilizan 382 granjas avícolas. El inventario ovino-caprino registró el 0.56% de la producción departamental, con 350 animales. Y la producción piscícola, según datos anunciados en el año 2012, estuvo centrada en el funcionamiento de 1652 granjas productoras de cachama y trucha.

El renglón económico, representado por el sector minero, constituye un ingreso importante para el PIB municipal. Actualmente, están registradas algunas concesiones de títulos mineros para exploración de carbón.

En cuanto al componente ambiental, vale acotar que el uso del suelo es, predominantemente, agrícola con un 65.98%, seguido del 33.71% del territorio de bosques y áreas seminaturales. En relación con el tema hídrico, adquiere relevancia la microcuenca Las Cruces, especialmente, por estar clasificada en las áreas

periféricas a nacimientos de agua y áreas forestales protectoras de cursos de agua; además, es donde se capta el agua para garantizar el abastecimiento urbano. El municipio de San Vicente de Chucuri reporta un índice de escasez no significativo; la valoración de la vulnerabilidad hídrica es media. En cuanto a los vertimientos, existen 6 puntos aprobados y un caudal de 10.34 L/s; mientras, la calidad del aire, presenta alteraciones. Asimismo, se registran tres estaciones de monitoreo, las cuales se encuentran en zonas limítrofes con otros municipios.

Por otra parte, el municipio dispone de un relleno sanitario a cielo abierto, con capacidad para acumular 20.000 m³ de todo tipo de residuos de la zona rural y urbana; una estimación de uso hasta el año 2019. La generación per cápita es de 0.289 kilogramos de residuos sólidos por persona al día; se presenta un promedio de generación de residuos sólidos, por hogar, de 3.21 Kilogramos por día, habitado entre 2 a 5 personas. El registro de restos de alimentos es 31.55%, vidrio 21.38%, material inerte 19.48%, plástico 11.22%, metal 6%, papel 3.8% y cartón 2.54%. San Vicente de Chucuri no cuenta con puntos de recolección de residuos sólidos peligrosos.

Las especies más representativas de la fauna, en el municipio de San Vicente de Chucurí, son el oso andino, el puma, los macos caguetas, los monos ahulladores y otras, localizadas en la Serranía de los Yariguíes. Existen ocho especies de aves endémicas, las cuales se encuentran amenazadas. Dentro de las especies de peces, están el bocachico, la mojarra negra, el choca, el coroncoro, el comelón, blanquillo, la dorada, entre otros. La biodiversidad, en el sector norte del parque Natural Nacional de la serranía de los Yariguíes se reconoce en la predominancia de especies halladas en cercanías a la quebrada Las Cruces, entre ellas, el alfaroa colombiana, el *Protium subserratum*, el cedro, el sangre toro, el guacharaco amarillo, el guacharaco colorado, el pino romerón, entre otros.

En otro orden, el componente político-institucional, entre 2011 y 2015, evidenció un comportamiento favorable en sus finanzas, comprobable en importantes inversiones efectuadas durante ese período. Asimismo, entre 2012 y

2014 se incrementó el gasto, asignado a la ejecución del proyecto de gasificación rural en convenio con ECOPETROL, entre otras obras de infraestructura. En 2015 se presentó una disminución debido a las inversiones en capital fijo.

Con respecto a la seguridad ciudadana y al conflicto armado, el municipio experimentó un fenómeno de expulsión continuo, desde el año 1988 hasta el año 2008; luego, se advierte una reducción considerable hasta 2012 con 42 personas desplazadas. Se dispone en el territorio de 122 Juntas de Acción Comunal de Primer Grado: 25 en el sector urbano del municipio y 97 en el sector rural.

La conectividad se sostiene en 26.2 Km. de vías, en el sector urbano, de los cuales el 50% está pavimentado, 39% presenta deterioro y 11% no posee el servicio. La afectación de la movilidad peatonal es marcada, dada la falta de andenes y de interconexión con otros sectores urbanos. En cuanto a los proyectos con incidencia en la región, destacan la Ruta del Cacao, la Ruta del Sol, el Transversal de las Américas, el Transversal del Carare, la Vía Yuma, el Ferrocarril Central, el Ferrocarril del Carare, entre otros.

La medición de influencia directa presenta cuatro variables con acentuado impacto: Dos variables sociales 1) Demografía: La tendencia de crecimiento poblacional en el año 2017 fue estimada en 34.881 habitantes y en el año 2020 registró 35.232 e 2) Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas- NBI del municipio supera al departamento en 2,2 puntos porcentuales, una Variable económica, (3) el Crecimiento favorable originado por la creación de nuevas empresas, durante el año 2017 y una Variable ambiental, (4) La microcuenca Las Cruces protege los cursos de agua y se convierte en fuente de agua, destinada a abastecer el sector urbano.

Por otro lado, se observa que las dos variables con dependencia directa sobre las demás son: 1) Variable ambiental: Presenta su mayor uso en el territorio agrícola que corresponde al 65.98%, seguido del 33.71% del territorio de bosques y áreas seminaturales y 2) Variable económica: Representada por 29.475.24 hectáreas sembradas de cultivos permanentes, equivalentes al 98.29 % del total del área destinada a la producción agrícola en el municipio. Además, del total de

hectáreas de cacao sembradas en el Departamento de Santander, el 33.19% se localiza en San Vicente de Chucuri, razón por la cual se considera la capital cacaotera de Colombia.

5.1.4 Caracterización del Municipio de Socorro

El municipio está ubicado en una vertiente de la cordillera oriental, integrada a la Cordillera de los Andes, a una altura de 1230 m.s.n.m; su temperatura promedio es 24° C y se encuentra a 121 Km de la capital del departamento.

Su división político-administrativa está distribuida en 43 barrios, legalmente constituidos, y alrededor de 20 urbanizaciones, las cuales están en proceso de legalización; mientras, el área rural está conformada por 11.990.5 hectáreas con más de 1850 predios, repartidos en 22 veredas.

Según cifras aportadas por el DANE, en 2017, la población total del municipio era de 30.847 habitantes, de los cuales 25.451 se localizaban en la cabecera municipal y 5.396 en la zona rural. Su población ha decrecido y se visualiza poca presencia de comunidades indígenas y afrodescendientes. Están registradas 2.343 personas e incorporadas en la estrategia gubernamental Red Unidos en respuesta integral a la pobreza extrema.

La tasa de crecimiento natural, en el municipio, declinó entre el 2009 y el 2011, con mayor énfasis en 2009; año también caracterizado por un descenso en la tasa bruta de natalidad y de mortalidad.

El nivel de pobreza ha disminuido. La cobertura de servicios públicos, brindada a la mayoría de los habitantes del municipio, incluye la disposición de redes de alcantarillado, agua, energía y gas; este último, el de menor cobertura con un 44.20% en 2016; situación contrastante con el área rural, donde se percibe un estancamiento. Los indicadores de déficit cuantitativo y cualitativo son bajos, en comparación con otras provincias del departamento.

En cuanto a la cobertura en salud, depende del tipo de régimen. En 2017, según cifras indicadas por el Ministerio de Salud y de la Protección Social, el régimen contributivo contaba con 14.357, mientras el subsidiado 15.503. En el municipio se contabilizan 43 instituciones prestadoras de salud, entre ellas, un hospital regional de tercer nivel.

El patrimonio cultural del municipio de Socorro forma parte de la Red de Pueblos Patrimonio del país; centrado en la conservación de sus tradiciones históricas, culturales y turísticas a lo largo del tiempo; y aunado a la riqueza natural que impulsa el desarrollo turístico, a nivel regional y nacional. En 1963, el Centro Histórico del municipio fue declarado bien de interés cultural. Se destacan lugares como la Casa de la Cultura, el Puente de los Comuneros, la Casa de Francisco Berbeo, entre otros.

El escenario educativo exhibe un grado de escolaridad generalizado, puesto que gran parte de la población ha completado la escolaridad básica primaria. La tasa de cobertura de educación registra valores similares a los reportados por el departamento, a nivel de educación primaria; mientras, la tasa de analfabetismo a nivel urbano y rural presenta resultados superiores al promedio departamental y nacional. Hay presencia de instituciones de educación básica primaria y de secundaria, tanto en el casco urbano como en el área rural. A su vez, existen dos universidades y una entidad de formación para el trabajo que atienden a la población y ofertan preparación técnica, tecnológica, profesional y de posgrado.

El tema económico se caracteriza por su vocación agropecuaria. El comercio y el sector de servicios, aunque son fuente importante en la generación de empleo local, se advierte, principalmente, la proliferación de organizaciones económicas de carácter familiar.

En el caso de la agricultura, se siembran cultivos de caña de azúcar, café, cítricos, maíz y tabaco. Las condiciones del suelo facilitan el desarrollo de distintos

cultivos en el territorio; no obstante, los problemas de comercialización, factores tecnológicos, aumento de la explotación ganadera, entre otros factores, han limitado su crecimiento.

Mientras, la actividad ganadera, en el municipio, destaca por poseer un excelente pie de cría en bovinos, porcicultura, capricultura, apicultura y avicultura. Específicamente, la piscicultura presenta especies como la mojarra, cachama, tilapia y bocachico. Igualmente, se cuenta con caballos de paso fino y bestias de gran calidad.

El sector turismo posee una proyección relevante, ya que está catalogado como uno de los pueblos más valiosos del país por su importante herencia histórica, cultural, arquitectónica y religiosa; también, es valorada su amplia riqueza natural, por lo cual los visitantes pueden optar por diversos escenarios que posibilitan el desarrollo de actividades culturales, recreativas y de deporte extremo.

El tema ambiental es expuesto a través del uso actual conferido al suelo; en gran parte del territorio es de tipo rural, apto para el desarrollo de la agricultura y preservación de áreas. Su potencial queda manifiesto en la agricultura semi intensiva y en los sistemas silvopastoriles, seguido de áreas de protección, bosques, área urbana y agricultura intensiva. Sin embargo, el conflicto del suelo, también, es expuesto en el desarrollo de actividades agropecuarias realizadas en áreas inadecuadas para tal fin.

Con respecto a las áreas de conservación y de protección ambiental, fueron identificadas las veredas Verdín, La Culebra, El Líbano, La Honda, La Hoya de San José y El Bosque. El recurso hídrico, en el municipio de Socorro, presenta un índice de calidad de agua regular, adjudicable a la descarga de vertimientos cerca de los puntos de muestreo.

Mientras, el manejo de residuos sólidos es canalizado a través del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). Su procedencia abarca todos los sectores: residencial, comercial, institucional, industrial, hospitalario, entre otros.

Tras su recolección son dispuestos en el relleno sanitario localizado en el predio Cascajal, específicamente, en la vereda El Cucharo del municipio de San Gil, propiedad de la empresa EMPSACOL SA ESP. Los residuos peligrosos, generados por el Hospital Regional Manuela Beltrán, se encuentran bajo la responsabilidad de la empresa Descont S.A E.SP, especializada en este tipo de servicios.

La biodiversidad está representada por mamíferos pertenecientes a 73 especies, correspondiente al 14.83% del total registrado en Colombia. La fauna, en el municipio, hace presencia mediante especies como ardillas, conejos, faras, mirlas y picures; caracterizadas, además, por el contacto cercano que mantienen con la comunidad.

La flora, visualizada en la parte alta del municipio, se manifiesta en árboles maderables como el cedro, el caracolí y el cují. En la parte media se aprecian árboles medicinales y manufactureros como el cucharo y el arrayán; también, árboles frutales como naranjos, mandarinas, madroño, champo, pomarroso, aguacate, limón, cuescos; existe vegetación arbustiva como el guásimo, el hobo, el dibígaro. Y en la parte baja del municipio, proliferan el guayacán, la ceiba, el gallinero, los mamoncillos, los mangos, los papayos, los nísperos, la palma de corozo.

En cuanto al aspecto político-institucional, el municipio reporta un desempeño fiscal importante, situación que les ha permitido a las autoridades locales atender las necesidades más urgentes de la población.

Con respecto al análisis de influencia directa, el Diagnóstico Ambiental https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT, expone las tres variables con mayor impacto: 1) Variable político-institucional: Relacionada con el desempeño fiscal (DF), la cual registra una eficiente gestión de las finanzas, 2) Variable social: Referida a los servicios públicos domiciliarios (SPD); entre ellos se advierte la baja cobertura del gas y 3) Variable

de conectividad: Asociada al transporte terrestre (TT), y en la que destaca la carretera central que comunica a la capital del país con Santander, la Costa Atlántica y el Norte de Santander.

El análisis de dependencia directa presenta tres variables: 1) Variable económica: Vinculada a los sectores económicos (SE). Se expone la vocación agropecuaria del municipio. El comercio y el sector de servicios son entidades económicas de naturaleza familiar, primordialmente. 2) Variable social: Articulada al índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI), cuya reducción refleja el nivel de pobreza y 3) Variable ambiental: Orientada a las áreas de conservación y protección ambiental (ACP); se observan veredas y bosques protegidos.

5.2 Herramienta para la estimación del indicador huella ecológica.

Cuantificar los impactos de las actividades humanas, en el ambiente, ha implicado el esfuerzo de científicos de todo el mundo para establecer indicadores que midan dichos efectos. Los indicadores de sostenibilidad son un ejemplo para este fin, y uno de ellos es la huella ecológica (HE), la cual se define como unidad de medida dirigida a evaluar el impacto ambiental de una actividad económica o un territorio, a partir del análisis del área productiva requerida y la evaluación de su capacidad para satisfacer los requerimientos de consumo de bienes, servicios y almacenamiento de desechos de una comunidad humana.

Así, el indicador huella ecológica se concibe como estrategia de medición de los consumos de energía y del uso de recursos naturales; la cual, además de permitir un seguimiento en cifras individuales y sociales, posibilita que grupos específicos sean confrontados con los impactos que ocasionan sobre el medio natural, reflexionen sobre sus acciones y tomen conciencia de la necesidad de gestionar, sosteniblemente, los bienes y servicios brindados por el medio natural; todo ello, apoyado en el conocimiento de las características y potencialidades sociales, económicas y ambientales de su municipio o territorio. Esta estrategia fomenta y afianza los procesos concientizadores de la colectividad e impulsa el desarrollo de herramientas didácticas de educación ambiental que promuevan la

recuperación o rehabilitación de la relación del hombre con la naturaleza, y con esto, se logren disminuir los impactos individuales sobre el aprovechamiento de los recursos naturales.

En este contexto, la estimación de huella ecológica, realizada en el presente estudio, evidenció el comportamiento respecto a este indicador, desde dos perspectivas: (i) la evaluación del indicador a través del análisis de área biológicamente productiva en cada municipio, es decir, huella colectiva o de territorio y (ii) el análisis de hábitos individuales.

A través del análisis del área biológicamente productiva, en cada municipio (huella colectiva o de territorio), los hallazgos comprobaron que la huella ecológica es un acertado indicador de economía ambiental para medir el desarrollo de una ciudad, dada su utilidad para evaluar y comparar la sostenibilidad de las diversas regiones de un país. Además, el procedimiento metodológico propuesto por Ress y Wackernagel (1996) para medir la huella ecológica, posibilitó la determinación de este indicador para los cuatro municipios, por lo que se creó una matriz sustentada en el uso de los macros de la herramienta ofimática Excel, instrumento aplicado para recopilar la información durante el diagnóstico ambiental, con base en las estimaciones de las dimensiones y variables descritas en Tabla 10, proyectada a continuación.

Tabla 10

Variables evaluadas en el instrumento huella ecológica

Dimensiones	Variable	Dimensión/ Unidad de medida
	Consumo de electricidad	MW*h
	Consumo/demanda de diésel	Barriles/galones
Energía. Demanda de energía, per cápita y global del municipio	Consumo/demanda gasolina	consumidos
	Consumo/demanda keroseno	
	Consumo/demanda gas licuado del petróleo (GLP)	

Dimensiones	Variable	Dimensión/ Unidad de medida
	Consumo/demanda Nafta	
	Consumo/demanda petróleo	
Área de absorción de CO ₂ . Superficie de bosque necesaria para la absorción de la emisión de CO ₂ debida al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía. Se contabilizan consumos en la producción de bienes, gastos de vivienda y transporte, entre otros	Emisiones per cápita de CO ₂ relativas a cada consumo o tipo de residuo producido	Toneladas de CO ₂ /habitante
Cultivos. Área necesaria para producir los alimentos (no cárnicos), necesarios para satisfacer el consumo de la población. Constituye la tierra más productiva ecológicamente, y genera la mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas	Área de siembra y consumo de: Cereales Hortalizas Legumbres Tubérculos Raíces Viandas Cítricos Frutas Otros alimentos	Consumo al año (kg) Producción anual (kg/año) Áreas de plantación (Hectáreas)
Pastos. Área dedicada al pastoreo de ganado	Huevo Leche Queso Carne bovina Carne porcina Carne avícola Carne ovina Carne caprina	Consumo al año (kg) kg producidos al año Hectáreas necesarias para producir la cantidad consumida
Mar productivo. Área para producir pescado y mariscos	Pescado fresco Pescado envasado Mariscos Otros alimentos pesqueros	Consumo al año (kg) Kilogramos (kg) importados Hectáreas (Ha) necesarias para la cantidad consumida

Dimensiones	Variable	Dimensión/ Unidad de medida
Bosque. Área en explotación para producir madera y papel	Superficies forestales naturales	Consumo (m ² /hab)
	Superficies forestales repobladas	Hectáreas (Ha) superficie Naturales y Repobladas
	Explotación madera	Hectáreas (Ha) necesarias para la cantidad consumida
	Consumo de papel	
	Consumo de leña	
Superficie construida. Áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras	Terreno ocupado por viviendas	
	Industriales	Cantidad de hectáreas (Ha) construidas
	Vías de transporte	
	Instituciones educativas.	
	Superficie total municipio	

Nota: Adaptado del Convenio Interadministrativo No. 1360, 2017.

Los resultados de la estimación de la huella ecológica para cada municipio se describen a continuación:

5.2.1 Estimación huella ecológica Municipio de Socorro

La caracterización realizada en el diagnóstico ambiental del municipio, indicó que el área rural está conformada por 11.990,5 hectáreas, distribuidas en 22 veredas, en las cuales se encuentran más de 1850 predios; la malla vial de Socorro cubre aproximadamente 200 km; la población, en el año 2017, totalizó 30.847 habitantes. La estimación de la huella ecológica total del municipio corresponde a 0,29315 y la de cada sub-huella es expuesta en las próximas líneas.

- Sub-huella de energía: Se estimó en un valor de 0.0901 Ha/persona/año (Ha/cap/año). Las variables que proporcionan considerables aportes, en esta sub-huella, son electricidad con el 46,05%, gasolina y diésel con el 39,17%, puesto que la ubicación estratégica del municipio sobre la vía que conecta al oriente colombiano con la capital del país, articulando municipios de importante crecimiento comercial, favorece una mayor demanda vehicular de energía, producida mediante el uso de

combustibles fósiles (como la gasolina y el diésel), en virtud de los significativos volúmenes de tránsito que se concentran en la malla vial, jurisdicción de Socorro (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia, 2016).

- Sub-huella de cultivos: Dentro de esta categoría de cultivos, se incluyeron variables relacionadas con la producción agrícola de esta región, fecunda en café, caña, cacao, panela, plátano, yuca, cítricos (mandarina, naranja y lima), adicional a los cultivos transitorios como el frijol, maíz, habichuela, arveja, ahuyama y aguacate. Los datos de esta categoría fueron tomados del diagnóstico inserto en el plan de desarrollo departamental 2016-2019, del municipio de Socorro-Santander (2015); allí se estimó el consumo, la producción y la plantación, necesarios en el cálculo del rendimiento y la obtención de la huella de cultivos, cuyo valor es de 0,027 Ha/persona/año (Ha/cap/año), lo que representa el 13,43% de la huella total. Los productos que ofrecen mayor rendimiento a la sub-huella son los cultivos transitorios, con el 53,3% y la caña de azúcar, con el 17,58%, datos que revelan la naturaleza agropecuaria del municipio, cuyos alcances productivos repercuten en el suministro a otros municipios y ciudades.

- Sub-huella de pastos: Las variables que componen esta categoría son el huevo, la leche, el queso y carnes que a su vez estas se subdividen en subcategorías como bovina, porcina, avícola, ovina y caprina. Los datos utilizados fueron tomados según Fenavi- Federación Nacional de Avicultores (2015), Fedegan- Federación Colombiana de Ganaderos (2014) y el DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2014).

Una de las variables que aporta mayor valor a la sub-huella de pastos es la leche con el 50,32%, otra variable que influye es la carne bovina con un 44.7% de la sub-huella total, originado de la misma actividad agropecuaria del municipio.

- Sub-huella mar: Los datos de las variables pescado fresco, pescado envasado y mariscos, fueron tomados de los censos agropecuarios del

Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2014). En el municipio de Socorro, la variable que aporta un porcentaje mayor corresponde a pescado fresco, con un consumo al año de 217.600 kg, y una relación consumo/rendimiento equivalente a 137,98; se requiere, por tanto, 6,3 Ha para esta cantidad anual consumida. Le sigue a esta variable el consumo de pescado envasado y mariscos (192.000 kg año). Es importante acotar que para el caso de productos de mar, al ser una zona del interior del país con una distancia promedio de la costa marítima más cercana de 657,7 km (puerto de Santa Marta), los productos de mar no hacen parte de la canasta familiar de todos los habitantes de Socorro, ya que estos no se incluyen dentro de la gastronomía propia del municipio, por esta razón no tienen una incidencia directa en los hábitos de consumo de esta población; sin embargo, el transporte de estos alimentos incrementa la cantidad de carbono emitida al medio, dado el uso de combustibles fósiles para movilizar los transportes de carga disponibles en el país.

- Sub-huella de bosques: Esta categoría utilizó datos de informes provenientes de Reserva Forestal de Caucho, Banco Mundial, Gobernanza Forestal, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). La caracterización del municipio, descrita en el Diagnóstico Ambiental https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT, enfatiza que la mayor parte del área, jurisdicción de Socorro, corresponde a las zonas de vida bosque húmedo premontano (1.200 a 2.000 metros sobre el nivel del mar- m.s.n.m) y el bosque seco tropical (900 a 1.200 m.s.n.m).

Por otra parte, el municipio cuenta con 39,2 hectáreas incorporadas en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) de la serranía los Yariguíes. Este importante ecosistema de los santandereanos fue declarado, reservado y alinderado como Parque Nacional Natural, mediante resolución N° 603 del 13 de mayo de 2005 y Resolución N° 00637 del 18 de abril de 2008, del pasado Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, posteriormente dividido y del que

surge el actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El parque está localizado en los Andes Nororientales de Colombia, forma parte de la estribación occidental de la Cordillera Oriental y se ubica en el centro-occidente del departamento de Santander. Entre los principales beneficios ambientales que recibe el municipio de Socorro, por la cercanía a esta área protegida, es la captación de agua para consumo humano (acueducto municipal) y la materia prima derivada de la tala selectiva. Es importante anotar que estas presiones generan algún tipo de impacto, afectando la calidad de los bienes y servicios ofrecidos por este ecosistema (Contraloría General de Santander, 2019). Asimismo, se destaca la cercanía del municipio al Santuario de fauna y flora Guanentá Alto Río Fonce, el cual involucra ecosistemas estratégicos como bosque andino, bosque altoandino y páramo. El Santuario comparte problemáticas comunes con la Serranía los Yariquíes, relacionadas con la explotación selectiva de sus bosques; entre ellas, la deforestación, consecuencia de los hábitos de consumo de los habitantes de los municipios cercanos a sus áreas de influencia, como el municipio de Socorro.

Las informaciones referidas develan el consumo de madera que al año es aproximadamente 280 m³/habitante; el consumo de papel, estimado en 16.800 kg/habitante*año; y el consumo de leña de 34.125 m³/habitante*año. Conviene subrayar que la vocación agrícola y pecuaria del municipio de Socorro representa un importante rasgo en la estimación de la huella ecológica, puesto que sus actividades se desarrollan en el área rural; de allí el alto consumo de leña, utilizada como fuente principal de combustible en esta zona.

- Sub-huella de superficie construida: Establecida sobre terrenos ocupados por viviendas, industrias, vías de transporte e instituciones educativas, según datos proporcionados por el Plan de Desarrollo del municipio. La variable que aporta mayor valor es la del terreno ocupado por las viviendas que representa el 78,4% de la superficie total del municipio, seguida por el área ocupada por las vías de

transporte con el 16,2% de la sub-huella total. Con relación a esta estimación, debe notificarse que la densidad poblacional del municipio en el área urbana es de 228,79 habitantes/km²; además, el crecimiento de la población es 0,44% al año; lo cual significa que el consumo de energía es superior.

Los requerimientos del recurso suelo, el uso del agua para consumo humano y la descarga de los afluentes, actualmente, no son tratados, a pesar de que el municipio cuenta con estudios previos para emplazar la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), sin embargo, aún no se ha concretado su construcción, porque el municipio no cuenta con el sistema de redes de alcantarillado necesarias para la recolección de las aguas residuales. Esta situación aumenta las presiones sobre el uso del suelo, y, por ende, una mayor incidencia sobre la superficie construida.

En función del análisis de la información de las sub-huellas de energía, cultivos, bosque, mar y superficie construida, se proyecta en la Tabla 11 la estimación de la huella ecológica -del municipio de Socorro.

Tabla 11

Valor estimado del indicador huella ecológica en el Municipio de Socorro.

Sub-huellas	Valor estimado (Ha)
Energía	0,09010
Cultivos	0,027567
Mar	0,004634
Pastos	0,079520

Bosque	0,082730
Superficie construida	0,008484
Huella ecológica total municipio de Socorro	0,29315

Nota: Adaptado del Convenio Interadministrativo N° 1360, 2017. Gobernación de Santander- Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

5.2.2 Estimación huella ecológica Municipio de Málaga

Pese a contar con una historia que supera los trescientos años, desde la fecha de su instauración como municipio (año 1695), Málaga presenta un desarrollo económico aún en proceso y experimenta brechas significativas relacionadas con el aspecto social, específicamente, correspondiente a la cobertura en educación superior y prestación de servicios públicos domiciliarios (acueducto, alcantarillado, aseo), comparado con otros municipios del departamento de Santander, cuya configuración como municipio reporta menor tiempo; es el caso de Barrancabermeja (reconocida como entidad municipal desde el año 1922), donde los porcentajes de cobertura y prestación de servicios son mejores, como se evidencia en el Diagnóstico Ambiental

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT.

Por otra parte, el municipio de Málaga es reconocido por su índole agropecuaria; la mayoría de sus habitantes se dedican a tareas productivas vinculadas a este sector económico, en especial, a la producción bovina (doble propósito: carne y leche), así como siembra y transformación de cultivos transitorios y permanentes. Es así que, gran parte de su extensión, es considerada como área rural; según el Esquema de Ordenamiento del Municipio, 55,18 km² del total de 58km² de extensión total municipal, están reservadas al uso agropecuario por localizarse dentro de la zona rural. Respecto a los cultivos, en el municipio se siembran cultivos permanentes como el aguacate, café y cítricos, y cultivos transitorios como la arveja, el frijol, el maíz, la cebolla (bulbo), el tabaco, la papa y

las hortalizas. Este tipo de cultivos demanda, anualmente, la respectiva preparación del suelo, actividad que garantiza la producción que demanda el consumo interno de la población local, de otros municipios de Santander y el resto del país, quienes adquieren los productos provenientes de Málaga.

Con base en las referencias expuestas y los datos señalados en el plan de desarrollo municipal, los censos agropecuarios, los documentos de la Alcaldía municipal, así como los emitidos por las empresas públicas y privadas del municipio, se presenta la estimación de las sub-huellas:

- Sub-huella energía: En el cálculo se consideraron cuatro variables que representan los portadores energéticos que utilizan combustibles fósiles como son la electricidad, el diésel, la gasolina, los lubricantes y el gas natural. Se le determinó, a cada uno de ellos, los consumos por año, según su unidad de medida, y se realizaron las conversiones a unidades en kilogramo (kg); posteriormente, se estimaron las kilocalorías emitidas. Así, el cálculo de la sub-huella de energía fue de aproximadamente 0,4139 Hectáreas/cap/año (Ha/personas al año), lo que representa el 64,84% de la huella total. Resulta evidente que este valor es, significativamente, superior con respecto al cálculo efectuado en el municipio de Socorro.

Por otra parte, el análisis de los resultados permite probar que la variable con mayor incidencia sobre la sub-huella energía es el consumo de gasolina, diésel y electricidad, con un porcentaje de 63,32%, y la más baja es el gas natural con el 0,56%; se advierte, entonces, que estos hallazgos remiten al suministro de combustible que el municipio provee a municipios aledaños, lo cual acrecienta el consumo de esta variable; la población aquí implícita se denomina flotante, es decir, aquella que aunque no reside en el municipio, sí interfiere en el desarrollo económico, social y ambiental del mismo. Esta cantidad de energía representa una emisión per cápita de CO₂ para el municipio de Socorro de 1,6 toneladas.

- Sub-huella de cultivos: Se consideraron las variables relacionadas con la producción agrícola de esta región, la cual incluye café, cítricos, aguacate, frijol,

tabaco, maíz, hortalizas, cebolla, arveja y papa. Los datos de esta categoría fueron tomados del plan de desarrollo del municipio 2016-2019, alusivos al consumo, producción y plantación, bases del cálculo del rendimiento y posterior obtención de la huella de cultivos, arrojando un valor de 0,000485 Ha/cap/año, correspondiente al 76,10% de la huella total.

Los productos que otorgan mayor contribución a la sub-huella son el café, el frijol, la papa y el maíz con 98,9% de incidencia, y con menor valor, la cebolla con el 0,0083%. Este municipio agrícola también abastece a otros centros urbanos del departamento y del país.

- Sub-huella de pastos: Las variables que componen esta categoría son el huevo, la leche, el queso y las carnes, a su vez, estas se subdividen en bovina, porcina, avícola, ovina y caprina. Las referencias utilizadas para estimar esta sub-huella son datos publicados por el Ministerio de Agricultura, el censo agropecuario del DANE y el Esquema de Ordenamiento Territorial, años 2015-2016, así como testimonios expresados por productores de plazas del mercado del municipio. El cálculo del rendimiento se sostuvo en datos genéricos de rendimientos de dichos alimentos, ya que no se encontró información específica, en algunos casos, sobre la cantidad de hectáreas requeridas para obtener la cantidad consumida.

Una de las variables más importantes en esta sub-huella es la leche con el 57,32%, resalta, también, la del consumo de carnes, en general, con un 41,1% de la sub-huella total, originado de la misma actividad agropecuaria del municipio.

- Sub-huella de mar: En el cálculo se relacionaron las variables de pescado fresco y pescado envasado. Los datos fueron obtenidos de comercios locales (plazas de mercado y supermercados). El cálculo de los rendimientos se fundamentó en los valores de rendimientos estándares de dichos productos, ya que no se encontró información de las hectáreas necesarias para la cantidad consumida. Se infiere, por tanto, que la variable que aporta mayor valor es el pescado fresco

con el 94,75% del total de la sub-huella.

- Sub-huella de bosques: En esta categoría de bosques, las variables analizadas son las superficies forestales en natural, superficies forestales repobladas, explotación de madera, consumo de papel y consumo de leña. Los datos fueron tomados del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT, 2015) y de la Alcaldía de Málaga.

Los resultados alcanzados concluyen que las variables que otorgan mayor valor a esta sub-huella es el consumo de madera y leña, equivalentes al 10,04% y 92,56%, respectivamente. Sobresale el uso de la leña en este territorio, coincidente con el municipio de Socorro, dado que este tipo de biomasa es muy utilizada en el área rural.

- Sub-huella de superficie construida: Compuesta por los terrenos ocupados por las viviendas, las industrias, las vías de transporte y las instituciones educativas, según información contenida en el plan de desarrollo del municipio. Con base en estos datos, se infiere que la variable con mayor utilidad es la del terreno ocupado por las viviendas, la cual representa un valor de 57,02%, seguida de las vías de transporte con el 29,54% de la sub-huella total.

El análisis de la información de las sub-huellas de energía, cultivos, bosque, mar y superficie construida se presenta a continuación en la Tabla 12, para el municipio de Málaga.

Tabla 12

Valor estimado del indicador huella ecológica para el Municipio de Socorro

Sub-huellas	Valor estimado (Ha)
-------------	---------------------

Energía	0,09010
Cultivos	0,027567
Mar	0,004634
Pastos	0,079520
Bosque	0,082730
Superficie construida	0,008484
Huella ecológica total municipio de Socorro	0,29315

Nota: Adaptado del Convenio Interadministrativo N° 1360, 2017. Gobernación de Santander- Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

El valor calculado evidencia que, aunque la huella ecológica total de este municipio es menor que la huella nacional de 1,7 Ha/cap/año, es superior a la manifestada en los municipios de Socorro y de San Vicente como se demuestra más adelante.

La sub-huella de energía fue la más alta, con un 0,4139 Ha/cap/año que representa el 61,94% de la huella total. Sobresale el suministro de gasolina y diésel que Málaga proporciona a otros municipios aledaños, lo que aumenta el consumo de los mismos. Esta sub-huella se traduce en emisión de CO₂ de 1,6 toneladas y este dato permite tener un punto de referencia para tomar medidas para disminuir dichas emisiones.

La sub-huella de mar ocupa el segundo lugar con un 0,094 ha/cap/año que representa el 14,06% de la huella total, hecho que reafirma el elevado consumo de pescado. Mientras, la sub-huella más baja fue la de cultivos, con un 0,0048 Ha/cap/año que representa el 0,71% del total de la sub-huella, resultado indicativo de que el municipio, pese a su naturaleza agrícola, revela una sub-huella menor en comparación con los municipios de Socorro, San Vicente y Barrancabermeja.

5.2.3 Estimación huella ecológica Municipio de San Vicente de Chucurí

El municipio participa en diferentes ámbitos económicos, como se expone en el Diagnóstico Ambiental https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT, ; y esta pluralidad productiva impulsa el desarrollo de su población, expandida a los sectores primario, secundario y terciario de la economía nacional¹. Además, San Vicente se respalda en la explotación de hidrocarburos y su gran potencial ecoturístico.

De igual forma, sus condiciones físicas o agroclimáticas refuerzan el efectivo desarrollo de actividades del sector primario, especialmente, la agricultura. En este sentido, conviene anotar que San Vicente de Chucurí es reconocido como la capital cacaotera de Colombia, la ciudad de los frutos valiosos o la despensa agrícola del departamento de Santander. Destacan, también, la ganadería, la riqueza forestal y otras actividades de importancia municipal, tales como la minería extractiva y la explotación de los hidrocarburos (gas y petróleo). Adicionalmente, posee importantes recursos ecoturísticos y escenarios culturales. Sus actividades agrícolas apuntan a la producción de cultivos permanentes de cacao, palma de aceite, café, caucho, aguacate, guanábana, mandarina, mora, plátano y banano. Igualmente, se labora con cultivos transitorios, entre los que se incluyen la yuca, el maíz, la cebolla en rama la habichuela, la arveja y el tomate.

- Sub-huella de energía: Arrojó un valor aproximado de 0,1218 Ha/cap/año que representa el 23,83% de la huella total. Los resultados indican que la variable con mayor rendimiento a la huella es la electricidad, con el 54,84% y la más baja la de gas natural, con el 7,9%. Esta cantidad de energía representa una emisión per cápita de CO₂ para el municipio de San Vicente de 0,2 Toneladas.

1

- Sub-huella de cultivos: Dentro de esta categoría, se valoraron las variables relacionadas con la producción agrícola de esta región, donde se producen cereales, tubérculos, cacao, cítricos, rútas, café, aguacate, plátano, banano y oleaginosa. El valor de la sub-huella para los cultivos fue de 0,0930 Ha/cap/año que representa el 18,19% de la huella total. Los productos que brindan un aporte superior a la sub-huella son el cacao y las frutas con el 89,5% y con menor valor el aguacate con el 0,0474%. Este un municipio es considerado despensa agrícola al proveer de estos recursos a los demás municipios.

- Sub-huella pastos: El municipio produce 3.484.655 kg/año y presenta un consumo anual de 1.791.870 kg/año, respecto a productos derivados del huevo, leche, queso, carne (bovina, porcina, avícola y caprina). La variable, con mayor incidencia en el cálculo de la sub-huella de pastos, se identificó con el consumo de carnes con el 99%, seguida por el consumo de leche, con el 3,29%.

- Sub-huella de mar: En este cálculo, al igual que el municipio de Málaga, se verificó que el mayor consumo está representado por el pescado fresco con 15.015 kilogramos/año, equivalente al 99% de la sub-huella y en menor cantidad otros alimentos pesqueros, correspondientes a 2.842 kg/año.

- Sub-huella de bosques: Las variables analizadas fueron las superficies forestales y naturales. Superficies forestales repobladas, explotación de madera, consumo de madera, consumo de papel y consumo de leña. Los resultados obtenidos de esta sub-huella muestran, al igual que los municipios de Socorro y Málaga, que el consumo más acentuado se presenta con la leña, debido a la actividad agrícola que se desarrolla en las zonas rurales. El aporte sobre la huella total del municipio, relativo al consumo de madera y leña es de 1,6% y 98,4%, respectivamente.

- Sub-huella superficie construida: El análisis de la información revela que la variable que aporta mayor valor a la sub-huella es la del terreno ocupado por las vías de transporte que representa el 66,6%, seguido del terreno ocupado por las

viviendas con el 25,8% de la sub-huella total.

La información contenida en la Tabla 13 resume los resultados de la estimación de las sub-huellas evaluadas en el municipio de San Vicente.

Tabla 13.

Valor estimado del indicador huella ecológica para el Municipio de San Vicente de Chucurí

Sub-huellas	Valor estimado (Ha)
Energía	0,1218
Cultivos	0,0930
Mar	0,0003
Pastos	0,0661
Bosque	0,2009
Superficie construida	0,0281
Huella ecológica total municipio de San Vicente de Chucurí	0,5102

Nota: Adaptado del Convenio Interadministrativo N° 1360, 2017. Gobernación de Santander - Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

En la Tabla 13, los datos indican que el valor de la huella ecológica total del municipio de San Vicente es menor que el promedio nacional, pero mayor que la estimada en el municipio de Socorro; sin embargo, no supera la huella ecológica generada por los municipios de Málaga y Barrancabermeja. La sub-huella de bosques fue la más alta, con un valor de 0,209 Hectáreas/capital/año que representa un 39,31% de la huella total. Se aprecian valores altos en las variables de consumo de leña y madera, las cuales aumentaron su valor.

Por otra parte, la sub-huella de energía presenta un 0,1218 Ha/cap/año que equivale al 23,83% de la huella total. Se advierte, además, que las variables con mayor aporte fueron el consumo de electricidad, gasolina y diésel. Esta sub-huella

representa una emisión de CO₂ de 0,2 toneladas, más bajo que Barrancabermeja y Málaga, lo cual permite establecer una línea base para sustentar el diseño de un modelo de educación ambiental que impulse estrategias orientadas a exhortar la disminución de emisiones a la atmósfera.

Por último, se encuentra la sub-huella de cultivos con 18,19% de la huella total, dado que el municipio manifiesta una predominancia agrícola. La sub-huella más baja es la de mar, con un valor de 0,0003 ha/cap/año que equivale al 0,058% de la huella total, pues existe bajo consumo de pescados y mariscos.

5.2.4 Estimación huella ecológica Distrito Especial de Barrancabermeja

Barrancabermeja es la segunda ciudad de importancia económica del departamento de Santander. Su economía se asocia, principalmente, a las actividades desplegadas por la industria petrolera, convertida en principal polo de desarrollo económico y social. En este territorio, se reportan cultivos de palma de aceite, plátano, cítricos, cereales, hortalizas, legumbres, papa y fruta. De igual forma, se registran cultivos transitorios como la ahuyama, maíz tecnificado, maíz tradicional y yuca. La existencia de un puerto, erigido en principal arteria fluvial del río Magdalena (longitud de más de 1.500 km), refuerza su ascendencia en la economía del municipio, perceptible en la relevancia de la pesca artesanal y la cría de peces. Además, su ubicación geoestratégica favorece la consolidación del puerto multimodal de IMPALA, uno de los mayores epicentros económicos de la región.

Por otra parte, vale reseñar que en el municipio, también, se desarrollan actividades de ganadería y avicultura para satisfacer la demanda interna de la población y de municipios pertenecientes a la región del Magdalena Medio. La mayor parte del terreno del municipio es ocupado por viviendas y la industria; no obstante, se preservan aún variados espacios forestales, acuíferos y zonas naturales. A continuación, se detalla la estimación de la huella ecológica del municipio.

- Sub-huella energía: El cálculo arrojó un dato estimado de 0,6392 Ha/cap/año, lo que representa el 66,94% de la huella total. Con respecto a los resultados, se advierte que la variable con mayor incidencia a la huella es el consumo de gasolina y diésel con el 84,91% y la más baja, el consumo de gas natural, con el 1,5%. Esta cantidad de energía representa una emisión per cápita de CO₂, en el municipio de Barrancabermeja, de 3,4 toneladas, marcadamente superior a la de los demás municipios estudiados.

- Sub-huella de cultivos: Dentro de esta categoría de cultivos, se consideraron variables relacionadas con la producción agrícola de esta región, como el caso de hortalizas, legumbres, papa yuca, plátano, cítricos y frutas. El cálculo de la sub-huella indicó un valor de 0,0867 Ha/cap/año que representa el 9,08% de la huella total. El consumo total al año de cultivos, en el municipio, es de 95.155.232,27 kilogramos, mucho más elevado que los demás municipios, resultado justificado, dado que la población de Barrancabermeja es mayor, proyectada en 191.704 habitantes. El análisis realizado muestra que el mayor aporte a la sub-huella procede de cereales, hortalizas, legumbres y frutas, con un porcentaje de participación de 91,8% y con menor valor, los cítricos. El municipio no posee rasgos propiamente agrícolas y esto se ratifica en el porcentaje de participación de la producción al año, el cual corresponde solo al 9% de la huella total.

- Sub-huella de pastos: Una de las variables que aporta mayor valor a la sub-huella de pastos es el consumo de carnes y leche, con el 56,8% y 41,5% respectivamente; situación derivada de la misma actividad agropecuaria que desarrolla el municipio.

- Sub-huella de mar: El cálculo se efectuó en función de la variable de pescado fresco. El valor de la sub-huella de mar fue de 0,000159 Ha/cap/año que equivale al 0,02% de la huella total del municipio; un valor muy bajo en relación a

las demás sub-huellas definidas.

- Sub-huella de bosques: En esta categoría, las variables analizadas son las superficies forestales en natural, superficies forestales repobladas, explotación de madera, consumo de madera, consumo de papel y consumo de leña. De los resultados obtenidos, se puede observar que la variable adjudicada con mayor valor, como es el consumo de madera y leña, aporta el equivalente al 76,77% y 23,03%, respectivamente. El uso cuantioso de la madera está asociado a actividades de construcción.

- Sub-huella superficie construida: Esta sub-huella ecológica está constituida por los terrenos ocupados por las viviendas, las industrias, las vías de transporte y las instituciones educativas. Con base en los resultados obtenidos, se advierte que la variable que aporta mayor valor es la del terreno ocupado por las viviendas que representa el 80,9%, seguido del terreno ocupado por las industrias con el 9,2% de la sub-huella total.

A continuación, se presenta, en la Tabla 14, el resumen del valor hallado en cada sub-huella evaluada en el municipio de Barrancabermeja.

Tabla 14.

Valor estimado del indicador huella ecológica en el Municipio de Barrancabermeja

Sub-huellas	Valor estimado (Ha)
Energía	0,6392

Sub-huellas	Valor estimado (Ha)
Cultivos	0,0867
Mar	0,00015
Pastos	0,1159
Bosque	0,0860
Superficie construida	0,0267
Huella ecológica total municipio de Barrancabermeja	0,9548

Nota: Adaptado del Convenio Interadministrativo No. 1360 de 2017. Gobernación de Santander, Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

La estimación de la huella ecológica del municipio de Barrancabermeja fue de 0,9548 Ha/cap/año; resultado con el mayor valor obtenido de los estudios efectuados a los cuatro municipios estudiados; sin embargo, no supera el valor promedio nacional de 1,7 Ha/cap/año.

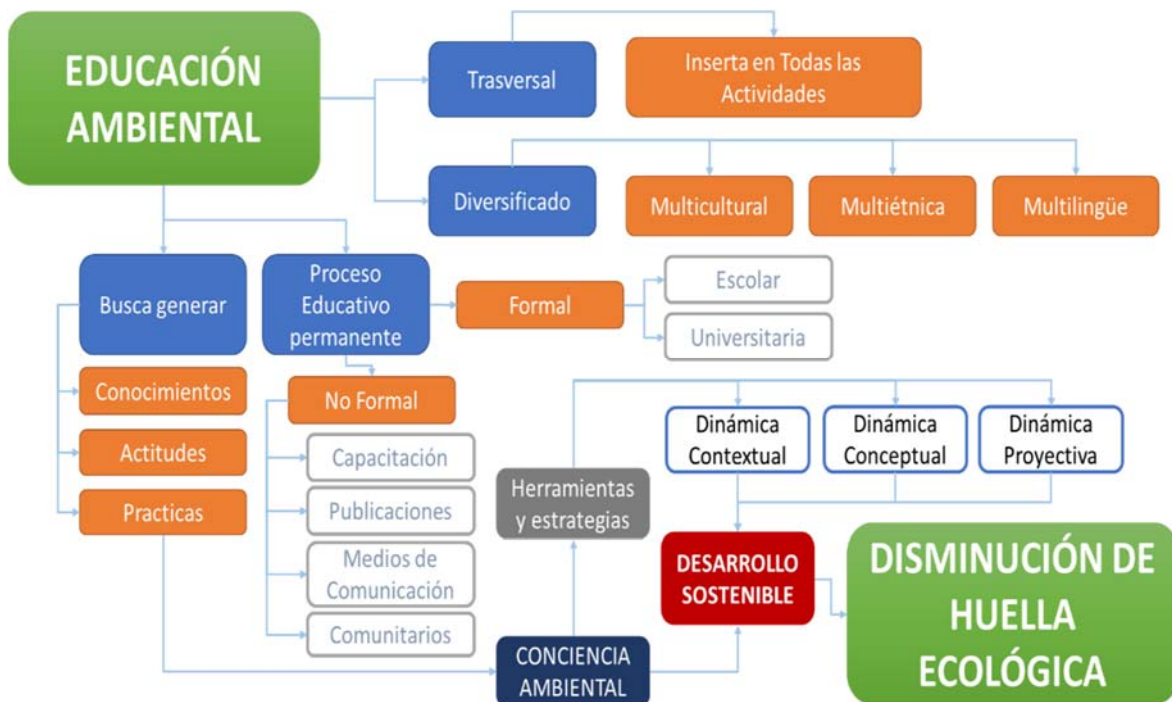
Asimismo, en la Tabla 14, se aprecia que la sub-huella más alta es la de energía, con un valor de 66,92% de la huella total, ya que es el principal municipio del Magdalena medio con más habitantes, incluso sobre los municipios de Socorro, Málaga y San Vicente de Chucurí, lo que aumenta el consumo de bienes y servicios, como la gasolina y el diésel, por parte la población local y flotante. Esta sub-huella representa una emisión de CO₂, de 3,4 toneladas; se subraya la necesidad de implementar estrategias que promuevan la disminución de estas emisiones. En segundo lugar, se encuentra la sub-huella de pastos, equivalente al 12,13% de la huella total, ya que existe un alto consumo y producción de carne bovina y avícola en la región. En tercer lugar, está la sub-huella de pastos con un valor de 0,0867 Ha/cap/año que representa el 9,08% de la huella total, puesto que existe un alto consumo de carnes, huevos y leche, por parte la población. En último lugar, se posiciona la sub-huella de mar con un valor de 0,00015 Ha/cap/año que equivale al 0,015% de la huella total. El pescado fresco es la principal variable de consumo, una propensión justificada, pues la ciudad es puerto del río Magdalena. Las

especificidades de la metodología y los cálculos realizados para la estimación de la huella ecológica en los cuatro municipios, se proyectan en la Estimación Indicador Huella Ecológica e Implementación de estrategias de formación <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1U1eJ78Mn6R7mvjyula4fpzOFQUqJ2O6K>.

Determinar la huella ecológica en Santander e impulsar medidas contra la degradación de los ecosistemas, complementado con el mejoramiento de los sistemas productivos y la concientización ambiental de la sociedad, constituye una respuesta de choque. Construir un modelo de educación ambiental, soportado en los enfoques de medición del índice de huella ecológica, exige criterios claros de seguimiento, evaluación y factibilidad para articular acciones desde la educación, enfocada en sensibilización ciudadana, medibles todas con indicadores universales. Así, la relación de la educación ambiental con la huella ecológica se plasma en la Figura 6.

Figura 6

Relación de la Educación Ambiental con el Índice de Huella Ecológica



Nota: Adaptado del Convenio Interadministrativo N° 1360. Gobernación de Santander - Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

Algunas recomendaciones, alusivas a los indicadores de huella ecológica, orientadas a optimizar el trabajo con las comunidades y mejorar su desempeño, son:

- Reutilizar y ahorrar energía y agua.
- Revalorizar y aprovechar los residuos sólidos, por medio de la selección en la fuente y el desarrollo de estudios, con el objetivo de disminuir su generación y transformarlos para obtener un valor agregado de estos materiales; así, se contribuye al cuidado del medio ambiente, y por ende, a las economías locales.
- Promover medios de transporte alternativos, como la bicicleta; igualmente, estrategias que incentiven la disminución de combustibles, y con ello, la reducción de la emisión de CO₂ atmosférico, tal es el caso de la implementación del día sin carro y sin motocicleta. Asimismo, resulta necesario promocionar el consumo de alimentos locales, devenido en descenso de los indicadores relativos a la

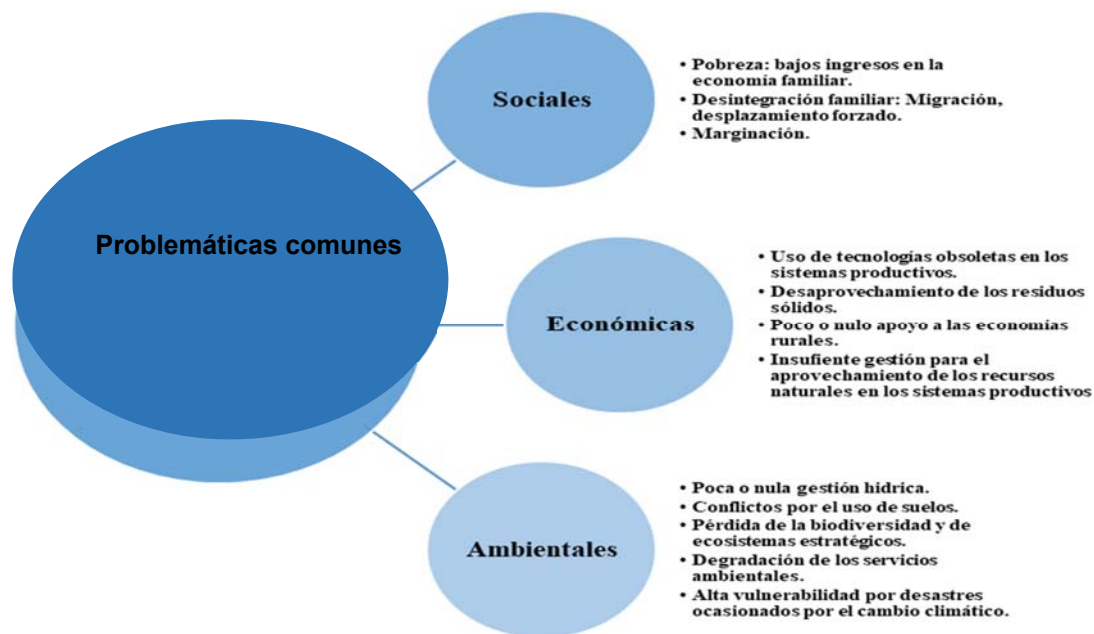
generación de gases contaminantes.

En este contexto, la exposición de estos planteamientos permite evaluar e incluir en el diseño del modelo de educación ambiental, la urgente implementación de estrategias, convertidos en factores de cambio de cada municipio; todo ello, sostenido en una premisa que estimula el trabajo cooperativo: *el principal vehículo de la transdiscipliniedad es la Investigación Acción Participativa*. Este análisis estuvo circunscrito a cuatro (4) municipios pertenecientes al Departamento de Santander (Colombia) y fundamentado en las características más significativas de sus territorios, hecho que posibilitó la generación de un modelo en contexto.

En la Figura 7, se registran las problemáticas socioambientales comunes de mayor impacto, identificadas por los actores sociales clave (líderes comunales, representantes de organizaciones sociales (ONG), autoridades ambientales, sector productivo:

Figura 7

Diagnóstico ambiental participativo



La Figura 7 expone algunas causas compartidas, a escala global, asociadas a la actual crisis ambiental que afecta los cuatro municipios estudiados, cuyos rasgos resultan afines al contexto de otros territorios. Los efectos de estas situaciones sobre la calidad de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o sobre la calidad de vida de las comunidades, se evidencian en la aparición de fenómenos de escala mundial como el cambio climático, el efecto invernadero, el adelgazamiento de la capa de ozono y la pérdida de biodiversidad, entre otros (De Castro et al., 2009; Giraldo, 2013).

Sin embargo, las dinámicas sociales marcan una tendencia claramente definida, ya que las generaciones gestan cambios determinantes, mediante el proceso educativo, que si bien está estructurado, definido y transmitido, su asimilación, para afianzar la creación de los hábitos que generen acciones positivas, no está muy arraigada en la sociedad actual. Por tanto, es necesario que la apropiación de la cultura sea desde los niveles más básicos de formación, para que las nuevas generaciones integren a sus rutinas diarias prácticas que impulsen las transformaciones que requiera la sociedad.

En otras palabras, en su forma más elemental, la cultura se define,

esencialmente, como la forma de ser y de hacer las cosas, a partir de un conjunto de valores y creencias que forman los hábitos y configuran el modo de vida.

En función de los planteamientos señalados, se propone un modelo de educación ambiental que asuma el reto de asegurar la consolidación de comunidades sostenibles, en términos ambientales. El análisis de la información permite identificar las necesidades, y así, construir un espacio en el que se viabilicen la articulación y concertación interinstitucional, acciones indispensables en la implementación del modelo de educación ambiental en el Departamento de Santander. Se visualizan algunos componentes que deben incorporarse en este espacio: la formación ciudadana y la estrategia Red de Colegios Sostenibles; cuyo fundamento apunta a la concepción de las instituciones educativas, como comunidades con las cuales se puede fomentar la sostenibilidad del modelo de educación ambiental en el tiempo.

5.3 Implementar estrategias de formación ciudadana para la sensibilización ambiental

La constitución política colombiana define, en su artículo 67: la educación es un derecho de las personas y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

El logro de estos objetivos está estrechamente relacionado con el interés colectivo y la capacidad de asumir las responsabilidades sobre la gestión del patrimonio social, económico y ambiental por parte de las comunidades. Para concretar este fin, es necesario el desarrollo de competencias que fomenten la

participación de la ciudadanía y el conocimiento de las características territoriales; además, una planeación estratégica que promueva el aprovechamiento de las potencialidades de sus territorios y la toma de decisiones para disminuir las brechas sociales y ambientales.

Asimismo, resulta primordial que los procesos educativos promuevan la generación de actitudes flexibles, ante las transiciones sociales y ecológicas que experimenta el país; ello implica que la población manifieste disposición para aprender a adaptar sus actividades frente a los cambios, de tal forma que se proteja el patrimonio ambiental de las futuras generaciones. Estos procesos de participación necesarios deben ser entendidos como procesos pedagógicos, a través de los cuales se fomente, no solo la comprensión de la democracia, sino que posibiliten vivir en ella.

En este marco de ideas, la constitución nacional abrió los caminos para facilitar la función social de la educación y, con ella, la participación activa de las comunidades, adicionada a la gestión responsable de los territorios, en concordancia con la Política Nacional de Educación Ambiental de Colombia. En el mundo de hoy, expertos en el tema ambiental coinciden en reconocer la educación como la vía más expedita para generar conciencia y fomentar comportamientos responsables frente al manejo sostenible del ambiente. Así, la Política Nacional contempla que la visión de la educación ambiental en su carácter transformador de comportamientos ciudadanos debe buscar:

La formación de nuevos ciudadanos éticos frente a la vida y frente al ambiente, responsables en la capacidad para comprender los procesos que determinan la realidad social y natural. De igual forma, en la habilidad para intervenir participativamente, de manera consciente y crítica en esos procesos a favor de unas relaciones sociedad-naturaleza en el marco de un desarrollo sostenible, donde los aspectos de la biodiversidad cultural de las regiones sea la base de la identidad nacional. La Educación Ambiental como propiciadora del desarrollo sostenible deberá concretarse en expresiones múltiples, donde los principios de democracia, tolerancia, valoración activa de la diversidad, descentralización, participación y demás formas en que los individuos y los colectivos se relacionan entre sí, con los otros y con sus

ecosistemas, favorezcan la existencia con calidad de vida. (Ministerio de Educación Nacional - Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

En este contexto, con el propósito de promover la conservación de la biodiversidad y los demás recursos naturales en Santander (Colombia), se concibe el modelo de educación ambiental como estrategia clave para generar hábitos y actitudes que permitan mejorar las dinámicas socioecológicas que conduzcan al desarrollo adecuado de los territorios. Por tal razón, se establecen los siguientes lineamientos para sustentar el diseño de estrategias, la implementación de carácter estructurante o de formación en la sensibilización ciudadana, orientados a garantizar la sostenibilidad del modelo en el tiempo:

- Abordaje del tema de la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente.
- Diseño de las estrategias en concordancia con el contexto de cada comunidad; por ejemplo, cada Institución educativa, concebida en el presente estudio, como comunidad, asume un activo rol promotor en la sostenibilidad del modelo de educación ambiental, perdurable en el tiempo.
- Sustentación de las estrategias sobre líneas de acción que permitan aprovechar y suplir la necesidad de los bienes y servicios ambientales, sin que esta demanda afecte el bienestar socioambiental.
- Implementación del principio de desacoplamiento del capital humano y el capital natural, a través de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- Desarrollo de esfuerzos destinados a facilitar la inclusión de la educación ambiental como eje transversal en el currículo.
- Inclusión de los componentes de la educación ambiental: fundamentos

ecológicos, percepción conceptual, investigación y evaluación del problema, capacidad de acción.

Con base en los señalamientos referidos y con la disposición de asumir el reto de crear comunidades sostenibles, se enfatiza la inclusión, dentro del modelo de educación ambiental, estrategias de formación ciudadana enmarcadas en contextos particulares y bajo la premisa: “reconozco y valoro mi entorno y con ello genero hábitos de protección del ambiente”.

Así, el modelo de educación ambiental planteado deviene en contribución para formar una generación consciente que expanda los aportes, desde los diversos saberes, a la conservación del entorno; principio fundamental de un modelo adecuado que propenda a estimular el desarrollo cultural y social, en el marco de la sostenibilidad. Por ello, el modelo contempla la formación ciudadana desde dos modalidades: la presencial y la virtual (formación asistida, a través de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC), con el objeto de arribar a todos los rincones del departamento. Además, se considera necesario que en el diseño de las estrategias de formación se seleccionen la metodología y las herramientas didácticas, a partir de los rasgos característicos de los grupos etarios de la comunidad (o municipio), objeto de la formación.

El diseño de estrategias de sensibilización ciudadana requiere de procesos formativos que, desde la complejidad y la interdisciplinariedad, reconozcan los elementos esenciales de las relaciones hombre-naturaleza, así como del desarrollo de actitudes, entre ellas, el análisis crítico de las problemáticas ambientales, la participación en los procesos de toma de decisión o de consolidación de políticas públicas para la planeación y manejo de los territorios; de esta manera, se aspira que el hombre logre reconocer los diferentes elementos que integran el ambiente y la articulación existente entre estos; al igual que la interdependencia que hay con los fenómenos de la naturaleza y la interconexión con la evolución tecnológica, cultural, económica y social de las comunidades, en una vasta e intrincada red de

relaciones (Cano, 2012).

El modelo de educación ambiental establece que, dentro de las estrategias de formación y sensibilización ciudadana, la adopción de la propuesta de Bronfenbrenner (1998), titulada *Teoría ecológica del desarrollo y el cambio de comportamiento*, cuyos referentes apuntan a las teorías contemporáneas de la psicología evolutiva, y con ello, la modificación de las conductas de las personas, a través de la influencia del entorno. También, se refuerza la idea de que todo ser humano y su medio ambiente afectan la forma en que el mismo sujeto crece y se desarrolla.

En este sentido, vale remitir a las bases de los principios y estructuras ambientales, dentro de los cuales se desenvuelve la persona y cada uno de los niveles que contiene al otro. A lo largo del ciclo vital, la persona está inmersa en relaciones e interacciones complejas, implícitas en las dinámicas y variables biopsicosociales del ser humano con otros humanos, igualmente, con objetos y símbolos del entorno inmediato.

En virtud de estas consideraciones, conviene subrayar que el modelo concibe la educación ambiental como el proceso de educación permanente, a través del cual las personas y las colectividades adquieren los conocimientos, actitudes y valores necesarios para conocer y comprender su medio, sensibilizarse y actuar sobre él. (Sarria, 2009; Martínez, 2010; Pájaro et al., 2013).

Por tanto, los procesos de formación ciudadana desempeñan un papel transformador, de acuerdo con cada una de las características de las sociedades; su finalidad es responder a las demandas que se plantean en torno a los sujetos de aprendizaje, es decir, formar en función del contexto o realidad de cada comunidad o grupo focal, objeto de la formación (Vásquez, 2006).

Estas referencias están intrínsecamente relacionadas con principios,

actitudes y valores, razón por la que se constituye en eje imprescindible de todo proyecto y modelo educativo; sus dimensiones deben ser integradoras, para que doten de sentido a todos los espacios, favorezcan la integridad del conocimiento global, el aprendizaje significativo, y con esto, se posibilite la apropiación social del conocimiento.

Por otra parte, además de concebir procesos de formación ciudadana, enmarcados en los principales hallazgos del análisis del contexto (diagnóstico ambiental y medición del indicador huella ecológica) y de considerar las edades para seleccionar las estrategias didácticas, es necesario incluir en la formación ciudadana elementos culturales que incentiven, a través de las artes, la conexión del ser humano con el medio natural, y pueda implementar estrategias para conservar la biodiversidad, disminuir la generación de residuos y favorecer su aprovechamiento.

Se infiere, entonces, que el trabajo colaborativo entre la educación ambiental y los ejes temáticos, centrados en el arte y la cultura, resulta primordial en la creación de espacios de formación artística, establecidos sobre la base de las bellas artes y la disposición de recursos disponibles que pueden ser nuevamente utilizados y aprovechados, lo cual alumbraría un panorama sostenido en acciones que difundan el cuidado y el respeto por el medio ambiente, tales como reducir, reutilizar, reciclar y recuperar.

Con base en la revisión epistemológica, el análisis de las diferentes concepciones teóricas de la pedagogía y la educación ambiental, así como también, los principales hallazgos del diagnóstico ambiental y la medición del indicador huella ecológica, se presentan a continuación las estrategias implementadas en el marco del Convenio Interadministrativo N° 1360 de 2017, celebrado entre la Gobernación de Santander y el Instituto Universitario de la Paz. Es importante aludir al convenio, en el marco de esta investigación, ya que la práctica de estas estrategias permitió identificar las principales fortalezas y oportunidades de mejora respecto a las

estrategias lúdicas, prácticas y teóricas que se consideraron dentro de la implementación de estos procesos de formación.

La contribución para formar una generación consciente, que aporte desde los diversos saberes a la conservación del entorno, es pieza fundamental en la construcción de un modelo apropiado que propenda al desarrollo cultural y social en el marco de la sostenibilidad.

5.3.1 Formación ambiental

Diplomado teórico-práctico dirigido a grupos focales en los 4 municipios de Santander (Mayores de 16 años).

Una de las estrategias presenciales implementada fue la administración y oferta de un diplomado, con una duración de 120 horas, dirigido a jóvenes y adultos. El diseño curricular del diplomado desarrolló seis módulos o componentes de formación. La descripción detallada del diplomado se muestra a continuación:

Tabla 15.

Descripción Diplomado “Gestión para la Sostenibilidad”, Procesos de Formación Ciudadana

Tipo de formación	Diplomado
Intensidad horaria	120 horas
Distribución horas:	Ocho (8) horas semanales 15 semanas 80 horas presenciales (Teórico-Prácticas) 20 horas prácticas 20 horas de trabajo independiente

Módulos de formación	<p>Dentro del diseño curricular se proponen seis módulos de formación. Los cuales propenderán al desarrollo de competencias y habilidades hacia la toma de decisiones, el diseño e implementación de soluciones sostenibles a las problemáticas sociales o ambientales del territorio. En cada módulo se incluirán los componentes de la huella ecológica así:</p> <ul style="list-style-type: none">Recurso Energético y Energías AlternativasSistemas de Producción SostenibleManejo y Conservación de la BiodiversidadInfraestructura (vivienda, transporte, servicios)Producción más Limpia (PML) – Sector empresarialGobernanza y Políticas Públicas
Metodología	<p>Los contenidos se ajustaron al grado de profundidad que se puede alcanzar en cada uno de los grupos de formación. Se partió de la socialización del diagnóstico ambiental con las comunidades para establecer la línea base de conocimiento en las temáticas a abordar en el diplomado. Al finalizar el proceso de formación se evaluó el nivel de evolución del conocimiento de los participantes, comparando el desempeño inicial y posterior en las capacitaciones. Las clases se desarrollaron en sesiones de cuatro horas, las cuales pueden ejecutarse dos días a la semana o una sesión única semanal de ocho (8) horas. El horario fue pactado con cada grupo beneficiario (cada municipio). El proceso de formación de todos los grupos del diplomado se desarrolló en simultáneo en los cuatro municipios. Es decir, que fue posible que todos los grupos iniciaran la misma semana y terminaran la misma semana, sin que esto signifique que sea el mismo horario para los cuatro municipios.</p> <p>La metodología fue dinámica y participativa, empleando diferentes estrategias pedagógicas para el trabajo con comunidades, como es el caso de la cartografía social, el juego de roles, recorridos o visitas de campo, entre otros. Se partió del principio de participación y empoderamiento como elementos fundamentales para el desarrollo sostenible del territorio de los participantes.</p>

El contenido teórico del diplomado, se desarrolló haciendo uso de murales fotográficos, ayudas audiovisuales como videos, presentaciones, infografías, cartillas, a través de lecturas dirigidas por el facilitador. Durante el desarrollo del contenido teórico, el facilitador presentó magistralmente la información de las unidades a estudiar, al tiempo que cuestionó a los participantes sobre diferentes aspectos estudiados

Algunas de las estrategias de educación ambiental que se implementaron durante el desarrollo del diplomado son:

Técnicas de simulación: Es uno de los medios más utilizados para lograr los objetivos, dirigidos a generar conciencia en comunidades. Entre las actividades de simulación que se utilizaron para el desarrollo del diplomado se encuentran: estudios de casos, juego de roles, simulación-juego

Cartografía social: La actividad diagnóstica se desarrolló con esta estrategia de participación, en donde además de conocer el nivel de conocimiento de los participantes sobre los contenidos a desarrollar en el diplomado, también, se recogió la percepción ambiental que ellos tienen de su municipio. Insumo necesario para la validación de los elementos que constituyen el modelo de educación ambiental

Otras estrategias: Dinámicas lúdicas en clase, mentefacto, lluvias de ideas.

Descripción de la población participante del diplomado	Jóvenes: Entre los 15 y los 28 años de edad Adultos: Mayores de 29 años de edad Líderes sociales, funcionarios públicos, docentes, padres de familia o estudiantes de una de las 24 instituciones participantes del proyecto Dentro de la caracterización de la población participante, se destacó la necesidad que la persona lea y escriba
--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.3.2 Curso presencial formación semilla dirigido a población de 8 a 12 años

La formación semilla de niños (8 a 12 años) y adolescentes (13 y 14 años),

se cumplió mediante el desarrollo de talleres de 40 horas de duración. Su premisa plantea que los niños aprenden y se disponen más fácilmente “haciendo”. Dentro de las actividades compartidas con los niños, se incluyeron las recomendadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), el International Centre for Conservation Education (ICCE) y el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA). Las estrategias utilizadas en la experiencia fueron la experimentación, la lúdica y los videos. También, se incorporaron actividades artísticas que permitieron los niños y adolescentes expresar su percepción ambiental sobre su territorio y generar estrategias de solución.

Se asignaron tres (3) horas semanales y estos se desarrollaron en una sesión de 3 horas o en dos sesiones de 1.5 horas cada una. La programación de los horarios se planificó según la disponibilidad del tiempo de las 24 Instituciones que participaron en el proceso. El diseño curricular integró los seis, ejes temáticos de la huella ecológica:

- Recurso Energético y Energías Alternativas.
- Sistemas de Producción Sostenible.
- Manejo y Conservación de la Biodiversidad.
- Infraestructura (vivienda, transporte, servicios).
- Producción Más Limpia (PML) – Sector empresarial.
- Gobernanza y Políticas Públicas

Además de las estrategias anunciadas, se empleó la metodología el Aprendizaje Basado en Problemas, donde el orientador del taller presenta una problemática ambiental a los niños y adolescentes, y los motiva a plantear soluciones; luego, en grupos, aplicando el método científico se discuten cuáles son las más factibles de implementar en su comunidad y se procede a iniciar la fase de experimentación para que los niños y adolescentes tengan la oportunidad de demostrar o no sus hipótesis.

En todos los procesos de formación, presenciales y virtuales, se integró la teoría de sistemas, dado que la problemática ambiental no puede ser abordada desde diferentes cristales, pues es un todo.

5.3.3 Cursos Virtuales

Se diseñaron cursos en las plataformas virtuales del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ): AVAPAZ (Moodle) y Chamilo. El link de acceso a los cursos virtuales se dispuso, también, en el portal web de la Gobernación de Santander, los cuales tuvieron una duración de 60 horas. Contaron con el acompañamiento constante de un administrador del curso e igual que en los procesos de formación presencial, los cursos fueron diseñados de acuerdo con los seis componentes de la huella ecológica, puntualizados previamente. El abordaje teórico-práctico fue de fácil implementación por parte de los estudiantes. La estructura del curso virtual estuvo compuesta por los siguientes elementos:

- Introducción y seis unidades modulares.
- Talleres.
- Foros de discusión.
- Evaluaciones pedagógicas.

En la Estimación Indicador Huella Ecológica e Implementación de Estrategias de Formación <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1U1eJ78Mn6R7mvjyula4fpzOFQUqJ2O6K>, se insertan las diferentes estrategias de formación en educación ambiental que fueron implementadas en los cuatro municipios de Santander.

5.4 Redes para la sostenibilidad. Enfoque proyectivo “Red Colegios Sostenibles”

El análisis de los problemas ambientales exige la construcción de instrumentos que permitan describir, caracterizar y comprender desde el "reconocimiento de la complejidad, del caos, de las fluctuaciones, el desorden y la oscilación" (Ocaña, 2014, p.238); y así, poder efectuar una lectura sistémica, a través del entramado de relaciones cambiantes que configuran al ser humano y el ambiente que le rodea.

En este contexto, es improbable tratar el cambio de perspectiva de las ciencias ambientales, partiendo de las concepciones que los científicos anteriores al tercer milenio tenían de la visión y misión de la ciencia clásica. Anteriormente, se pretendía eternizar los principios y teorías básicas de la ciencia como su carácter universal y la irrevocabilidad de las leyes de la naturaleza. Sin embargo, el estudio de los problemas que más preocupa a la humanidad, entre ellos, los ambientales, muestra que el interés de la ciencia tiende, cada vez más, hacia la comprensión de las estructuras no lineales, a la evolución de los diferentes tipos de relaciones (tríadicas, disipativas, fluctuantes) del sistema complejo que integra el hombre, la naturaleza, la tecnología y los sistemas económicos actuales.

Es así que, en la actualidad, existen diferentes tendencias científicas, cuyo objeto de conocimiento es el estudio de los problemas cruciales del siglo XXI; cada una busca integrar la complejidad que atañen los elementos de este objeto de análisis y algunas consideran al ser humano, investigador-observador como el centro de todo proceso de investigación (Ortiz, 2014).

El estudio de lo complejo ha impactado, también, en el ámbito más directo de las interacciones de los seres humanos: la educación, la interpretación de la sociedad, la política y la comprensión del momento actual que vive la humanidad. El problema de la complejidad ha pasado a ser el problema de la vida y el vivir, el problema de la construcción del futuro y la búsqueda de soluciones a los problemas contemporáneos. En palabras de Edgar Morín (2004), cuando se habla de

complejidad “se trata de enfrentar la dificultad de pensar y *de vivir*” (p 220).

Dada la complejidad de las realidades sociales, no es suficiente la acción parcelada, se requiere una intervención abierta y relacional, respecto a los procesos humanos; una mirada multidimensional de la persona hacia el modelo de redes contribuye a superar la parcelación de los fenómenos; amplía la perspectiva del espacio de existencia de las personas y de las problemáticas que expresan. Hoy en día, no es suficiente intervenir únicamente a nivel individual o familiar, sino que se requiere de la activación de otros espacios de los que la persona forma parte. Resulta indispensable favorecer la influencia pública y política desde los aprendizajes que la intervención arroja: transformar miradas, discursos y prácticas.

El paradigma de los sistemas complejos incentiva la interacción entre sus elementos, lo cual impulsa el vislumbramiento de fenómenos emergentes que no podrían explicarse mediante el análisis de sus componentes por separado.

En la redes, desde el punto de vista semántico, los elementos pueden ser cualesquiera (personas, grupos, instituciones, moléculas, piezas de música, palabras, países, trayectorias) y los vínculos también (relaciones de conocimiento, transacciones comerciales, influencia, afinidad, enemistad, contagio, derivación, violencia, poder, relaciones semánticas o paradigmáticas, clientelismo y, por supuesto, alianza, filiación y consanguinidad); enlaces que pueden ser, además, nominales, signados, predicativos o cuantitativos.

Las redes son polimorfos y los modelos de redes pueden ser estáticos o dinámicos, topológicos o geométricos, analógicos o cuantitativos, axiomáticos o exploratorios. Aunque se han creado infinidad de medidas (de centralidad de grado, de proximidad, de conglomerado, de conectividad, de diámetro, de cohesión), la teoría de redes no es ni unilateral ni exclusivamente cuantitativa. Las cifras que resultan del cálculo, cuando las hay, no denotan magnitudes absolutas, sino más bien posiciones relativas en un espacio o campo de atributos. Es más

frecuente que un modelo de redes proporcione una visión interna y comprensión antes que explicación y medida, y es por eso que en esta indagación se profundiza en esa cualidad, previa manifestación de reservas ante la flexibilidad lingüística sin método que reclama ser el único método cualitativo imaginable (Given, 2008).

Un grafo es una de las representaciones que admite una red; y, a la inversa, una red es, a su vez, una clase, una interpretación o una instancia empírica de un grafo (Ore, 1962; Bon-dy y Murty 1976; Harary, 1969; Wilson, 2004). Solo se deben resemantizar los nodos como actores y los vínculos como relaciones para que los grafos representen redes sociales.

Así, con el objetivo de promover la sostenibilidad del modelo de educación ambiental en el tiempo, se concibió un trabajo colaborativo en redes que impulse la generación de un espacio para afianzar la articulación y concertación interinstitucional que propicie la creación e implementación del modelo en el departamento de Santander. El espacio de articulación remitió a la conformación de la Red de Colegios Sostenibles.

Esta red se originó en el marco de la presente investigación, mediante la financiación del Convenio Interadministrativo N° 1360 de 2017. En total, se beneficiaron 24 Instituciones de Educación Media, de los cuatro municipios elegidos, como se constata en la próxima proyección.

Tabla 16

Instituciones educativas pertenecientes a la Red de Colegios Sostenibles Convenio Interadministrativo N° 1360 de 2017

Barrancabermeja
Institución Educativa Agropecuario La Fortuna
Institución Educativa CASD José Prudencio Padilla
Institución Educativa Ciudadela del Magdalena Medio
Institución Educativa El Castillo

Institución Educativa Escuela Normal Superior Cristo Rey
Institución Educativa Instituto Técnico en Comunicación Barrancabermeja
Institución Educativa Instituto Técnico Superior de Comercio
Institución Educativa Los Laureles
Institución Educativa Pueblo Regao
Institución Educativa San Marcos El Llanito
Institución Educativa Veintiséis de Marzo
Málaga
Colegio Custodio García Rovira
Colegio Oficial Nuestra Señora del Rosario
Escuela Normal Superior Francisco de Paula Santander
Instituto Politécnico Monseñor Manuel Sorzano González
Instituto Técnico Industrial Emeterio Duarte Suárez
San Vicente de Chucuri
Colegio Integrado Camilo Torres
Colegio Integrado Yarima
Colegio Nuestra Señora de La Paz
Concentración Desarrollo Rural José Antonio Galán
Institución Educativa Miradores de Llana Caliente
Socorro
Instituto Técnico Industrial Monseñor Carlos Ardila García
Colegio Alberto Santos Buitrago
Centro Educativo Verdín

La red fue organizada desde la dimensión de los Programas Ambientales Escolares (PRAES) y Proyectos Ambientales Escolares. Y es que las diferentes ramas del saber juegan un papel primordial y se erigen en oportunidad de conjugar nuevos conocimientos y lineamientos educativos orientados a fortalecer la articulación de nuevas tendencias ambientales globales; todo ello, en favor del mejoramiento continuo de un sistema que va en degradación por falta de compromiso y gestión de las entidades de educación media, obligadas a regirse por una serie de lineamientos legales que encauzan los procesos organizativos referentes al medio ambiente, su adecuado uso y conservación (MEN, 2005).

Cuando se alude a los PRAES, forzosamente, debe anexarse a un contexto

educativo, el cual está obligado a desarrollar posturas teóricas y técnicas en el aprendizaje y la enseñanza. Lo cual implica que el PRAE visualiza desde un contexto más generalizado, como requisito hacia un compromiso asumido por los docentes y líderes de este tipo de actividad ambiental, fundamentada en formas ética y sociales, y en una actitud renovadora para la vida observada desde el medio ambiente.

De esta manera, los PRAE abarcan procesos complejos que involucra la construcción de nuevos valores, compromisos, actitudes, valores y acciones que garanticen una gestión ambiental más eficiente, enfocada desde las diferentes disciplinas que participan del proceso de construcción de un ambiente renovado y respetado, acorde con la normatividad vigente colombiana.

Es claro que los procesos de formación ambiental deben ser integrales en su diagnóstico para identificar, de manera clara, las fortalezas y debilidades de los docentes que lideran los (PRAE) en las instituciones de educación media.

Frente a las teorías de educación y de medio ambiente, los (PRAE) participan en los métodos de enseñanza activos, críticos y constructivos, como un proceso de aprendizaje acompaña las prácticas sociales y aporta a la construcción de un conocimiento dinámico y participativo con las bases teóricas esenciales para atender cualquier tipo de situación ambiental que pueda presentarse, ya que representa una excelente oportunidad de mejora y cambio constante, la conservación dentro de las buenas prácticas y apropiada gestión de un PRAE institucional que vela por contribuir al cambio y al desarrollo sostenible.

Alcanzar estas aspiraciones precisa del desarrollo y disposición de espacios comunes de reflexión entre instituciones, organizaciones y comunidades para participar en el análisis de las problemáticas, y así, sugerir estrategias de intervención y proyección de propuestas concretas en la solución de situaciones ambientales (Carrasco, 1996).

Resulta propicio acotar, entonces, que la Red de Colegios Sostenibles se define como la interacción entre los diferentes proyectos ambientales escolares (PRAE) y/o programas ambientales concebidos y desarrollados por instituciones de educación media (IEM), perfilados a la formación de seres sociales, con conocimiento y consciencia de las potencialidades y brechas de las características ambientales de sus territorios, con lo cual se activa el pensamiento integral, cuya incidencia genera ambientes de cambio y una concepción sólida del pensamiento humano; todo esto, procesado desde la educación, asumida como eje fundamental del desarrollo sostenible.

Por otra parte, con el objetivo de conocer los contextos e identificar y priorizar las problemáticas a abordar, en los procesos de formación para la sensibilización ciudadana, se identificaron las situaciones ambientales comunes de las 24 IEM. Así, el diagnóstico ambiental reveló que a pesar de que el trabajo en los colegios ha sido progresivo y perseverante, las IEM aun presentan desarticulación en los proyectos ambientales escolares (PRAE), puesto que es prioritario fortalecer los programas de una manera estratégica para ejecutar acciones, previamente diseñadas en los modelos que componen los proyectos ambientales.

De esta manera, se define como línea base la educación ambiental (EA) y se erige en estrategia idónea para acceder a entornos limpios y saludables; configurando un tema constituido por la integración de experiencias significativas en todas las instituciones, sin diferenciar la formación impartida en cada una de ellas, es decir, el modelo de educación ambiental implementado, tanto en una IEM con referencia académica, industrial o agropecuaria, puesto que la educación ambiental es transversal en todas disciplinas y ramas del saber.

La clasificación de dichas problemáticas es presentada en las siguientes líneas de acción y se agregan las estrategias a implementar.

Tabla 17*Líneas de acción Modelo de Educación Ambiental*

Líneas de acción	Problemáticas priorizadas	Estrategias a implementar
Restauración y conservación del recurso flora	Conflictos derivados por el uso del suelo Pérdida de la diversidad de fauna Riesgo por deslizamiento debido a situaciones de erosión	Capacitación y fortalecimiento de semilleros de investigación: La educación ambiental como parte de la educación científica: “Desarrollo de proyectos ambientales en semilleros de investigación, para la conservación del recurso flora” Actividad de restauración y embellecimiento paisajístico
Manejo Integrado de Residuos Sólidos	Inadecuada disposición final de residuos sólidos: proliferación de vectores y enfermedades. Desaprovechamiento de los residuos sólidos generados en la IEM	Manejo Integral de Residuos Sólidos (RS), más que un compromiso un deber de todos Generación de compost y huertas ecológicas. Capacitación fortalecimiento de semilleros de investigación: La educación ambiental como parte de la educación científica: “Desarrollo de proyectos ambientales en semilleros de investigación, en Economías verdes- Revalorización de Residuos Sólidos” Implementación de puntos ecológicos
Manejo y uso eficiente del agua y la energía	Altos consumos de agua y energía eléctrica. Problemáticas derivadas de la generación o exposición a aguas residuales. Desabastecimiento de agua potable a causa de la ubicación geográfica de la IEM. Falta de cobertura del servicio de energía eléctrica	Campaña ambiental Defensores del Planeta. Capacitación fortalecimiento de semilleros de investigación: La educación ambiental como parte de la educación científica: “Desarrollo de proyectos ambientales en semilleros de investigación, uso de energías sostenibles”

Además, se incluyó, dentro del estudio de redes para la sostenibilidad, la estrategia de divulgación de las diferentes experiencias de implementación del

modelo de educación ambiental, a través de la página web de la Red de Colegios Sostenibles: <http://www.colegios-sostenibles.net.co/>

5.5 Bases estructurantes del Modelo de Educación Ambiental

Abordar el estudio de la educación ambiental amerita conocer los enfoques que marcan el espectro de análisis y la profundización en los cambios actitudinales de las personas y su interacción con el ambiente. Esta afirmación se adiciona a su carácter reflexivo sobre el accionar del hombre en el planeta, sus hábitos, costumbres y actitudes, la forma como concibe el mundo y lo que en él habita. Sus conflictos sociales, culturales, políticos y económicos, en un mundo de diversos contrastes, exhorta a replantear la forma de convivir del ser humano con su especie y con el medio natural y de educar para conservar, pero ¿qué se conserva con la educación desde una visión holística? He aquí la respuesta: ¡La vida en su conjunto!

Los movimientos educativos, incluso los críticos y liberadores, han girado, históricamente, en torno al desenvolvimiento del ser humano como ser autónomo; el antropocentrismo demarca, según la postura de Bergoglio (2015), que el ser humano ya no reconoce su posición justa respecto al mundo, y asume una actitud autorreferencial, centrada exclusivamente en sí mismo y su poder. Es en este escenario que la educación ha hecho un largo recorrido y se ha diversificado en distintas corrientes que enfatizan unos u otros aspectos, pero siempre centrada en los seres humanos y en sus relaciones «intraespecíficas», es decir; el hombre y su relación con el espacio que habita.

Las propuestas de educación, en esta corriente, presentan este denominador común: giran alrededor de la persona y de sus relaciones con otras personas o grupos: la educación para defender los derechos humanos, para fomentar la igualdad de género, entre otras; todas, en el ámbito del desarrollo social del ser humano con otros seres humanos. Este pensamiento, de modo indirecto, respalda la sostenibilidad, puesto que la aceptación de la diversidad cultural, centrada en la

igualdad o el respeto recíproco entre seres humanos acerca el objetivo de desarrollo sostenible y aproxima a la educación conservacionista, una corriente que aún debe evolucionar e incorporar aspectos ecológicos y de otras disciplinas importantes para obtener una visión más holística, integradora, incluyente y proyectiva que faculte la valoración de todos los seres vivos del planeta.

Estos criterios demandan la asunción de una nueva visión holística del mundo, y por ende, una nueva forma de educar para promocionar la conservación, el respeto, la vida, la relacionalidad, la convivencia.

Esta realidad, focalizada en la educación ambiental del siglo XXI, se distancia del objetivo clásico antropocéntrico (en función del ser humano), y se transfigura más integradora e incluyente, *biocéntrica* o *ecocéntrica* (Novo, 1985). El eje referencial sobre el que gira este cambio es, a su vez, una nueva mirada filosófica: la que contempla al ser humano no como dominador o dueño de la naturaleza, sino como parte de ella, como una especie que, con sus indudables singularidades, está retada a entenderse y desarrollarse en armonía con el resto de la biósfera (Novo, 1985).

Ese carácter ecocéntrico se asienta sobre “la noción del ser humano como ser ecodependiente, que incluye a su entorno en su principio de identidad” (Morín, 1984). La ecodependencia es fundamental para comprender el alcance innovador de esta visión, porque sitúa a la humanidad en comunidad de intereses con todo lo existente, al ampliar la comunidad ética para incluir en ella a la tierra con todos sus seres vivos (Leopold, 2000), lo cual implica la instauración de una educación para conservar la vida.

Por tanto, la educación ambiental de hoy debe construir un mejor mañana, a través de la inserción y difusión de una visión novedosa frente a la conservación de los recursos, la valoración de todos los seres vivos, el respeto por el ambiente y el reconocimiento de la dependencia de cada elemento que habita este planeta; comprender que el funcionamiento planetario, como un sistema complejo, admite

que cada movimiento altera las dinámicas con las que funciona el mismo y en donde cada pieza es fundamental para el desarrollo adecuado y la sobrevivencia.

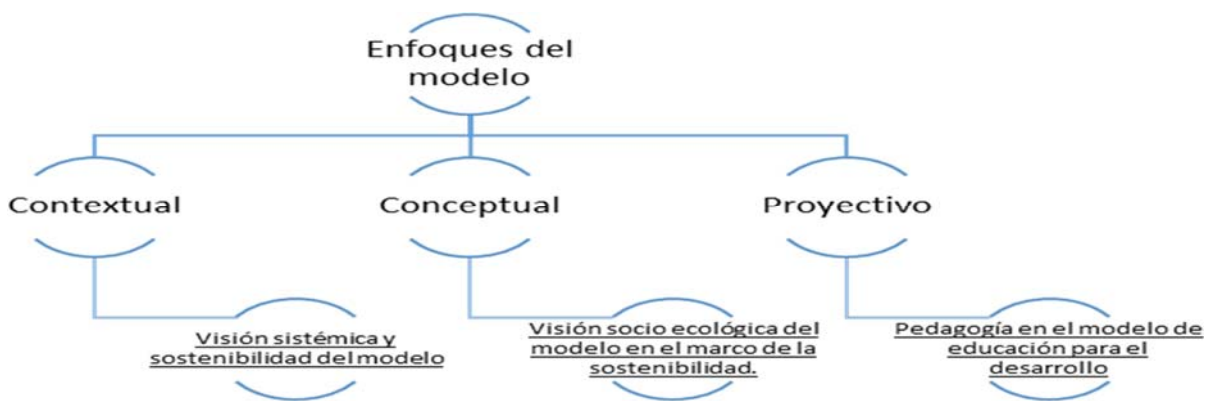
En virtud del contexto aludido, se apuntan, a continuación, los principios rectores del modelo de educación ambiental en el Departamento de Santander (Colombia):

- a. Resolver el problema requiere la comprensión entre distintos sistemas y actores.
- b. No existe un modelo definitivo de relaciones causa-efecto para interpretar de manera homogénea a los diferentes actores de la sociedad civil.
- c. El modelo es replicable en diversos contextos, situación que garantiza la apropiación de los diferentes actores.

Las bases conceptuales de este modelo se sustentan en tres enfoques, trazados en la figura expuesta a continuación.

Figura 8

Enfoques de diseño del Modelo de Educación Ambiental



El diseño del modelo se basó en los planteamientos fundacionales de estos

tres enfoques: contextual, conceptual y proyectivo.

5.5.1 Visión sistémica y sostenibilidad del modelo

La Teoría General del Sistema (TGS), a través del análisis de las totalidades y las interacciones internas de estas y las externas con su medio, ya está considerada, en la actualidad, una poderosa herramienta mediante la cual se explican los fenómenos que suceden en la realidad y, también, viabiliza la predicción de la conducta futura de esa realidad (Bertoglio, 1993).

Se advierte, entonces, que dentro de su construcción y dinámica natural, compleja, conformada por nichos ecológicos, ambientes de relación físicos, químicos y bioquímicos, así como clima, temperaturas y condiciones especiales, ha dado lugar a un proceso imposible para otros planetas cercanos al nuestro: la vida.

El sistema social reproduce la comunicación, al igual que los sistemas vivos reproducen la vida y los sistemas psíquicos reproducen la conciencia. Todo lo que no es comunicación pertenece a su entorno. Como cualquier sistema, está cerrado sobre sí mismo; el individuo carece de medios para intervenir sobre el sistema social y, más aún, para gobernarlo. Paralelamente, el proceso de diferenciación que ha acompañado a la modernidad es concebido a través de la constitución de subsistemas opacos que se perciben mutuamente como elementos del entorno (Urteaga, 2010).

Desde el enfoque sistémico, aplicado al campo educativo, el modelo contempla como eje estructural la conexión entre los individuos y el contexto (sistema abierto), tanto el inmediato, familiar, educativo, entre iguales, como el más amplio y genérico, social, político, religioso, cultural, etc., considerando sus interacciones recíprocas en un constante “feedback” de comunicación. Asimismo, esta base conceptual del modelo propone el análisis de la problemática ambiental desde la complejidad, mediante la Teoría de los Sistemas Complejos (TSC).

La TSC fue propuesta por García (2016) y constituye un marco integral para

afrontar “problemáticas complejas” que requieren de un enfoque interdisciplinario. En este contexto, Quezada (2010) define el sistema complejo como un sistema compuesto por elementos individuales excitables e interactuantes que pueden modificar sus estados internos al interactuar con otros con su ambiente. Por otro lado, el modelamiento de comportamientos sociales pasa primero por delinear algunas reglas de funcionamiento que describan el operar del agente, por ejemplo, cuál será la acción que realizará, qué ocurrirá cuando se encuentre con otro agente, cómo se influirán mutuamente, si tienen visión del comportamiento tanto del agente que tienen en frente o de toda la comunidad de agentes, etc.

Así, de acuerdo con Gutiérrez (2015), el modelo establece como visión los cuatro municipios estudiados, interpretados sistemas urbanos, cuyas características y problemáticas ambientales y sociales, tienden a convertirse en sistemas complejos, por lo que, en esta medida, es indispensable un cambio paradigmático en materia de intervención urbana, porque en la perspectiva positivista existen limitaciones para aprehender la realidad socioterritorial en su complejidad.

Admitir la complejidad de los sistemas urbanos desde la planeación implica cambiar la forma de pensar y actuar, sobre la base de soluciones simplistas fundadas en la disyunción analítica cartesiana para corregir problemas complejos y trascender hacia un pensamiento articulador del todo con las partes, del orden y el desorden, del objeto y el entorno, de lo continuo y discontinuo, de lo abstracto y lo concreto. Sin ser taxativas, estas dualidades propias de los sistemas urbanos complejos nos enfrentan al reto de que la ciudad debe ser organizada y dotada de nuevas formas de regulación que permitan prever el comportamiento del sistema en su conjunto, sin importar su grado de complejidad.

Desde esa óptica se puede afirmar que la forma apropiada de examinar las diversas problemáticas y particularidades del entorno, sea desde los sistemas urbanos, sociales o ambientales, es por intermediación del análisis exhaustivo de las diversas interacciones, sus propias dinámicas, las interdependencias y con una

visión holística que aborde estos enfoques, es decir, la expansión de un estudio desde un pensamiento integrador que atienda la complejidad del sistema; en otras palabras, desde un pensamiento complejo.

En este marco de ideas, debe entenderse que el pensamiento complejo no es propiedad de un autor, sino que constituye un desafío colectivo que es, a la vez, científico y filosófico, ético y político, teórico y práctico, académico y ciudadano para comprender la complejidad del ser humano y regenerar el porvenir de la humanidad (Utopía y Praxis Latinoamericana, 2017).

En consecuencia, Huertas y Arboleda (2016) vislumbran el desarrollo del pensamiento complejo como el mecanismo filosófico para interpretar la necesidad y la herramienta para transformar la realidad social y humana. La complejidad de pensamiento implica, también, repensar el concepto de ambiente y los diversos problemas de cambio global que se presentan en las comunidades, como sus principales agentes de transformación y las acciones que se deben emprender para explorarlos.

Pensar la educación, desde la complejidad, desencadena múltiples interrogantes, entre ellas, el cuestionamiento a la forma en la que se aprende. En este sentido, la preocupación de esta perspectiva es cómo orientar a los estudiantes en su aula para que desarrollen sus propias ideas, cómo capacitarlos para que empleen sus facultades y produzcan una transformación social, en virtud, por supuesto, de sus particularidades y su concepción de sujeto complejo; una evolución suscitada desde la incertidumbre y el diálogo con su exterior.

5.5.2 Pedagogía en el Modelo de Educación Ambiental

La pedagogía, como nuevo paradigma que se construye participativamente,

implica procesos de reconceptualización filosófica y epistemológica y cambios de métodos, especialmente hoy, cuando está demostrado el fracaso de la enseñanza explicativa y se exige arbitrar alternativas de aprendizaje. La pedagogía del aprendizaje propone el diálogo de saberes, la superación de la dicotomía educación formal-educación no formal, la superación de la escolaridad como requisito único de enseñanza y de aprendizaje; también, el desarrollo de capacidades propositivas, la validación del conocimiento con la acción proyectiva, la comprensión profunda de contenidos en contexto, para construir sentido a la práctica docente como a las expectativas cotidianas del estudiante y la solución de problemas teóricos referidos a los problemas del contexto cultural, en el cual está inmerso el estudiante.

Se impone, entonces, una pedagogía del aprendizaje que introduzca al docente en reflexión profunda de su propia práctica pedagógica cotidiana para que su experiencia personal se convierta en su mejor fuente de información, en su biblioteca autocríticamente consultada (Alzate y Gelvez, 1996).

El modelo enfatiza la necesidad de replantear el rol del docente, única posibilidad para trascender la visión de un agente transmisor de conocimientos y formalización de los procesos educativos a una práctica con alternativas motivadoras en el desarrollo de innovaciones de su propio ejercicio pedagógico; sin esta posición transformadora, difícilmente se atreverá a hacer y ayudar a hacer nuevos caminos y construir nuevos paradigmas que liberen su desarrollo y le ayuden a construir sentido a su vida, en el proceso educativo y a su propia labor docente cotidiana (Alzate y Gelvez, 1996).

El modelo plantea que educarse en armonía con la naturaleza, supone aprender a reconocer que existen ciclos de producción y que es necesario rotar las tierras de cultivo que se han venido agotando por la sobreexplotación; es hablar de reforestación, de respeto a los tiempos de apareamiento de los animales; es reconocer que la naturaleza no es un bien infinito y que su cuidado se traduce en protección de la reproducción de la propia especie humana (Solano, 2002).

También, expresa que el desarrollo social ha de estar regido por el respeto al ambiente y la preocupación por la paz, la inclusión y la justicia social. Los principios éticos y morales de una visión humanista del desarrollo social se oponen a la violencia, la intolerancia, la discriminación y la exclusión. Por lo que respecta a la educación y la instrucción, suponen dejar atrás el utilitarismo y el economicismo restrictivos para integrar las dimensiones múltiples de la existencia humana.

Asimismo, el modelo presume una visión de la educación como generador de conocimientos, la cual impulsa un cambio en los pensamientos y actitudes del individuo con su entorno; por ende, se crea la necesidad de transmitir las enseñanzas aprendidas a la sociedad y, así, concebir un equilibrio entre el ser, el saber y el hacer, y con ello, se amplía la posibilidad de alcanzar un desarrollo con bienestar social que esté en consonancia con la conservación y el equilibrio dinámico del medio natural.

5.5.3 Visión socioecológica del modelo en el Marco de la Sostenibilidad

En el marco de la problemática ambiental global, el modelo de educación considera que la sociedad y la naturaleza son interdependientes y nodulos integrantes vitales de un sistema que, en su configuración, es complejo y armónico, lo que induce a pensar mucho más allá de las fronteras de las disciplinas científicas tradicionales de carácter sectorial, las cuales, según Martín-López *et al.* (2012), se sostienen en cuerpos de conocimiento fragmentados que examinan y abordan los problemas desde la especificidad y resultan poco útiles para gestionar los desafíos socioecológicos, asociados al proceso emergente de la urgencia planetaria que se origina en el cambio global (Vilches y Pérez 2007).

Así, en este contexto, el modelo asume los desafíos ambientales como retos socioecológicos, consecuencia de los acoplamientos o interacciones que se establecen entre estos subsistemas, a través de diferentes vías. Dentro del dominio de sistemas sociales se encuentran subsistemas como la cultura, la política, la

economía y la organización social, (la sociedad misma); mientras que en el dominio de los sistemas ecológicos, se encuentran subsistemas como la naturaleza-entorno no creado por el hombre y el ambiente-entorno creado por el hombre (Zapata, 2011). Los acoplamientos que se establecen entre estos dominios (social y ecológico), causan impactos y perturbaciones entre estos. Adicionalmente, el modelo, a su vez, debe promover el estudio de los sistemas socioecológicos como sistemas complejos adaptativos, pues son sistemas que ante las diferentes interacciones se reajustan y auto-organizan continuamente, sin necesidad de un control centralizado (Walker, 2011).

En ese sentido, cabe destacar que no todos los conceptos de sostenibilidad son apropiados para entender la sostenibilidad de todos los tipos de sistemas socioecológicos, porque tradicionalmente estos conceptos han tenido diferentes significados, según sistemas específicos de interés, como el modelo de desarrollo o una industria. Así, el concepto más apropiado es el de resiliencia socioecológica de los sistemas, un constructo que explica el fundamento de los sistemas sostenibles, sin importar el tipo particular de sistema socioecológico (Zapata, 2011).

El anterior contexto revela la importancia de abordar el desacoplamiento entre el capital humano y el capital natural, a través de la gestión integral de la biodiversidad y de los dones de los ecosistemas, a partir de los cuales se determinen líneas de acción que permitan aprovechar y suplir, con ello, la necesidad de los bienes y servicios ambientales, sin que esta demanda afecte el bienestar socioambiental y la oferta de los mismos en el tiempo.

Por tanto, el primer paso para comprender las dinámicas socioecológicas de un territorio es reconocer el ambiente como un sistema complejo compuesto por tres dimensiones: natural, social y cultural; en segundo lugar, pensar que el análisis y los cambios que puedan ocurrir, en un territorio, depende, en gran medida, de aspectos del ser y el hacer del ser humano; y en tercer término, asimilar que la educación, desde sus diversas formas y miradas, es la estrategia más importante

para adquirir hábitos y actitudes destinados a mejorar esas interacciones socioecológicas que conduzcan al desarrollo adecuado de los territorios.

La interdependencia, en un sistema socioecológico, se proyecta en la forma que las intervenciones y actividades de carácter cultural, político, social y económico producen transformaciones en el ambiente y la naturaleza; además, las dinámicas de los ecosistemas influyen la cultura, las relaciones de poder y las actividades económicas de la sociedad (Salas-Zapata *et al.*, 2012).

De acuerdo con Martín-López *et al.* (2012), la mejor estrategia para vincular el conocimiento científico con la acción, explorar la persistente crisis socioecológica actual y promover nuevos caminos para transitar a la sostenibilidad, es adoptar un enfoque desde la ciencia de la sostenibilidad, cuerpo emergente de conocimientos que intenta otorgar una dimensión científica al concepto de *desarrollo sostenible*, mediante el estudio de los sistemas socioecológicos y centrado en el trabajo establecido con las relaciones dinámicas y complejas entre naturaleza y sociedad.

González *et al.* (2007) plantean que el estrecho enlace entre el capital natural (definido como conjunto de ecosistemas funcionales, capaces de generar una renta en forma de servicios) y el bienestar humano (*sensu* MA, 2005) resultan, especialmente, patentes en las poblaciones más desfavorecidas, al depender íntimamente de la fertilidad de los suelos, la existencia de aguas limpias o la presencia de flora y fauna silvestre como fuente de abastecimiento (por ej. proteína, medicamentos, fibras, dendroenergéticos), entre otros factores esenciales para su subsistencia; y por tanto, son las poblaciones más vulnerables a los procesos de degradación ambiental.

Es así que un modelo de educación ambiental, en un territorio, debe tener como fundamento la valoración de la vida humana y de los demás organismos y el reconocimiento de la función primordial de cada individuo en el ecosistema, su valor

sistémico y la interdependencia existente en cada unidad que lo compone. Reconocer y valorar estos aspectos, sin duda, desencadenarán estrategias que cooperen en la conservación del medio natural y facilitarán los procesos de sensibilización frente a los diferentes fenómenos que suceden en el planeta.

En función de la revisión efectuada al estado del arte, el trabajo articulado con expertos de diferentes áreas de formación (ambiental, social, educación, ingeniería, administrativas) y los resultados de las etapas anteriores, se definieron los siguientes principios rectores que orientaron el diseño del modelo de educación ambiental:

El modelo procura dar respuesta a las situaciones y problemas ambientales particulares de cada municipio. En el marco de un diagnóstico ambiental que integre el análisis del contexto del área de influencia local, las debilidades y oportunidades de mejora que sean identificadas durante la caracterización y determinación de la huella ecológica, a través de la inclusión de la dimensión ambiental, en todas las áreas del currículo (transversalidad) de las Instituciones de educación media y en las diferentes actividades o procesos que se desarrollen en la vida diaria de los pobladores de los municipios estudiados, para generar hábitos y actitudes que permitan mejorar las dinámicas socioecológicas y guíen el desarrollo adecuado de los territorios (Porras & Otros, 2019).

No existe un único modelo de educación ambiental que responda a las particularidades de todos los municipios; en este aspecto, el modelo tiene en cuenta los principios de interculturalidad, formación en valores, contexto, interdisciplinariedad, participación comunitaria y formación para la democracia, la gestión sostenible del territorio y la resolución de problemas (Porras, 2019).

Los actores clave, en cada uno de los municipios (alcaldes, líderes sociales, rectores de instituciones educativas, estudiantes, docentes, padres de familia, comunidad en general) detentan la responsabilidad compartida en el diseño,

implementación, seguimiento y control de las estrategias de educación ambiental.

Las estrategias de educación ambiental que se implementen deben estar articuladas, atendiendo los principios básicos de la teoría de sistemas, en búsqueda de formar comunidades sostenibles, que trabajen en equipo, mancomunadamente, para mejorar el desempeño ambiental de los municipios y la relación hombre-naturaleza. Por lo que estas estrategias se perfilan a desarrollar procesos de educación y participación que contribuyan a la formación de ciudadanos conscientes de sus derechos y deberes ambientales, promoviendo usos y consumos sostenibles, en concordancia con la Política Nacional de Educación Ambiental Urbana (Ministerio de Ambiente, 2008).

El modelo de educación ambiental adopta la eco-alfabetización como una herramienta de la educación y la educación Ambiental, utilizada para promover el reconocimiento de la naturaleza como un ser vivo, cuyos elementos (entre ellos el hombre) están interconectados a través de una vasta red de relaciones (Capra, 2009). En este sentido, el ser humano debe despertar su conciencia ecológica, y comprender que los efectos que generen sus acciones sobre el ambiente, también, le impactan a él mismo, porque es parte de un “todo”. Los principios que rigen la eco-alfabetización, propuestos por Maturana & Nisis (2002) son:

a. La conciencia que los dones o bondades de la naturaleza no son ilimitados, por el contrario, por tal motivo la relación del hombre con la naturaleza debe romper los paradigmas lineales de dominio y control, y reconocer que es necesario comprender que la tierra es el hogar que tienen en común todos los seres vivos; por tanto, es necesario priorizar la vida sobre cualquier interés económico o tecnológico, y rehabilitar las diferentes relaciones que se desarrollan entre el ser humano y las demás especies.

b. Entender la sostenibilidad, no como un concepto económico, sino desde el enfoque de la sostenibilidad para la vida, es decir, como aquel proceso cognitivo,

consciente que conlleva a repensar el desarrollo social de las comunidades, frente a las limitaciones del medio natural y las necesidades de las generaciones venideras. La sostenibilidad como un acto de responsabilidad social con el medio natural y la conciencia de que todo acto genera un efecto; es menester de los seres humanos, tomar las medidas necesarias que conlleven a impactar con la menor intensidad posible el medio natural.

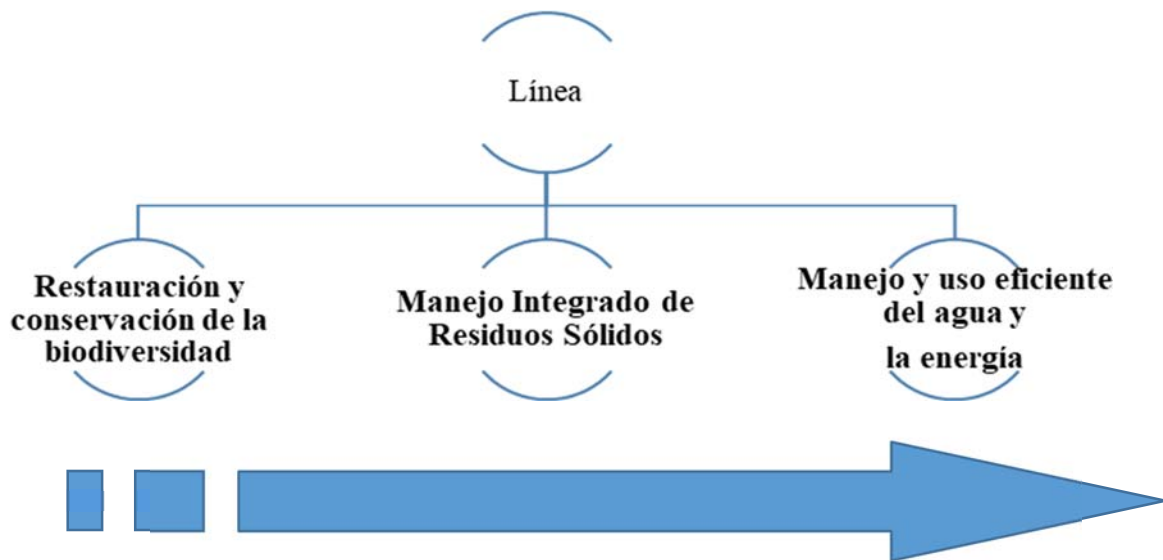
c. Este escenario demanda la concepción de que el ser humano es un guardián de la naturaleza y no un explotador o consumidor.

d. Esta concepción surge porque la “vida” no se restringe al mundo andino, a los seres vivos, en sentido de la filosofía occidental, sino que abarca a todo el universo en sus diferentes dimensiones y estratos.

El modelo de educación ambiental debe contribuir al logro de los objetivos de desarrollo sostenible, razón por la cual se propone la inclusión, dentro de las pautas de acción del modelo (Figura 9), una línea transversal a todas, denominada gestión y educación ambiental hacia el logro de los ODS. Esta línea debe canalizar sus esfuerzos para fortalecer los conocimientos, corregir hábitos y aptitudes de las comunidades educativas en los temas estratégicos: Uso de energías alternativas, consumo y producción sostenible, reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático, conservación y utilización en forma sostenible de las fuentes hídricas, conservación de la biodiversidad. En este sentido, las líneas estratégicas que se proponen como orientadoras de la formulación de acciones de educación ambiental para la implementación del modelo son expuestas a continuación:

Figura 9

Línea de acción Modelo de Educación Ambiental



Cada municipio o grupo de interés (por ejemplo, comunidades de instituciones educativas), es libre de adoptar, según sus necesidades, la línea de acción que desarrollará para procesar la inclusión y el desarrollo de la gestión y educación ambiental, con base en los resultados del diagnóstico ambiental municipal o institucional.

Se propone, inicialmente, implementar el modelo de educación ambiental en las instituciones de educación media, con el objetivo de poder evaluar y realizar el seguimiento de las estrategias de educación ambiental a activar. Para esto, anualmente, las directivas de las instituciones educativas deben trazar una hoja de ruta (plan de acción) para ejecutar el modelo de educación ambiental y valorar las actividades desarrolladas durante el año, entre ellas, la evaluación del Proyecto Ambiental Escolar; esta tendrá en consideración el impacto del modelo en el desempeño ambiental escolar (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

El modelo de educación ambiental, reconoce el rol transformador de la educación, ya que través de los procesos educativos, es posible reconstruir la relación hombre-naturaleza, deteriorada por años de abuso en el uso de los

recursos naturales, por parte del ser humano. En este sentido, las instituciones educativas se convierten en centros para fomentar el desarrollo social, donde se puede aprender y discutir en un espacio de trabajo, en equipo, entre los diferentes actores académicos.

Asume como ejes primordiales la reflexión y corrección de aptitudes o hábitos inadecuados, extendiendo esta función a las comunidades, ya sea por medio de los estudiantes (niños y jóvenes), como replicadores de sus familias o barrios, o de actividades de gestión y educación ambiental que se realizan en las IEM, espacios propicios para convocar la participación de la sociedad. Esta acotación induce la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo de forma transversal (en todas las áreas), en concordancia con los lineamientos de la política nacional de educación ambiental, para que el ejercicio de transformación sea constante, se desarrolle día con día y se fortalezcan o se adapten las estrategias de educación ambiental de acuerdo con las oportunidades e intereses de las Instituciones educativas de manera participativa y responsable (Montoya & Russo, 2007).

Las Instituciones gubernamentales locales (secretarías de educación y de medio ambiente), así como los demás actores Institucionales clave (autoridades ambientales, gobernación departamental, otros), y todas aquellas Instituciones no gubernamentales o privadas que hagan parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), tienen la responsabilidad de coordinar todas las actividades relacionadas con la educación ambiental, especialmente, aquellas relacionadas con la educación formal, en concordancia con el Artículo 9, del Decreto 1743 de 1994.

Se propone el trabajo en red, por parte de las diferentes instituciones educativas de un mismo municipio o región, de tal manera que se facilite la implementación del modelo de educación ambiental, se amplíe el rango de impacto de las estrategias, se aprovechen estratégicamente los recursos locales y se contribuya, a través del trabajo en equipo, la solidaridad y el respeto, en el análisis y la resolución de los problemas ambientales. El trabajo en red se ve como una

oportunidad para la sostenibilidad del modelo en el tiempo.

Es necesario que las Instituciones educativas divulguen y promuevan los resultados de las estrategias de educación y educación ambiental, para consolidar la sensibilización y concientización respecto a la necesidad de proteger y aprovechar racionalmente los recursos naturales. Se propone como un medio para la divulgación masiva el uso de las nuevas tecnologías en información y comunicación (TIC), tales como portales web institucionales, blogs académicos o el uso de la herramienta de comunicación de la red colegios sostenibles: <http://www.colegios-sostenibles.net.co/>, espacio creado por el Instituto Universitario de la Paz, con la intención de promover la comunicación de las experiencias de gestión y educación ambiental, lideradas por las Instituciones educativas pertenecientes a la red. Además de promover el intercambio de instrumentos educativos y didácticos que apuesten a la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo.

5.5.4 Componentes generales del modelo

Con base en el análisis anterior, se revisaron los resultados del diagnóstico ambiental y del ejercicio de validación de la herramienta huella ecológica, la interacción con las comunidades, durante la implementación de estrategias de sensibilización y formación ciudadanas. Así, se establecieron tres rubros o componentes del modelo, compuestos cada uno por un grupo de variables. La Tabla 18 exhibe la definición conceptual de los rubros y su composición.

Tabla 18

Componentes generales Modelo de Educación Ambiental

Rubro/Componente	Nombre Abreviado de la Variable	Variable
Planeación estratégica Definición. Elemento de la gestión para trabajar con perspectivas del futuro. Esta planeación sistemática de los objetivos a mediano plazo provee las estrategias y caminos para su cumplimiento, así como la descripción detallada de los sistemas de evaluación correspondientes	V1. Compromiso	Compromiso de la alta dirección (alcaldes, rectores, etc.)
	V2. Liderazgo	Liderazgo
	V3. Planificación	Planificación ambiental
	V4. Mejora	Mejora continua
Fortalecimiento del marco institucional Definición. Acciones encaminadas a mejorar el contexto Institucional (Secretarías de medio ambiente, Instituciones Educativas, etc.), para garantizar o facilitar la implementación del modelo de Educación Ambiental.	V5. Recursos	Disponibilidad de recursos
	V6. Normatividad	Requisitos de la normatividad ambiental nacional
	V7. Plan de Desarrollo Municipal (PDM) o Proyecto Educativo Institucional (PEI)	Articulación con el PDM o PEI

Tabla 19

Articulación e inclusión de los principales Ejes Temáticos

Rubro/Componente	Nombre Abreviado de la Variable	Variable
Sostenibilidad del modelo Definición. Condición que garantiza que los objetivos e impactos positivos de la implementación del modelo de educación ambiental perdure de forma constante y duradera en el tiempo. Se consideran las variables internas y externas de cada institución.	V8. Ambiente	Protección del medio ambiente.
	V9. Redes	Conformación de redes.
	V10. Divulgación	Estrategias de divulgación y promoción.
	V11. Stakeholders	Cooperación de las partes interesadas (Stakeholder)
	V12. Conocimiento	Apropiación social del conocimiento

La Tabla 19 expone la articulación e inclusión de los principales ejes

temáticos hallados en el análisis del diagnóstico ambiental y del contexto (interno y externo). La definición de las variables, se indican a continuación (Tabla 20):

Tabla 20

Definición de variables del Modelo de Educación Ambiental

Variable	Definición
Compromiso	Se refiere a las obligaciones y responsabilidades que adquieren los gobiernos locales, representados por los alcaldes o, en el caso, de las instituciones educativas, los rectores; estos actores clave son identificados como la alta dirección, con poder de decisión influyente en el desarrollo y la implementación del modelo de educación ambiental. Este debe ser constante en el tiempo y verificable
Liderazgo	Capacidad de gestionar, convocar, promover, incentivar o motivar para la implementación del modelo de educación ambiental, lo cual supone una decisión estratégica de la alta dirección. Para efectos de esta investigación, esta hace referencia a los alcaldes, rectores o representantes legales de todas aquellas instituciones motivadas a implementar el modelo Una comunidad comprometida con su educación ambiental tendrá que asumir responsabilidades para aumentar la eficacia de las estrategias que se implementen y asegurar que se alcanzan los objetivos ambientales, de comprometerse en utilizar solo los recursos necesarios y contribuir con el desarrollo sostenible del eje ambiental de su territorio de influencia
Planificación ambiental	Proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos (Jiménez, 1982)
Mejora continua	Es un enfoque que permite evaluar, a través de la implementación del indicador huella ecológica, el impacto del modelo de educación ambiental

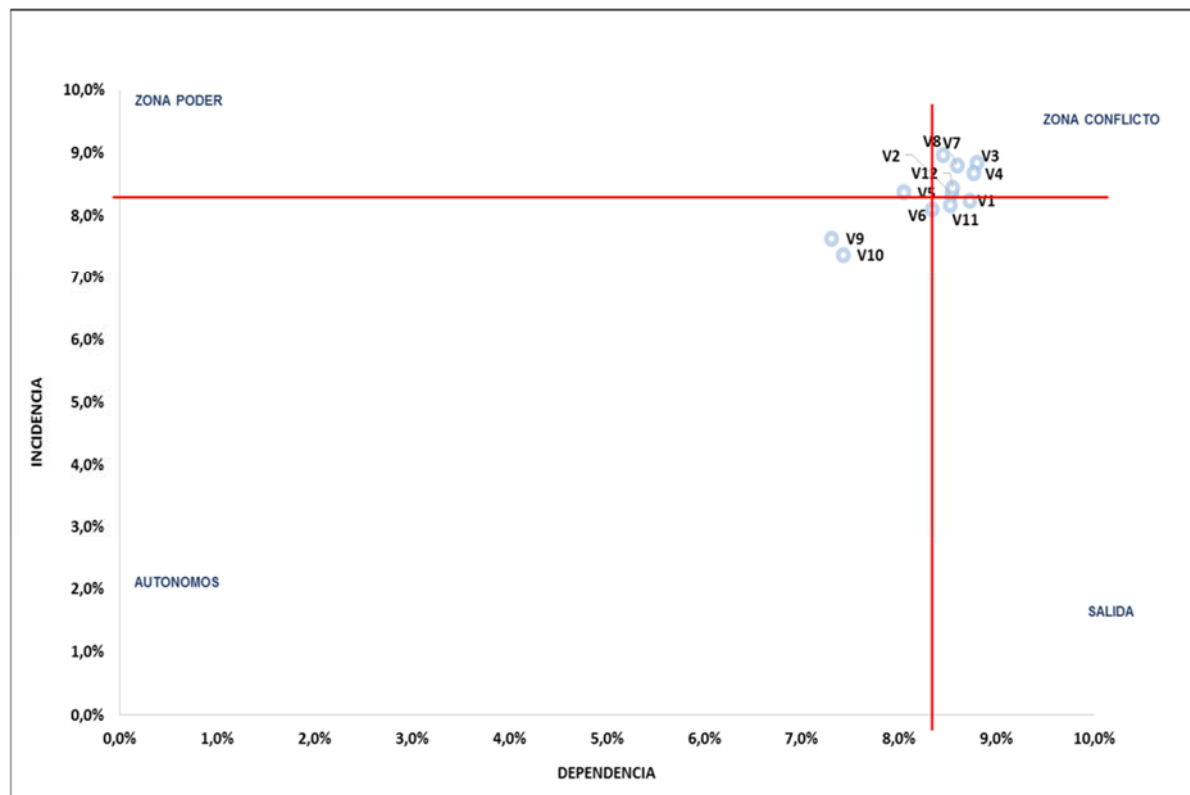
Disponibilidad de recursos	Esta variable hace referencia a los recursos económicos y técnicos necesarios para la implementación del modelo de educación ambiental
Normatividad de educación ambiental en el ámbito nacional	Normas o requisitos legales, a nivel nacional, en lo concerniente a la protección y cuidado del medio ambiente
Articulación con el PDM/ PEI	El Plan de Desarrollo Municipal (PDM) y el Proyecto Educativo Institucional (PEI) representan la carta de navegación o principio orientador del municipio y de las instituciones educativas. La articulación con el PDM y PEI, hace referencia al grado de coherencia y pertinencia del modelo de educación ambiental y las políticas, planes o proyectos que propendan al desarrollo del municipio o de las instituciones
Protección del medio ambiente	Hace referencia a la implementación de estrategias de educación y educación ambiental que promuevan la prevención de la contaminación, el uso sostenible de los recursos, el cambio climático, la mitigación y la adaptación, la protección de la biodiversidad y los ecosistemas, entre otros
Conformación de redes	Entre instituciones de educación (media y superior), entes gubernamentales (secretarías de educación y medio ambiente, policía nacional), empresas, ONG'S, otros. Para unir esfuerzos que faciliten experiencias significativas en la implementación de estrategias de educación ambiental dentro de los municipios que adopten el modelo
Estrategias de divulgación y promoción	Adopción de estrategias de divulgación y promoción relacionadas con la educación ambiental, para la protección y aprovechamiento de los recursos naturales y la participación de las comunidades, en lo referente a los avances de la implementación del plan de acción que se derive de la apropiación del modelo de educación ambiental
Cooperación de las partes interesadas o actores clave (Stakeholder)	Para el presente estudio las partes interesadas son: alcaldes, secretarios, docentes, estudiantes, directivos, comunidad (padres de familia, vecinos de las instituciones educativas), sector externo (representantes de los gremios)
Apropiación social del conocimiento	Es un proceso intencionado de comprensión e intervención, en el cual una sociedad dispone, al alcance de todos sus miembros, los conocimientos científicos y tecnológicos, para que ellos, de acuerdo con sus necesidades, los adopten y utilicen. Para efectos

específicos de este estudio, los conocimientos en este caso tratan sobre la conservación y preservación de los recursos naturales

La Tabla 20 muestra, según los componentes analizados, las variables de mayor significancia que fueron elegidas sobre la base de los resultados. Su contextualización se realizó en virtud de la revisión del estado del arte y fue validada con un grupo de expertos que estudiaron las relaciones de incidencia y dependencia entre las variables, a través de la aplicación de la metodología *matriz de impactos cruzados*. Los resultados de esta actividad se presentan a continuación:

Figura 10

Resultados análisis estructural - Matriz MICMAC



En la figura: V1. Compromiso; V2. Liderazgo; V3. Planificación; V4. Mejora; V5. Recursos; V6. Normatividad; V7. PEI; V8. Ambiente; V9. Redes; V10. Divulgación; V11. Stakeholders; V12. Conocimiento.

En la Figura 10, se observa la representación gráfica de los resultados del análisis estructural de las variables del modelo. Ante la pregunta ¿Existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j ?, se encontró que para los expertos, todas las variables tienen algún tipo de relación directa, ninguna de las relaciones está en los niveles débil (calificación 1 punto) o potencial (calificación P). Se halló, además, que de 121 relaciones que se analizaron, en su mayoría (79%), presentan una relación fuerte. También, se advierte que las variables V9. Conformación de Redes y V10. Estrategias de Divulgación y Promoción, están en la región autónomas o independientes, es decir, tienen un medio-bajo nivel de incidencia y de dependencia, por lo cual, para su implementación o desarrollo, solo se requiere la gestión por parte de la alta dirección (alcaldes, jefes de despacho, rectores, etc.).

Por otra parte, la variable V5. Disponibilidad de Recursos, ingresa a la zona de Poder, esta zona es la de mayor nivel de dependencia e influencia, de lo que se infiere que la inversión de recursos es clave para la implementación y sostenimiento en el tiempo del modelo de educación ambiental. Esta variable no requiere de las demás para surgir o influenciar positiva o negativamente en los resultados del modelo, por el contrario, en algún momento de la implementación, la variable V5, incidirá a favor o como obstáculo para el desarrollo de estrategias de gestión y educación ambiental, por lo que se debe generar un plan estratégico que favorezca la obtención o disponibilidad de recursos para la ejecución de las acciones que promuevan mejorar la relación hombre-naturaleza, y con esto, la conservación de los recursos naturales.

Por otra parte, la Figura 10 expone las variables ubicadas en la zona de conflicto V2. Liderazgo, V3. Planificación, V4. Mejora, V7. PEI, y V8. Ambiente. Esta zona se considera de observación, porque las variables que aquí se ubican tienen una influencia y dependencia en el nivel alto-medio. Es decir, estas variables son volátiles, por tal razón los municipios, comunidades o instituciones educativas que

vayan a implementar el modelo, deben prestar una especial atención en ellas y desarrollar estrategias que incluyan alcances específicos (que se puedan seguir y monitorear, que sean cuantificables) para que se logre la articulación en los programas, planes o proyectos ambientales de estas cinco (5) variables.

En el caso de una institución educativa, la implementación del modelo de educación ambiental demanda incluir en su currículo la dimensión ambiental, y desarrollar estrategias que propendan a mejorar el desempeño en el indicador huella ecológica, por parte de la comunidad académica. Para lograr este fin, se deben desarrollar competencias ciudadanas relacionadas con el conocimiento, respeto, protección y uso adecuado de los recursos naturales. Estas referencias requieren que exista un Liderazgo claro y constante en el tiempo, en la institución educativa; y, además, se cuente con una visión de sostenibilidad para la comunidad académica, relacionada con las expectativas de crecimiento y fortalecimiento institucional, que propendan a la apropiación del conocimiento de todas las partes interesadas, dado por el estudio de las problemáticas ambientales, y ejerzan gobernanza en la gestión sostenible del territorio.

En este sentido, se entiende que el liderazgo no debe recaer en una sola persona, por ejemplo, el rector (genérico) o un docente del área de ciencias naturales, porque, como se evidenció en las diferentes visitas a las IEM, cuando por alguna circunstancia este líder no puede continuar encabezando las acciones relacionadas con gestión y educación ambiental a nivel institucional, las IEM tienden a pausar o retrasar la implementación de los proyectos o programas ambientales; y con el objeto de cumplir con algunos compromisos del Plan de Acción Institucional o del PEI, se limita al activismo, mediante la participación en actividades que no están integradas o no tienen un propósito claro del para qué o cómo influyen en la mejora del desempeño ambiental, a nivel escolar. De ahí que otras de las variables ubicadas en la zona de conflicto de la Figura 10, están directamente relacionadas con la planificación ambiental, mejora continua, y protección del medio ambiente.

Y, por último, se encuentran en la zona de resultado o salidas, las variables V6. Requisitos de la normatividad ambiental nacional, V1. Compromiso de la alta dirección y V11. Cooperación de las partes interesadas (Stakeholder). Estas variables presentan una media-alta dependencia y una media-baja influencia. Lo que significa que su desarrollo depende, acentuadamente, de las variables ubicadas en la zona de Poder y de Conflicto.

5.5.5 Estructura general del Modelo

En función de este análisis y dada la complejidad de la problemática ambiental que afecta a los municipios y a las Instituciones educativas estudiadas, desde la educación ambiental se proponen los siguientes objetivos ambientales de carácter genérico para la implementación del modelo:

- Promover la sensibilización de todos los habitantes frente a las situaciones y problemáticas ambientales identificadas en el municipio o en las instituciones educativas.
- Mejorar el desempeño ambiental, reduciendo la generación de residuos e implementando alternativas para el uso eficiente de los recursos naturales (agua) y energéticos.
- Promover la participación de toda la comunidad en la gestión sostenible del ambiente, extendiéndose el compromiso al entorno familiar y social.
- Facilitar las alianzas entre Instituciones educativas, organizaciones y entidades que permitan actualizar la información ambiental y mejorar de forma permanente el desempeño frente a las problemáticas y situaciones ambientales.
- Contribuir, desde la educación ambiental, al alcance de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y los propósitos de las políticas nacionales de

educación ambiental y educación ambiental urbana.

Es importante anotar que es deber de cada municipio construir sus políticas y objetivos ambientales específicos, dadas sus particularidades.

La estructura general del modelo de educación ambiental se presenta en la Figura 11. Esta se diseñó sobre la base de los resultados obtenidos en el diagnóstico participativo, el análisis estructural de los expertos e, incluso, los actores clave que inciden sobre las condiciones que definen la calidad ambiental en los municipios.

Se eligió la figura triangular, sustentada en la conceptualización del triángulo de la sostenibilidad, cuyo centro lo constituye la gobernanza ambiental. Los colores se seleccionaron como representación de las características ambientales comunes de los cuatro municipios estudiados:

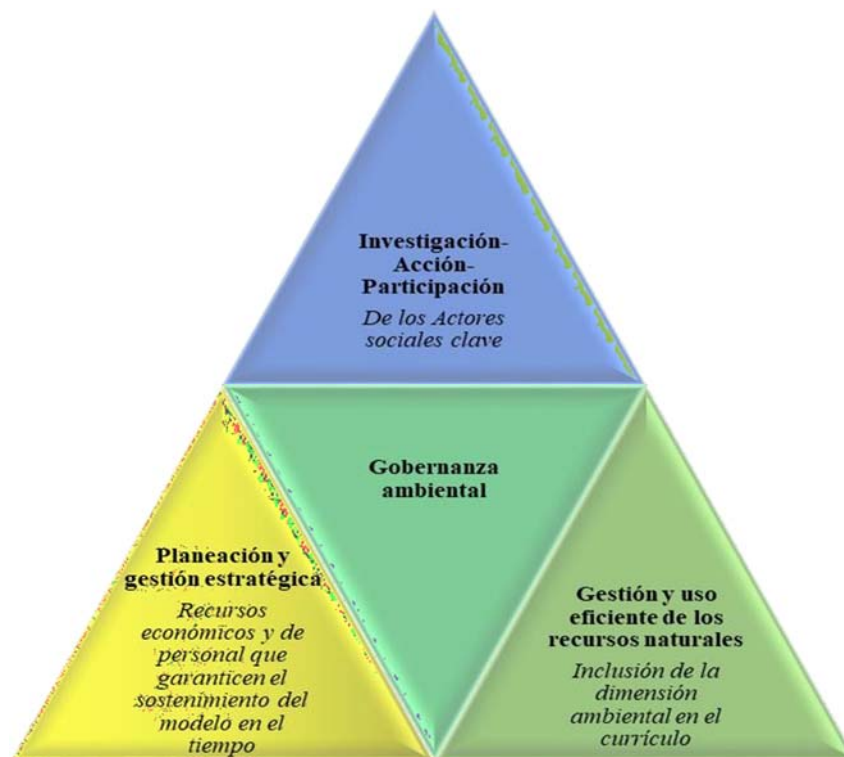
- Color azul: Riqueza hídrica representada en las diferentes quebradas, ciénagas, caños, y ríos.
- Color amarillo: Riqueza minero-energética.
- Color verde: Flora, propia de la zona de vida de bosque húmedo tropical para el caso del municipio de Barrancabermeja, la despensa agrícola y vocación agroindustrial de Socorro, Málaga y San Vicente de Chucurí, y la serranía de los Yarigués, ubicada en jurisdicción de este último municipio.
- Color naranja: Fauna, considerada corredor biológico de especies de interés de conservación (como grandes mamíferos, felinos, otros).

En la Figura 11, se observa que el eje central del modelo es la gobernanza del patrimonio ambiental, por parte de los diferentes miembros de la comunidad; de esta

manera se puede alcanzar el reto de generar comunidades sostenibles que desarrollen sus diferentes actividades aplicando los principios de sostenibilidad del medio ambiente. En los extremos del modelo (vértices) se encuentran los aspectos claves para la adopción e implementación del modelo de educación ambiental, según los componentes del triángulo de sostenibilidad:

Figura 11

Modelo de educación ambiental



- Componente social. Referido a la participación de los actores clave en la planeación y gestión de su territorio.

- Componente económico. Alusivo a los esfuerzos que desde el municipio y las comunidades deben realizarse para garantizar los recursos económicos necesarios que viabilicen la implementación y sostenimiento del modelo en el

tiempo.

- **Componente ambiental.** Relativo a todas aquellas acciones que deben emprenderse para lograr la inclusión de la dimensión ambiental, tanto en los planes de gobierno municipales, como en el desarrollo del currículo de las instituciones educativas. De esta manera, las comunidades no sólo conocerán su contexto (problemas y situaciones ambientales identificadas en el diagnóstico ambiental) sino que, además, a través del conocimiento que se enseñe en las estrategias de formación y sensibilización, podrán proponer y aplicar soluciones y acciones correctivas ante la realidad ambiental. Así, con base en los componentes del modelo de educación ambiental se plantean las siguientes recomendaciones perfiladas hacia la inclusión de la dimensión ambiental:

Tabla 21

Ciclo PHVA Modelo de Educación Ambiental

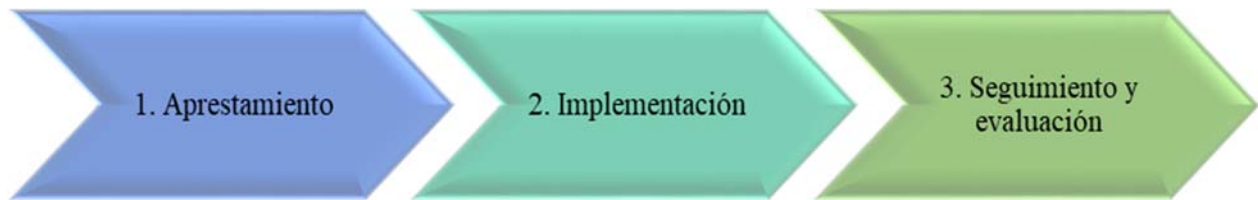
Ciclo PHVA	Descripción	Recomendaciones para su implementación
Planear	Se incluye el horizonte ambiental Institucional, el establecimiento de objetivos y metas respecto al desempeño en el uso y manejo de los recursos naturales y la panorámica ambiental (situaciones y problemas)	Priorización de los problemas y situaciones ambientales Definir los objetivos y metas ambientales institucionales Formular el plan de acción del PRAE, con base en las debilidades y oportunidades de mejora identificadas en la fase de análisis del desempeño ambiental
Hacer	Por medio de estrategias de educación y educación ambiental que incluyan la articulación del PEI-PRAE, para que los procesos institucionales se desarrollen haciendo uso	Realizar el diagnóstico ambiental institucional (siguiendo la metodología y utilizando los instrumentos propuestos en la etapa análisis de desempeño ambiental del presente estudio) Caracterización de la población y la percepción ambiental de la comunidad educativa

	eficiente de los recursos naturales	Identificar las situaciones y los impactos ambientales de la institución, cada vez que se realice o actualice el diagnóstico Llevar a cabo el plan de acción propuesto en la fase de planeación
Verificar	Evaluación y seguimiento del alcance de los objetivos y política ambiental institucional.	Verificar el cumplimiento de los objetivos y metas ambientales Revisar y complementar el plan de prevención de riesgos
Actuar	Toma de decisiones para conseguir una mejora continua en el desempeño ambiental institucional	Planteamiento de la política ambiental institucional Inclusión dentro del horizonte institucional la dimensión ambiental Elección y/o asignación de los líderes. Esto puede ser por áreas de conocimiento o por niveles de formación Actualización o diseño del proyecto ambiental escolar con base en el documento guía

Nota: El modelo plantea el PRAE como el proyecto guía a implementar como instrumento de la educación ambiental escolar.

En cuanto a las etapas a cumplir en la implementación del modelo, la Figura 12, proyecta, como primera la etapa de aprestamiento, en la cual se recomienda la difusión de resultados del diagnóstico ambiental, los principios rectores y las recomendaciones descritas en párrafos previos. La segunda etapa de implementación requiere, inicialmente, la planeación de estrategias y disponibilidad de recursos. El diseño de las estrategias de educación ambiental cónsonas con los resultados del diagnóstico y a las dinámicas sociales y culturales de cada municipio, además de las características de las poblaciones objetivo. Y finalmente, la etapa de seguimiento y evaluación, la cual debe ser periódica, como mínimo una vez al año, para lo cual se propone la aplicación del indicador huella ecológica, utilizado para medir el impacto de las estrategias de implementación.

Figura 12

Etapas de implementación Modelo de Educación Ambiental

La etapa de aprestamiento, expuesta en la Figura 12, y referida al diagnóstico ambiental o análisis del desempeño ambiental, se recomienda seguir la metodología e instrumentos diseñados e implementados, descritos en el Capítulo III, correspondiente a la metodología. El diseño e implementación del modelo amerita considerar los principios rectores, variables, objetivos y líneas de acción y experiencias descritas en párrafo anteriores.

CONCLUSIONES

La investigación se orientó hacia el diseño de un modelo de educación ambiental, sustentado en la promoción, protección, conservación y preservación de la vida en todas sus formas, lo cual impone diferentes retos. Por una parte, el desafío que supone la trascendencia del enfoque lineal y newtoniano, la visión instrumental y materialista, ancladas a la cosificación de la humanidad y de la madre tierra, históricamente impuesta a las relaciones del hombre con la naturaleza, derivando su fragmentación y una visión en la que el ser humano predomina sobre todas las formas de vida, en virtud de su exclusivo beneficio y ganancia inmediatos, sin importar el costo a corto, mediano y largo plazo.

Esta perspectiva, según el pensamiento complejo, propuesto por Morin (2000), es avalada por la ciencia positiva, afianzada en la reducción de la problemática ambiental al medio natural, por lo que se imponen acciones lineales, aisladas, que no valoran los contextos, las realidades de cada comunidad para su solución, puesto que lo importante es el desarrollo en términos económicos o monetarios, sin evaluar los impactos que estos sistemas de producción pueden generar, tanto a la naturaleza como a la sociedad. Los esfuerzos realizados por los diferentes gobiernos, sobre la materia, son desarticulados y no surten impactos significativos y sostenibles en el tiempo, lo que amerita de forma imperiosa superar esta óptica y transitar hacia una visión sistémica, que permita abordar las problemáticas ambientales de una manera integral y transdisciplinar, y de esta forma proponer soluciones que sean sostenibles y sustentables.

El modelo considera que el ser humano es capaz de desarrollar competencias y habilidades que incentiven la formación de un sentido de pertenencia con su entorno, ser conscientes de las realidades de su territorio y de las diferentes interacciones sociales, políticas, económicas y ambientales que se establecen, no solo entre los diferentes actores sociales que conforman una

comunidad específica, sino, también, alusivas a las relaciones con las diferentes formas de vida. Los esfuerzos y propósitos apuntan a la apropiación y responsabilidad individual y comunitaria frente a la importancia de participar activamente en la planeación y gestión del ambiente y tomar decisiones que deriven en a las acciones a implementar de manera local para afrontar los retos que demanda la problemática ambiental global.

La presente tesis doctoral es un ejercicio de investigación acción participativa, fundamentada en la integración del pensamiento complejo, tanto en el análisis de la crisis ambiental, sus causas y efectos, así como en la reflexión sobre la educación, camino idóneo a transitar en la búsqueda de soluciones sostenibles y sustentables.

El modelo de educación ambiental propuesto considera que el proceso educativo es holístico, con carácter inter y transdisciplinario, por lo que busca construir el conocimiento sustentado en diferentes perspectivas, razón por la cual se incluye el análisis del diagnóstico ambiental de cuatro municipios, a través de la integración de cinco componentes: componente social, componente económico, componente ambiental, componente político-institucional y componente de conectividad. Adicionalmente, se calculó el valor aproximado del indicador Huella Ecológica como herramienta para evaluar el desempeño ambiental de los municipios seleccionados e identificar las líneas de acción y formular estrategias de educación ambiental para cada comunidad.

Así, se definieron las sub-huellas de los cuatro municipios: energía, área de absorción de CO₂, cultivos, pastos, bosques, mar productivo, superficie construida. La evaluación de estos componentes permitió conocer, de forma integral, en los municipios elegidos, las diferentes dinámicas, hecho que posibilitó la obtención de una visión global de la realidad que en ellos se genera.

La interacción de los diferentes componentes del diagnóstico ambiental permitió conocer un panorama de la realidad de los cuatro contextos analizados, pese a que cada comunidad estudiada tiene sus propias dinámicas, fue posible identificar brechas comunes relacionadas con la crisis ambiental, así: En el componente social: la pobreza (bajos ingresos en la economía familiar), la desintegración familiar (migración, desplazamiento forzado) y la marginación. En el componente económico: El uso de tecnologías obsoletas en los sistemas productivos, el desaprovechamiento de los residuos sólidos, el poco o nulo apoyo a las economías rurales y la insuficiente gestión en los sistemas productivos para implementar procesos que promuevan la conservación o preservación de la vida (humana y de otras especies). En el componente ambiental: La poca o nula gestión hídrica, los conflictos por el uso de suelos, la pérdida de la biodiversidad y de ecosistemas estratégicos, la degradación de los ecosistemas y la alta vulnerabilidad a los desastres medioambientales. Los efectos de estas situaciones sobre la vida, se evidencian en la aparición de fenómenos de escala mundial como el cambio climático, el efecto invernadero, el adelgazamiento de la capa de ozono, la pérdida de biodiversidad, entre otros.

Respecto a la estimación del indicador huella ecológica, en orden ascendente (de menor a mayor), se encontró que el municipio de Socorro presentó el menor valor (0,29315 Ha), seguido por los municipios de San Vicente de Chucurí (0,5110 Ha) y el municipio de Málaga (0,6682 Ha), finalmente el Distrito Especial de Barrancabermeja presentó el mayor valor del indicador, equivalente a 0,9548 Ha. Se evidenció la relación directa entre la población y el indicador, además que las sub- huellas más incidentes en su evaluación son energía, cultivos, pastos y superficie construida. Por otra parte, aunque los resultados de la evaluación de este indicador estuvieron por debajo del promedio nacional (1,7 Ha), es imperativo la creación e implementación de programas de conservación que estimulen la generación de conciencia ambiental y de responsabilidad ciudadana sobre el cuidado del medio ambiente.

El modelo propuesto espera posibilitar el abordaje de la crisis ambiental, a través de la perspectiva compleja, crítica y constructivista de la educación, la educación ambiental y la pedagogía. Así, con el diagnóstico ambiental, se busca reflexionar sobre los impactos de los principales problemas ambientales, en cuatro contextos diversos del departamento de Santander, y las formas de afrontar sus irrupciones en el desarrollo de los territorios, cuyo abordaje, conocimiento y entendimiento pueden verse favorecidos al incorporar la participación conjunta de los sujetos o colectivos que están siendo afectados en sus condiciones y calidad de vida.

El estudio de las temáticas ambientales, específicamente la relacionada con la educación ambiental, tiene como objeto conducir al desarrollo sostenible de las comunidades, asumido como el resultado de los diferentes esfuerzos por generar crecimiento económico y bienestar social en una comunidad específica, sin deteriorar el patrimonio ambiental de las futuras generaciones. Así, el diseño de un modelo de educación ambiental está orientado por las características sociales, económicas, ambientales y políticas de cada municipio que dirigen todas las acciones, encaminadas a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El modelo propuesto es conceptual, plantea la noción desde la complejidad de la teoría de sistemas. Está conformado por tres componentes: planeación estratégica, fortalecimiento del marco institucional, sostenibilidad del modelo; y doce variables: compromiso de las comunidades académicas, liderazgo, planeación ambiental, mejora continua, recursos, normatividad, articulación con el PEI, protección del medio ambiente, conformación de redes, estrategias de promoción y divulgación, cooperación de las partes interesadas, apropiación social del conocimiento.

Como estrategia de sostenimiento en el tiempo, se advierte la oportunidad del trabajo articulado en red, entre instituciones educativas que decidan implementar el modelo. Se considera la red de colegios sostenible como el

vehículo inicial que propicie el trabajo en equipo entre instituciones, y de esta manera, lograr la optimización en el uso de los recursos (financieros) y la divulgación de los resultados obtenidos de su implementación.

El diagnóstico ambiental realizado a cada institución educativa, adscrita a la Red Colegios Sostenibles, permitió conocer las principales situaciones ambientales y aquellas similares, entre estas: (i) la disposición inadecuada y el desaprovechamiento de los residuos sólidos y (ii) los altos consumos de agua y energía; adosadas a la nula o ineficiente implementación de estrategias de educación ambiental, como los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE). Es por ello que la formulación del modelo de educación ambiental, propone, dentro de los principios rectores, el análisis del contexto de las IEM y la integración de la enseñanza y la investigación a las estrategias de educación ambiental, para promover en las comunidades educativas estilos de vida sostenible. Se recomienda, entonces, que las instituciones educativas elaboren un plan de acción para implementar y ajustar el modelo, en función de sus particularidades.

Al realizar la evaluación de la implementación de estrategias de educación ambiental, en el marco del trabajo colaborativo de la Red de Colegios Sostenibles, se percibió cambio en los hábitos de los estudiantes, quienes empezaron a controlar el uso adecuado de la energía y el agua, lo cual representa una disminución en el consumo de estos servicios; igualmente, se disminuyó la cantidad de residuos que se generaban en las instituciones.

Estas referencias se traducen en oportunidad para formular e implementar un modelo que se adapte a los diferentes contextos escolares, sostenido en la promoción de acciones sobre los compromisos de la misión organizacional como el fortalecimiento del PRAE, a través del desarrollo de estrategias de gestión ambiental que integren los procesos institucionales de investigación formativa (en temáticas relacionadas a las problemáticas y situaciones ambientales de los colegios, a través de los semilleros de investigación institucional) y la capacitación a docentes y

estudiantes, con el fin de coadyuvar a la resolución de problemas ambientales específicos, en el marco de diagnósticos ambientales coherentes con la realidad de cada institución.

Las acciones señaladas se encauzan hacia el logro del objetivo de sensibilizar y consolidar una conciencia ambiental colectiva a los estudiantes, docentes y padres de familia que fortalezca la gobernanza del territorio y beneficie la configuración de comunidades sostenibles, en las cuales las instituciones educativas, además de cumplir con las disposiciones del Decreto 1743 de 1994, respeten la normatividad ambiental que las rige, en términos de vertimientos, emisiones y uso de servicios ecosistémicos.

Aunque el modelo de educación ambiental pretende mejorar el desempeño ambiental de cualquier comunidad, y de esta manera contribuir en la conformación y consolidación de comunidades sostenibles, presenta un limitante en su implementación, relacionado con el interés, la disponibilidad y disposición de participación de los actores sociales. En las diferentes etapas desarrolladas en la formulación del modelo de educación ambiental, fue clave la participación de los *stakeholders*, pues el levantamiento de la información para proceder a la identificación de las bases estructurantes y de la visión socioecológica que el modelo propone, implicó la construcción de conocimiento, entendida como proceso complejo que involucra la interacción de distintos grupos sociales: Quiénes pueden ser catalizadores u obstáculos ante el avance en la implementación del modelo de educación ambiental; comprender los sucesos políticos, culturales, económicos y sociales, mediante el análisis de las políticas públicas y de gobernanza local, lo cual permite tener una mirada crítica sobre la realidad y sugerir proposiciones de intervención social, que promuevan el reconocimiento, priorización e integración de la biodiversidad y sus beneficios hacia un desarrollo urbano-regional sostenible.

Así, fue necesario adaptar las diferentes actividades, no sólo a los contextos locales, sino también al tipo de público al que iban dirigidas (por su edad, sexo,

intereses particulares, nivel de escolaridad, etc.), y evitar la generación de falsas expectativas que ocasionen la fractura del vínculo generado entre investigador y comunidad participante.

La formulación del modelo de educación ambiental permitió evidenciar que no existe un único modelo que responda a las particularidades de todos los municipios estudiados, por lo que el diseño de estrategias debe proseguir los principios básicos de la teoría de sistemas, buscando formar comunidades sostenibles que trabajen en equipo mancomunadamente para mejorar el desempeño ambiental y, con ello, recuperar la relación hombre-naturaleza. Resulta imprescindible, por tanto, que las estrategias integren procesos de educación y participación que contribuyan a la formación de ciudadanos conscientes de sus derechos y deberes ambientales, y a la promoción de usos y consumos sostenibles.

RECOMENDACIONES

El diagnóstico ambiental o análisis del desempeño ambiental amerita el cumplimiento de la metodología y la utilización de los instrumentos diseñados e implementados, descritos en esta indagación. El diseño e implementación del modelo debe regirse por los principios rectores, variables, objetivos, líneas de acción y experiencias especificados en líneas anteriores.

Respecto a la sostenibilidad del modelo en el tiempo, es fundamental socializar con los actores clave de cada municipio, evaluar los resultados obtenidos en el diagnóstico ambiental y acordar un compromiso que permita su participación directa en la toma de decisiones institucionales, así como gestionar los recursos físicos, financieros y humanos para adoptar e implementar el modelo como parte integral en el desarrollo social, ambiental y económico del municipio.

Se sugiere la constitución o fortalecimiento de un comité ambiental que puede estar conformado por cualquier miembro de la comunidad. El proceso para su instauración puede ser por mandato o por proceso democrático, en el que se incluya la participación de la comunidad o por voluntaria decisión.

Importante, también, formar un grupo que funja como veedor, responsable de verificar el cumplimiento de los objetivos y metas propuestas en el plan de acción, asimismo, el manejo de los recursos que se dispongan para cada propósito.

Otras estrategias claves para el sostenimiento del modelo en el tiempo son:

Trabajo articulado en red, mediante la implementación de la estrategia Red de Colegios Sostenibles, dirigida a reforzar el trabajo mancomunado entre instituciones educativas que decidan implementar el modelo y asumida como vehículo inicial para propiciar la labor en equipo, entre instituciones, y de esta

manera impulsar la optimización del uso de los recursos (financieros y humanos), además, promover la divulgación de los resultados obtenidos de la implementación del modelo.

Construcción y desarrollo de proyectos de investigación formativa, por parte de las instituciones de educación superior en cada municipio, en temáticas relacionadas con las áreas de acción del modelo.

Difusión de los resultados y experiencias de la implementación del modelo, en eventos locales, nacionales e internacionales y a través de la página web de la Red de Colegios Sostenibles <http://www.colegios-sostenibles.net.co>

Gestionar apoyo con las secretarías de educación locales en la divulgación de los impactos significativos de la implementación del modelo, a través de la página de Colombia Aprende.

En cuanto a fuentes de financiación, se proponen como posibles canales a las alcaldías municipales, a través de la Secretaría de Educación y Secretaría de Medio Ambiente. Mediante las instituciones de educación superior, es posible gestionar capacitaciones y espacios de aprendizaje para orientar la formación en competencias ciudadanas ambientales. Igualmente, la incorporación en procesos de *ciencia participativa*, avalados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) o empresas del sector público o privado; también, en temáticas relacionadas con la revalorización de residuos, cuyo propósito se dirija a generar ingresos que permitan el desarrollo de las estrategias de educación ambiental planteadas en el modelo.

En el marco del trabajo en red, se propone que, entre municipios o instituciones de educación media, se formulen proyectos que planteen la implementación del modelo de educación ambiental y la búsqueda de respaldo, propiciado por la empresa privada o las instancias gubernamentales nacionales.

LIMITACIONES METODOLÓGICAS

El proceso de construcción y apropiación del modelo de educación ambiental debe atender las dinámicas particulares de cada colectividad y de cada individuo integrante, pues como se indica en las bases estructurantes, no se puede desconocer la diversidad cultural, el contexto local y las dinámicas particulares que inciden en la apropiación del conocimiento de cada grupo social. Así, en las diferentes etapas desarrolladas para la formulación del modelo, fue clave la participación de los actores sociales, pues el levantamiento de la información para precisar la identificación de las bases estructurantes y de la visión socioecológica que el modelo propone, derivó la construcción de conocimiento, el cual se define como un proceso complejo que involucra la interacción de distintos grupos sociales.

Quiénes pueden ser catalizadores u obstáculos ante el avance en la implementación del modelo de educación ambiental. Comprender los sucesos políticos, culturales, económicos y sociales mediante el análisis de las políticas públicas y de gobernanza local permite tener una mirada crítica sobre la realidad y, asimismo, plantear propuestas de intervención social que promuevan el reconocimiento, priorización e integración de la biodiversidad y sus beneficios hacia un desarrollo urbano-regional sostenible. Sin embargo, la primera limitante metodológica identificado está relacionado con el interés, la disponibilidad y disposición para asegurar la participación de los actores sociales en el proceso de formación.

Intervenir en los hábitos y costumbres ambientales de una comunidad, implica una serie de transformaciones, que para el diseño metodológico se traducen en limitaciones, en cuanto a la adaptación de los procedimientos o formas para canalizar la aplicación de los instrumentos de Investigación Acción Participativa, de tal manera que se garantice el compromiso de respetar la realidad cultural de las comunidades e instituciones, con el objetivo de evitar la generación de falsas

expectativas que resquebrajen el vínculo generado entre investigador y comunidad, y, de esa manera, lograr la consolidación de procesos social y ambientalmente sostenibles en el tiempo. Así, fue necesario adaptar las diferentes actividades, no sólo a los contextos locales, sino también al tipo de público al que fueron dirigidas (por su edad, sexo, nivel de escolaridad, entre otras). También, fue necesario acordar los espacios y los horarios más convenientes para el desarrollo de las estrategias propuestas en el modelo, además de la implementación de estrategias orientadas a fomentar la participación y motivar la permanencia en los procesos, por parte de los actores sociales.

En este sentido, la generación de relaciones de reconocimiento, confianza, legitimidad y reciprocidad, entre comunidades, instituciones e investigador, también, reporta limitaciones, pues, aunque el modelo de educación ambiental procura la consecución de un bienestar social y ambiental, así como incentivar la participación directa de la propia comunidad, es preciso resolver a nivel metodológico, el cuestionamiento: ¿qué elementos procedimentales de la Investigación Acción Participativa inciden de manera significativa en la apropiación social del conocimiento y el desarrollo ambientalmente sostenible de las comunidades?.

En el mismo contexto de participación de las comunidades e instituciones, como actores clave del proceso de construcción e implementación del modelo de educación ambiental, se identifica otra limitante: “trascender la atención de prioridades y propósitos particulares, a la hora de intervenir el desempeño ambiental de las comunidades”, lo cual requiere construir relaciones entre el Investigador y los participantes, fomentar interacciones que deriven en espacios de sociabilidad, de integración y articulación, como las Redes para la Sostenibilidad, con el objeto de alcanzar acuerdos y activar las estrategias propuestas en el modelo.

Uno de los retos que ha condicionado el diseño metodológico, inicialmente propuesto, es la calidad, acceso y existencia de información secundaria, que permita describir el contexto de cada municipio estudiado e integrar los diferentes elementos que interactúan, favoreciendo o mitigando la problemática ambiental.

Durante el desarrollo metodológico, se presentaron diferentes dificultades, porque la información secundaria disponible en fuentes oficiales conexas a los cuatro municipios no era la misma: planes de desarrollo sin contextos completos o actuales, inexistencia de estudios sociales o de los diferentes sectores económicos, demoras en la entrega de la información solicitada a las diferentes alcaldías, entre otros. Desde la complejidad y la perspectiva de la visión sistémica, no es posible dividir el estudio del objeto de esta investigación, ya que es necesario conocer los antecedentes y el estado actual de las características sociales, culturales, económicas y ambientales de las comunidades, y articular este conocimiento con la información primaria para identificar las brechas, potencialidades y tendencias de futuro que pueden conllevar a adaptaciones o cambios en el modelo de educación ambiental propuesto.

Por otra parte, se identifica también como limitante de la metodología y las conclusiones, el tiempo de los procesos. Al trabajar con comunidades escolares, es necesario ajustarse a los calendarios educativos. En Colombia, el calendario lectivo tiene una duración aproximada de 10 meses, en los cuales se incluyen tres periodos de descanso (Semana Santa, vacaciones de mitad de año y semana de receso escolar del mes de octubre), además, se afecta por situaciones atípicas, ocasionadas por la profunda brecha social del país, que induce a que diferentes movimientos de la sociedad civil (como los maestros), en diferentes periodos del año, ingresen en la Asamblea General y con esto se suspendan todas las actividades en las escuelas, específicamente, en las instituciones educativas públicas (como las estudiadas en esta investigación), lo que genera que los procesos se suspendan o en ocasiones finalicen antes de tiempo.

Resulta prioritario, entonces, traspasar las fronteras de los colegios y activar el desarrollo de redes para la sostenibilidad, particularmente, con las comunidades aledañas a las instituciones educativas. Se aspira, como consecuencia, mejorar la limitación del tiempo disponible para implementar las recomendaciones planteadas en el modelo de educación ambiental, y transmitir, así, lo aprendido en el colegio al

contexto de la cuadra, del barrio, de la comuna, de cada estudiante y docente participante en la construcción del modelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agoglia, O. (2010). La crisis ambiental como proceso. Un análisis reflexivo sobre su emergencia, desarrollo y profundización desde la perspectiva de la teoría crítica. Universidad de Girona.
- Arana, A. (2005). Representando la complejidad ambiental: Dos estudios de caso. *Investigación y Postgrado*, 22(1),13-58.
- Arias, A. (2010). Crisis ambiental y sustentabilidad: emergencia de nuevos lenguajes en el escenario administrativo-organizacional. *Revista Gestión y Ambiente*, 105-116.
- Arias, E. (2012). Gestión ambiental sistémica: estrategia de articulación y fortalecimiento para las organizaciones. *Scientia et Technica*, 235-240.
- Avendaño C., W. (2012). Un modelo pedagógico para la educación ambiental desde la perspectiva de la modificabilidad estructural cognitiva. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a09.pdf>
- Bergoglio, J. (2015). Laudato si: Carta Encíclica sobre el cuidado de la casa común. Palabra, 2015.
- Bertalanffy Von, L. (1976). Teoría general de sistemas. Editorial Fondo de Cultura, México.
- Bonilla Ruíz, J. (2015). Instituciones educativas sustentables en Colombia. Caso de estudio colegio Rochester. Universidad del Rosario.
- Borroto Pérez, M. (2010). Percepción ambiental en dos comunidades Cubanas. *Revista Electrónica de Medioambiente*, 13-29.
- Camacaro, L. & González, R. (2008). La crisis ecológica un problema global, visto desde la perspectiva local. (U. C. Acosta, Ed.) *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, (22), 79-93.
- Cano, N. (2012). La educación ambiental en la básica primaria: perspectivas desde la teoría ecológica de Urie Bronfenbrenner. Universidad Nacional de Colombia.
- Cantú-Martínez, P. (2014). Educación ambiental y la escuela como espacio educativo para la promoción de la sustentabilidad. *Revista Electrónica Educare*, 18(3), 39-52. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-3.3>

- Capra, F. (2009). *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Anagrama.
- Carrasco, M. (1996). *La dimensión ambiental: un reto para la educación de la nueva sociedad*. Proyectos Ambientales Escolares. MEN.
- Carrasco, M. (2005). *Mediateca Colombia aprende*. <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/article81637.html>
- CEMM. (2014). *Proyecto educativo institucional*. Barrancabermeja: Ciudadela educativa del Magdalena Medio.
- Chaves, J. (2010). Consideraciones básicas del pensamiento complejo de Edgar Morín en la educación. *Revista electrónica @Educare* (ISSN: 1409-42-58), 67-75.
- Chagollán, F., López, I., y Ávila, A. (2016). *Educación ambiental*. México: Editores.
- Colombia-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Plan integral de gestión de cambio climático territorial del Santander 2030*. UT Corporación Ambiental Empresarial-Ecología, Economía y Ética Asesorías.
- Contraloría General de Santander. (2019). *El estado de los recursos naturales en el departamento de Santander. El impacto de la deforestación en los bosques de Santander*. Bucaramanga: Contraloría General de Santander.
- Corraliza, J. (2001). El comportamiento humano y los problemas ambientales. *Estudios de Psicología*, 22(1), 3-9. <https://doi.org/10.1174/021093901609541>
- De Jesús y Col. (2007). *Repensando la Educación desde la Complejidad*. *Polis Revista Latinoamericana*.
- Dehays, R. (2000). Medio ambiente. En L. B. Otros, *Léxico de la política*. (pág. 831). México D.F.: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica de México.
- Egea, A. (2012). *Hacia un enfoque educativo transformador*. Universitat de Barcelona. <http://www.ub.edu/educaglob/hacia-un-enfoque-educativo-transformador/>
- El País. (03 de abril de 2017). *Estos son los factores que causaron la gigantesca inundación en Mocoa*. El País <https://www.elpais.com.co/colombia/factores-que-causaron-la-gigantesca-inundacion-en-mocoa.html>.

- El Tiempo. (26 de septiembre de 2018). Por avalancha en Mocoa, así avanzan las indemnizaciones. El Tiempo, págs. <https://www.lafm.com.co/politica/por-avalancha-en-mocoa-asi-avanzan-las-indemnizaciones>.
- Enkerlin H., E. (1997). Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. Thomson. México
- Ferreras, M. (2017). El enfoque sistémico. Instituto de Formación Docente. http://www.ifdcelbolson.edu.ar/mat_biblio/tecnologia/curso1/u2/16.pdf
- Flor, V., Pereira, H. & Astudillo, A. (2014). Hacia un modelo de gestión ambiental en Instituciones de Educación Superior. *Ingenium*, 53-63.
- Fraj, E., Matute, J., & Melero, I. (2013). El aprendizaje y la innovación como determinantes del desarrollo de una capacidad de gestión medioambiental proactiva. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 180-193.
- Francisco, S. (2015). Carta encíclica Laudato “Sobre el cuidado de la casa común”. Francisco encíclicas: http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html
- Franco, P. (2013). Estado del arte de los sistemas de gestión ambiental y procesos de producción más limpia en empresas del sector productivo de Pereira y Dosquebradas. *Revista Académica e Institucional de la UCP*, 75-88.
- Franquesa, T. (1998). Ecoauditorías y educación ambiental. Barcelona Educación. Centro Nacional de Educación Ambiental.
- Freire, P. (1998). Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa. Editorial Siglo XXI.
- García, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Gedisa.
- Gell-Mann, M. (2007). Del Quark al Jaguar, aventuras de lo simple a lo complejo. Tusquets Editores, S.A.
- Gracia-Rojas, J. (2015). Desarrollo sostenible: origen, evolución y enfoques. Universidad Cooperativa de Colombia. <http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1074>
- Gobernación de Santander. Plan de Desarrollo Departamental "Santander Nos Une 2016-2019". www.santander.gov.co

- Gómez, A. (26 y 28 de septiembre de 2001). El conflicto ambiental: realidad que debe abordarse integralmente. Ponencia presentada durante el 44° Congreso Internacional de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ACODAL, Medellín, Colombia.
- Greenpeace Colombia. (2009). Cambio climático: Futuro negro para los páramos. http://www.greenpeace.org/colombia/Global/colombia/informes/informe_todo3.pdf
- Guío, M. (2012). Un ambiente para educar. Un panorama de contextualización local. Seminario permanente de pedagogía. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Herrera, J., Reyes, L., Amaya, H., & Gerena, O. (2006). Evaluación de los proyectos ambientales escolares en colegios oficiales de la localidad 18 en Bogotá. *Gestión y Ambiente*, 9(1), 115-122.
- IE Pueblo Regao. (2016). Proyecto educativo institucional. Barrancabermeja: Institución Educativa Pueblo Regao.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2017). Biodiversidad colombiana: Números para tener en cuenta. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta>
- INTECOBA. (2015). Proyecto educativo institucional (Barrancabermeja). Instituto Técnico en Comunicación de Barrancabermeja.
- Invemar. (2017). Los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros de Colombia 2016 (16-27). Santa Marta: Serie de Publicaciones periódicas N° 3.
- Lander, E. (2012). ¿Un nuevo periodo histórico? Crisis civilizatoria, límites del planeta, desigualdad asaltos a la democracia, estado de guerra permanente y pueblos en resistencia. *Revista Cubana de Pensamiento Socioteológico*, 1 <https://revista.ecaminos.org/un-nuevo-periodo-historico-crisis-civilizatoria-li>
- Lecaros, J. (2013). La ética medioambiental principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Acta Bioethica*.
- Leiva-Mas, J., Rodríguez-Rico, I., & Quintana-Pérez, C. (2011). Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. *Tecnología Química*, 31(1), 47–52.
- Leff, E. et al. (2003). La complejidad ambiental. Siglo XXI.

- Luengo, J. (2004). La educación como objeto de conocimiento. El concepto de educación. Teorías e instituciones contemporáneas de educación. Biblioteca Nueva.
- McDonald, G. y Patterson, M. (2003) Ecological footprint of New Zealand and its regions. Environmental Report. Technical Paper, Wellington, Nueva Zelanda: Ministry for the Environment of the New Zealand.
- Martín, N. (1998). El qué y el para qué de una ética ecológica. Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM).
- Maturana, H., & Nisis, S. (2002). Formación humana y capacitación. Domes Ediciones S.A
- Miguélez, M. (2009). Dimensiones básicas de un desarrollo humano integral. *Revista de la Universidad Bolivariana*, 8(23), 119-138.
- Minambiente-MEN. (2002). Política nacional de educación ambiental SINA (Bogotá). Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Política de gestión ambiental urbana. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Ministerio de Educación Nacional - Ministerio de Medio Ambiente. (Julio 2002). Política Nacional de Educación Ambiental SINA. http://cmap.upb.edu.co/rid=1195259861703_152904399_919/politica_educacion_amb.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2005). Educación ambiental construir educación y país. <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90891.html>.
- Molano A. B. (2012). La complejidad de la educación ambiental: Una mirada desde los siete saberes necesarios para la educación del futuro de Morin. *Revista de Didáctica Ambiental*, 8(11) 1-9. <http://www.didacticaambiental.com/revista/numero11/1.La%20complejidad%20de%20la%20E.A%20.pdf>
- Montoya, C., & Russo, R. (2007). Eco-alfabetización. Una herramienta de educación ambiental. *Revista Comunicación*. 83-85.
- Montoya, E., & Rojas, R. (2016). Elementos sobre la gobernanza y la gobernanza ambiental. *Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)*.
- Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Morín, E. (2003). *El método. La humanidad de la humanidad. La identidad humana*. Cátedra.
- Morin, E. (2004). *Multidiversidad mundo real* Edgar Morin. <http://www.multiversidadreal.edu.mx/que-es-el-pensamiento-complejo>
- Morín, E. (2009). *El Método*. Cátedra.
- Muñoz, M. (2015). *Desafíos de la gestión ambiental frente a la transición hacia la paz en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/17963>
- Naciones Unidas Colombia. (2014). *Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible*. Cooperación Alemana.
- Najmanovich, D. (2017). El sujeto complejo: La condición humana en la era de la red. *Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*, 22(78), 25-48. <https://www.dropbox.com/s/f4nrj8lhww021bj/UTOPIA%20%DOSSIER%20%20%20COMPLEJIDAD%20%20%2022%20n%C2%B078%20%20%20JuI-Sep.pdf?dl0>
- Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinariedad: Manifiesto*. Multidiversidad Mundo Real Edgar Morín, A.C.
- Niebeles, R. (2005). La educación como agente de cambio social en John Dewey. *Historia Caribe*, 10. <http://www.redalyc.org/pdf/937/93701003.pdf>
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*. 195-217. http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009_09.pdf
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, (Número extraordinario), 197-198.
- Ocaña, A. (2020) Cofiguralogía: Paradigma epistemológico y metodológico en el siglo XXI. *Utopía y Praxis Latinoamericana*. 25(4), 238-247 <http://doi.org/10.5281/zenodo.3931073>
- OCDE/CEPAL/ONU. (2014). *Evaluaciones del desempeño ambiental Colombia*. OCDE.
- Ojeda & Col. (2001). *Ecosistemas. El medio ambiente en Colombia* . IDEAM.

- Orellana, I. (2002). Buscando enfrentar los desafíos educativos contemporáneos: la estrategia pedagógica de la comunidad de aprendizaje en educación ambiental. Les Publications ERE-UQAM.
- Ortiz de M., N., Aragón, J., & Delgado, J. (2011). La relación entre la propiedad institucional y de los directivos y el desempeño medioambiental. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 222-230.
- Ortíz, A. (2014). Rasgos que caracterizan las configuraciones en las ciencias humanas y sociales. *Criterio Libre*, 23-42.
- Ortiz, J. (2008). Manejo del recurso hídrico en culturas precolombinas. *Revista EIDENAR*.
- Ospina, B. (2008). La educación como escenario para el desarrollo humano. *Investigación y Educación en Enfermería*, 26(2), 12-15.
- Otzen, T. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población de estudio. *Int. J. Morphol*, 227-232.
- Perales, F., Burgos, O., & Gutiérrez, J. (2014). El programa Ecoescuelas “Una evaluación crítica de fortalezas y debilidades”. *Perfiles Educativos*, 21-39.
- Plaza, J., de Burgos, J., & Belmonte, L. (2011). Grupo de interés, gestión ambiental y resultado empresarial: una propuesta integradora. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 151-161.
- Porras, A., & Otros. (2019). Un modelo de educación ambiental como estrategia para promover la sostenibilidad, desde la perspectiva sistémica, en el departamento de Santander-Colombia. Barrancabermeja: Doctorado en pensamiento complejo.
- Preciado, J. (2005). La gestión ambiental urbana y el agua potable en la ciudad de Bogotá. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente*, 1-7.
- Preston, R. (1994). El vivir bien como respuesta a la crisis global. Ministerio de Relaciones Exteriores, Bolivia.
- Puente, E. (2012). Modelo de educación ambiental para el desarrollo sustentable de comunidades rurales del trópico húmedo. *Horizonte Sanitario*, 11(2), 29-37.
- Quiva, D. (2010). La educación ambiental como herramienta para promover el desarrollo sostenible. *Telos*, 377-394.

- Rengifo, B. (2012). La educación ambiental: Una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. XII Coloquio Internacional de Geocrítica. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental. XII Coloquio Internacional de Geocrítica, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Reynoso, C. (2011). Redes sociales y complejidad: Modelos interdisciplinarios en la gestión sostenible de la sociedad y la cultura. Universidad de Buenos Aires.
- Riechmann, J. (2013). Teoría de sistemas y pensamiento complejo. Universidad Complutense de Madrid. [https://webs.ucm.es/info/teoriasc/TEORA%20DE%20SISTEMAS%20Y%20PENSA MIENTO%20COMPLEJO.pdf](https://webs.ucm.es/info/teoriasc/TEORA%20DE%20SISTEMAS%20Y%20PENSA%20MIENTO%20COMPLEJO.pdf)
- Rodríguez, M. y Espinoza, O. (2002). Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. BID. <https://biblioteca.cejamericas.org/handle/2015/1115>
- Rojas, R. (2011). Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 21(61), 175-207.
- Rose, O., & Bridgewater, P. (2003). Se necesitan nuevos enfoques para la educación ambiental y la sensibilización del público. *Perspectivas. La educación ambiental: Pilar de un desarrollo sostenible*, 20-32.
- Rubio, S., Chamorro, A., & Miranda, F. (2007). La investigación sobre gestión medioambiental en la empresa en España 1993-2003. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, (30), 39-62.
- Sauvé, L. (2005). Una cartografía de corrientes en educación ambiental. *Educacao ambiental-Pesquise e desafios*, 17-46.
- Semana. (20 de enero de 2017). Cinco efectos visibles del cambio climático en Colombia. *Semana.com*, pág. 1.
- Solís, A. (2013). Pobreza, ambiente y cambio climático. *Biblioteca Virtual de CLACSO*. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/clacso-crop/20130315113626/PobrezaAmbienteyCambioClimatico.pdf>
- Tamayo, U., Vicente, M., & Izaguirre, J. (2012). La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, (3), 216-227.

- Tirado-Herrero, S., Azqueta, D., Delacámara, G., Santamaría, M., & Tirado, S. (2004). Contabilidad Nacional y Medio Ambiente. Fundación de las Cajas de Ahorro, Capítulo 5, p. 97-130.
- Tobasura, I. (2008). Huella ecológica y biocapacidad: Indicadores biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales, Colombia. *Revista Luna Azul*, 119-136.
- Tönük, S., & Sevinc, K. (2013). A study on sustainable use of school sites at (primary) eco-schools in Istanbul. *Journal of Environmental Planning and Management*, 919-933.
- Torres, E. (2011). Medio ambiente y Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) en el Colegio Nicolás Esguerra. Universidad Nacional de Colombia.
- Torres, S., López, A., Moreno, M. & Restrepo, L. (2011). Metodología para la determinación de la huella ecológica en el área de exhibiciones del zoológico de Cali. *Revista S&T*, 10(20), 51-68. Cali: Universidad Icesi, p.p. 51-68
- UNAM. (2017). Fundación Doctora Silvia Macotela A.C. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de Métodos de Investigación: <http://www.psicol.unam.mx/>
- Unesco-PNUMA. (1977). Educación Ambiental Conferencia Intergubernamental, Tbilisi (URSS). Informe Final. <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2012). Seminario permanente de pedagogía. Tunja: Grupo Imprenta y Publicaciones UPTC.
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2009). Actualización del análisis del diagnóstico ambiental. <http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/documentos-estrategicos-de-gestion-ambiental-en-el-campus-utp/analisis-del-diagnostico-ambiental-utp.pdf>
- Vásquez, G. (2006). Pedagogía cognitiva la educación y el estudio de la mente en la sociedad de la información. *Revista Portuguesa de Pedagogía*, 13-41.
- Vega y Álvarez. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la educación ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. http://reec.educacioneditora.org/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N1.pdf
- Wackernagel, M. (2001). Advancing sustainable resource management. Using

- ecological footprint analysis for problem formulation, policy development and communication. European Commission.
- Wasserman, S. & Faust, K. (2013). Análisis de redes sociales, métodos y aplicaciones. *Centro de Investigaciones Sociológicas*, 52.
- Weinstein y Col. (2006). Sentidos de la educación y la cultura: cultivar la humanidad. LOM Ediciones: Consejo Nacional de la Cultura y las Artes.
- Welford, R. (2013). Corporate environmental management. System and strategies. Earthscan.
- Villalba, A. (2016). Teoría de sistemas. Universidad de Valencia. [http://www.uv.es/villalba/politicamed/Tema%2001%20\(sistemas\).pdf](http://www.uv.es/villalba/politicamed/Tema%2001%20(sistemas).pdf)

BIBLIOGRAFÍA DEL AUTOR

Oscar Orlando Porras Atencia, profesional con una importante trayectoria académica donde se destaca como Candidato a Doctor en Pensamiento Complejo del Centro del Saber Multiversidad Mundo Real Edgar Morin; Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos; Especialista en Ciencias de la Complejidad, Especialista en Ingeniería de Procesos en Alimentos y Biomateriales, Ingeniero de Alimentos y Tecnólogo de Alimentos. En sus 23 años de experiencia, en el sector educativo, ha sido Docente, Director de Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Vicerrector desde el 2012, Rector del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) durante 3 periodos consecutivos, destacándose por su liderazgo, logrando que la Institución Educativa de Educación Superior ocupe una posición diferencial en docencia, investigación y proyección social en el Magdalena Medio y la Región. Su liderazgo lo ha llevado a ocupar cargos de nivel superior en Juntas Directivas y como Representante en Educación Superior a nivel nacional.

Ha sobresalido por su producción académica y méritos entre los que se encuentran director de trabajos de pregrado y posgrado, asesor, gestor y jurado evaluador de diferentes proyectos e instituciones de talla nacional e internacional, recibiendo mención de honor y reconocimientos. Actualmente, es líder del Grupo de Investigación GIADAI, donde ha sido catalogado en la categoría de Investigador Asociado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, gracias a sus innumerables documentos académicos, técnicos, libros, eventos y artículos científicos de alto impacto, en su misión de producir, difundir y aplicar conocimientos por medio de la investigación.

Libros

Gestión para la sostenibilidad. En: Colombia, 2018. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-8289-83-0, ISBN: 978-958-8289-84-7.

Gestión para la sostenibilidad gobernanza y políticas públicas. En: Colombia, 2018. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-8289-85-4, ISBN: 978-958-8289-86-1.

Gestión para la sostenibilidad producción más limpia. En: Colombia, 2018. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-8289-87-8, ISBN: 978-958-8289-88-5.

Gestión para la sostenibilidad infraestructura, transporte y servicio. En: Colombia, 2018. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-8289-89-2, ISBN: 978-958-8289-90-8.

Gestión para la sostenibilidad recurso energético. En: Colombia, 2018. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). ISBN: 978-958-8289-92-2.

Gestión para la sostenibilidad para el manejo y conservación de la biodiversidad. En: Colombia, 2018. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-8289-93-9, ISBN: 978-958-8289-94-6.

Dinámicas socioecológicas. En: Colombia, 2019. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-5542-19-8, ISBN: 978-958-5542-20-4.

Identificación de coberturas y uso actual de paisaje rural degradado de la vereda San Luis del municipio de Barrancabermeja, Santander. En: Colombia, 2019. Editorial: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ). Producción libro virtual y físico: ISBN: 978-958-5542-15-0, ISBN: 978-958-5542-14-3.

Eventos científicos

Tercer Congreso Mundial de Transdisciplinariedad. Congreso ámbito internacional realizado en Ciudad de México - Modalidad en Línea. Ponencia retos

de la transdisciplinariedad en el abordaje de la educación superior durante la pandemia. El caso del Instituto Universitario de la Paz.

X Congreso internacional sobre Tecnología e Innovación + Ciencia e Investigación CITICI 2022. Centro Internacional SEID y Corporación CIMTED Ponente y asistente virtual. Temática: La Transformación de la Enseñanza. Ponencia titulada: Modelo educativo ambiental como estrategia para promover la sostenibilidad, desde la perspectiva sistemática, en el departamento de Santander, Colombia.

ANEXOS

El siguiente anexo incluye un resumen del documento original Diagnostico Ambiental, se encuentra en original al darle clic al siguiente enlace: [clic aquí](#)

Enlace completo:

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1i1PeNjsfcl_ykzpvSYP8W_Teo21-IFRT

El anexo que incluye la Estimación Indicador Huella Ecológica e Implementación de Estrategias de Formación se encuentra en original al darle clic al siguiente enlace: [clic aquí](#)

Enlace completo: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1U1eJ78Mn6R7mvjyula4fpzOFQUqJ2O6K>

La implementación de estrategias de formación se evidencia en el siguiente registro fotográfico, donde se evidencian los participantes en la finalización de su formación académica:

Santander Bioecológico

SANTANDER GOBERNACIÓN

30 AÑOS UNIPAZ 1987-2017

ESTRATEGIA DE FORMACIÓN PARA EL DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD
CONVENIO No. 1360 CELEBRADO ENTRE LA GOBERNACIÓN DE
SANTANDER Y EL INSTITUTO DE LA PAZ - UNIPAZ

CURSOS VIRTUALES

Ofertados en el Departamento de Santander

Intensidad: 60 horas

Modalidad: Virtual *Gratis*

- 1 - Manejo y conservación de la biodiversidad
- Producción más limpia
- Gobernanza y políticas públicas
- 2 - Recurso energético y energías alternativas
- Sistemas de producción sostenibles
- Infraestructura sostenible

Inscríbese Aquí

























