



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 13 de junio de 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

HERNAN ALEJANDRO HENAO CASTRO, con C.C. No. 1.053.768.174,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado **APRENDIZAJE SERVICIO COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN EN ECOSISTEMAS MARINOS POR MICROPLÁSTICOS, EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA.**

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de **Doctor en Educación y Cultura Ambiental.**

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:  \_\_\_\_\_



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:**

**Aprendizaje Servicio Como Propuesta Metodológica Para la Educación Ambiental Sobre la Contaminación en Ecosistemas Marinos por Microplásticos, en Estudiantes de Básica Secundaria**

**AUTOR O AUTORES:**

<b>Primero y Segundo Apellido</b>	<b>Primero y Segundo Nombre</b>
HENAO CASTRO	HERNAN ALEJANDRO

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

<b>Primero y Segundo Apellido</b>	<b>Primero y Segundo Nombre</b>
MARTHA PATRICIA TOBÍAS	VIVES HURTADO RENGIFO RENGIFO

**ASESOR (ES):**

<b>Primero y Segundo Apellido</b>	<b>Primero y Segundo Nombre</b>

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Doctor en Educación y Cultura Ambiental**

**FACULTAD:** Educación

**PROGRAMA O POSGRADO:** Doctorado en Educación y Cultura Ambiental - DECA

**CIUDAD:** NEIVA

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 331

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 4</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general \_\_\_ Grabados \_\_\_ Láminas \_\_\_  
Litografías \_\_\_ Mapas \_\_\_ Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_ Tablas o  
Cuadros \_\_\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Aprendizaje servicio	Service learning	6. Microplásticos marinos	Marine microplastics
2. Educación ambiental	Environmental education	7. Básica secundaria	Basic secondary
3. Cultura ambiental	Environmental culture	8. Caribe colombiano	Colombian Caribbean
4. Actitudes proambientales	Pro-environmental attitudes		
5. Ecosistemas marinos	Marine ecosystems		

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

La educación ambiental se considera un referente para mejorar la relación hombre-naturaleza, lo que es actualmente de gran relevancia debido a los altos niveles de degradación de los ecosistemas y su biodiversidad asociada en todo el planeta. Colombia no es ajena a esta situación, por lo que, a pesar de ser un país megadiverso ha evidenciado tasas aceleradas de pérdida de biodiversidad en ambientes terrestres y marinos, atribuido principalmente a perturbaciones de origen antropogénico. Adicionalmente, si bien Colombia cuenta con casi 3000 km de costa en el Pacífico y Caribe con cerca de 1.000.000 km<sup>2</sup> de aguas territoriales, los ecosistemas marinos sufren significativamente los impactos negativos generados por la acción humana. Dentro de dichos impactos, recientemente se ha documentado la presencia de microplásticos, los cuales generan efectos negativos directos e indirectos sobre la calidad ambiental, los organismos marinos y, finalmente por procesos de biomagnificación, llegan al hombre. No obstante, son escasos los estudios que registren esfuerzos significativos de educación ambiental sobre ecosistemas marinos y sus problemáticas, mucho menos sobre microplásticos marinos, por lo que urge contar con diversas estrategias metodológicas en este campo. El Aprendizaje Servicio (ApS) se ha convertido en parte insustituible en los discursos y prácticas pedagógicas en todos los niveles educativos, y se está implementando tanto en América como en Europa debido a su ventaja de estar basado en la acción, la experiencia, el compromiso social y el aprendizaje en valores, permitiendo propiciar el contacto entre los estudiantes y la sociedad. Es por esto que la presente investigación se propuso validar el ApS como estrategia metodológica de educación ambiental sobre la contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos en estudiantes de básica secundaria. Para esto,



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 4
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

se trabajó un método cuasiexperimental con 108 estudiantes de grado noveno de una institución educativa pública de una ciudad costera del Caribe colombiano, los cuales fueron divididos en dos grupos (control y experimental). Se diseñaron dos instrumentos como pretest y postest (cuestionario de nivel de conocimientos y test de actitudes proambientales) para la recolección de la información cuantitativa que permitiera determinar estadísticamente el impacto de la estrategia ApS. La estrategia metodológica diseñada e implementada comprende cuatro fases, las cuales fueron 1) fase de sensibilización, la cual pretende abordar el manejo de emociones y la motivación, 2) fase de formación crítica, 3) fase de diagnóstico de problemática en contexto escolar y en el hogar, y 4) fase de experimentación en contexto escolar y en el hogar. Los resultados muestran que, en el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos se encuentran diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) en el porcentaje de respuestas correctas *antes* y *después* de aplicar la estrategia aprendizaje servicio en el *grupo experimental*. De igual forma ocurrió con las actitudes proambientales (Wilcoxon (W): 465(z= 4,78);  $p = 0,00000171$ ). Con esto se valida la hipótesis científica que propone que los estudiantes intervenidos con la estrategia metodológica de aprendizaje servicio presentarán mayor nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos y su contaminación por microplásticos, así como evidenciar actitudes proambientales más altas en comparación con aquellos estudiantes que no fueron intervenidos, quedando demostrado el efecto positivo de la estrategia ApS para la educación ambiental en estudiantes de básica secundaria.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

Environmental education is considered a reference to improve the man-nature relationship, which is currently of great relevance due to the high levels of degradation of ecosystems and their associated biodiversity throughout the planet. Colombia, despite being a megadiverse country, it has shown accelerated rates of biodiversity loss in terrestrial and marine environments, mainly attributed to disturbances of anthropogenic origin. Additionally, although Colombia has almost 3,000 km of coastline in the Pacific and Caribbean with close to 1,000,000 km<sup>2</sup> of territorial waters, marine ecosystems suffer significantly from the negative impacts generated by human action. Within these impacts, the presence of microplastics has recently been documented, which generate direct and indirect negative effects on environmental quality, marine organisms and, finally through biomagnification processes, reach humans. However, there are few studies that record significant environmental education efforts on marine ecosystems and their problems, much less on marine microplastics, so it is urgent to have various methodological strategies in this field. Service Learning (ApS) has become an irreplaceable part of pedagogical discourses and practices at all educational levels and is being implemented both in America and in Europe due to its advantage of being based on action, experience, social commitment and learning in values, allowing to promote contact between students and society. For such reason, the present investigation set out to validate the ApS as a methodological strategy for environmental education on contamination by microplastics in marine ecosystems in high school students. For this, a quasi-experimental method was used with 108 ninth grade students from a public educational institution in a Colombian Caribbean coastal city, who were divided into two groups (control and experimental). Two instruments were designed as pretest and posttest (knowledge level questionnaire and pro-environmental attitudes test) for the collection of quantitative information that would allow statistically determining the impact of the ApS strategy. The methodological strategy designed and implemented comprises four phases, which were 1) awareness phase, which aims to address the management of emotions and motivation, 2) phase of critical formation, 3 phase of diagnosis of problems in the school context and at home, and 4) phase of experimentation in the school context and at home. The results show that, in the level of knowledge about marine ecosystems, environmental contamination and microplastics, there are highly significant statistical differences ( $p < 0.01$ ) in the percentage of correct answers before and after applying the service-learning strategy in the experimental group. The same occurred with pro-environmental attitudes (Wilcoxon (W): 465(z= 4.78);  $p = 0.00000171$ ). With this, the scientific hypothesis is validated, which proposes that the students intervened with the service-learning methodological strategy will present a higher level of knowledge about marine ecosystems and their contamination by microplastics, as well as show higher pro-environmental attitudes compared to those students that were not



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>4 de 4</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

intervened, demonstrating the positive effect of the ApS strategy for environmental education in secondary school students.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: **Juan Carlos Acebedo Restrepo**

Firma:

Nombre Jurado: **Miguel Ángel Quimbayo**

Firma:

Nombre Jurado: **María Mercedes Adelina Espejel Rodríguez**

Firma:

**Aprendizaje Servicio Como Propuesta Metodológica Para la Educación Ambiental Sobre la  
Contaminación en Ecosistemas Marinos por Microplásticos, en Estudiantes de Básica  
Secundaria**

Hernán Alejandro Henao Castro

Universidad Surcolombiana

Doctorado en Educación y Cultura Ambiental

22 de marzo de 2023

**Aprendizaje Servicio Como Propuesta Metodológica Para la Educación Ambiental Sobre la  
Contaminación en Ecosistemas Marinos por Microplásticos, en Estudiantes de Básica  
Secundaria**

Hernán Alejandro Henao Castro

Estudiante Doctorado en Educación y Cultura Ambiental  
Universidad Surcolombiana

Tesis presentada como requisito parcial para optar  
al título de Doctor en Educación y Cultura Ambiental

Directora Dra. Martha Patricia Vives Hurtado

Codirector Dr. Tobías Rengifo Rengifo

Neiva, 2023

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

**Evaluadores:**

- 1. Dra. Adelina Espejel Rodríguez**
- 2. Dr. Miguel Ángel Quimbayo**
- 3. Dr. Juan Carlos Acebedo**

**Neiva, Fecha de sustentación: 11 de mayo de 2023**

## **Dedicatoria**

*A mis padres, hermanos y a mi amada esposa  
por su amor y apoyo incondicional.*

## **Agradecimientos**

A Dios por todas las bendiciones recibidas.

A mi esposa Daian Ramírez, quien me ha acompañado en esta aventura. Sin su apoyo, paciencia y cariño, nada de esto sería posible. ¡Este es un triunfo de los dos!

A mis amados padres, hermanos y sobrinos, por su constante apoyo y cariño.

A mis amigos Milena M, Maria Paula, Camilo, Milena B, Gina, Gabriel, Adriana y Jimena por sus palabras de aliento y apoyo cuando lo necesité.

A mis amigos y compañeros de la I.E. Luis Carlos López por su paciencia, colaboración y apoyo en todo el proceso. Especialmente a la rectora Dilia, a los coordinadores Vilma y Emiliano, a los profesores Berenice (Bere), Ovinna (Ovy), Nazly, Edilsa, Luis, y a los administrativos Iliana y Oscar. Siempre les estaré agradecido por toda su ayuda.

A la Universidad Surcolombiana y al Doctorado en Educación y Cultura Ambiental, especialmente a los profesores de los seminarios por su apoyo durante mi proceso de formación.

A la Dra. Isabel Acosta, por su ayuda con la validación de instrumentos y por facilitarme material didáctico para la implementación de la estrategia.

A la Institución Educativa Luis Carlos López de la ciudad de Cartagena. A sus estudiantes, principalmente los jóvenes de grado noveno y niños de grado sexto que participaron

directa o indirectamente en el proyecto. También a sus padres y familiares por apoyarlos durante el proceso.

Al Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario y de San Bernardo y a su equipo humano por toda su ayuda durante mi pasantía doctoral, especialmente al Biólogo Marino Camilo Valcárcel.

A la Dra. Martha P. Vives Hurtado. No tengo palabras para agradecerle toda su valiosa ayuda. Solo puedo decir que su inteligencia, asertividad, disponibilidad y calidad humana, suavizaron este proceso de investigación. Sus palabras de aliento y apoyo constante se evidencian en este documento.

Al Dr. Tobías Rengifo por su apoyo y confianza durante mi proceso de formación, quien contribuyó significativamente con el proyecto.

A Laura Contreras, solo tengo agradecimientos sinceros para ella.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de forma directa o indirecta han contribuido para concretar este sueño. Si he olvidado mencionar a alguien, sepan que es por mi “mala” memoria.

**TABLA DE CONTENIDO**

Resumen	17
Abstract	20
Capítulo I: Horizonte Investigativo	22
Línea de Investigación	22
Justificación	22
Problema De Investigación	33
Pregunta	38
Objetivos	39
Objetivo General	39
Objetivos Específicos	39
Capítulo II: Marco Referencial	40
Antecedentes	40
Marco Teórico	50
Educación Ambiental	50
Aprendizaje Servicio	63
Fundamentos Conceptuales del Aprendizaje Servicio	70
Ecosistemas Marinos	77
Los Ecosistemas Marinos y su Importancia	77
Ecosistemas Costeros	78
Ecosistemas Oceánicos	82
Servicios de Ecosistemas Marinos	83
Amenazas de Ecosistemas Marinos	88
Microplásticos	98
Marco Normativo	109
Ámbito Global	109

Ámbito Nacional	111
Ámbito Local	115
Capítulo III. Metodología	118
Método	118
Nivel de la Investigación	124
Técnicas	124
Población	128
Procedimiento	131
Capítulo IV: Resultados	136
Resultados correspondientes al objetivo 1: Identificar el nivel de conocimiento sobre la contaminación plástica en los ecosistemas marinos y las actitudes proambientales en estudiantes de educación básica secundaria.	137
Caracterización sociodemográfica de la población objeto de estudio	137
Implementación del Pretest	139
Resultados correspondientes al objetivo 2: Analizar el plan de área de ciencias naturales y el PRAES de la I.E. Luis Carlos López, para identificar si se encuentran los ecosistemas marinos y su problemática de contaminación por microplásticos.	164
Resultados correspondientes al objetivo 3: Adecuar el aprendizaje servicio como estrategia metodológica para la educación ambiental en la problemática de los microplásticos en los ecosistemas marinos y su articulación con el área de ciencias y el PRAES de la Institución.	166
Implementación de la Estrategia Metodológica de Aprendizaje Servicio para la Educación Ambiental en Estudiantes de Básica Secundaria	187
Fase de Sensibilización.	188
Fase de Formación Crítica.	198
Fase de Diagnóstico de Problemática en Contexto Escolar y en el Hogar.	202
Fase de Experimentación en el Contexto Escolar y en el Hogar.	207
Resultados del diagnóstico y de la implementación de la estrategia	212
Resultados correspondientes al objetivo 4: Evaluar el nivel de conocimiento adquirido y los cambios actitudinales en los estudiantes sobre la problemática de contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos después de la implementación de la estrategia metodológica	213
Resultados de la Comparación Estadística Pretest-Postest de los Grupos Control y Experimental (Estadística Inferencial).	237

Capítulo V: Discusión de Resultados	252
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	263
Referencias Documentales	271
ANEXOS	325
Glosario	325
Océano	325
Mar	325
Ecosistema	325
Ecosistema Marino	326
Contaminación	326
Contaminación Marina	326
Plásticos	326
Microplásticos	327
Aprendizaje	327
Servicio	327
Educación	328
Ambiente	328
Educación Ambiental	328
Actitud	329
Actitudes Proambientales	329

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Elementos fundamentales del aprendizaje servicio.</i>	66
Figura 2 <i>Cuadrantes del Aprendizaje Servicio</i>	71
Figura 3 <i>Zonación de los mares</i>	79
Figura 4 <i>Servicio de aprovisionamiento en arrecifes de corales</i>	85
Figura 5 <i>Relación entre la tendencia de incremento de CO2 atmosférico y disminución del pH en los océanos desde los años 1960 a 2010.</i>	91
Figura 6 <i>Clasificación de los microplásticos de acuerdo con sus características principales</i>	100
Figura 7 <i>Diversas fuentes de microplástico.</i>	101
Figura 8 <i>Diagrama conceptual mostrando las fuentes y vías de liberación de microplástico importantes</i>	105
Figura 9 <i>Microplástico en forma de fibra encontrado en el contenido estomacal de Holothuria (Halodeima) grisea.</i>	107
Figura 10 <i>Principales enfoques de la investigación</i>	118
Figura 11 <i>Aplicación de los instrumentos cuestionario de nivel de conocimientos y test de actitudes proambientales</i>	127
Figura 12 <i>Características sociodemográficas de los estudiantes del grupo experimental.</i>	137
Figura 13 <i>Características sociodemográficas de los estudiantes del grupo control.</i>	138

- Figura 14 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo control-pretest.* 152
- Figura 15 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo control-Pretest.* 154
- Figura 16 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo control-pretest.* 155
- Figura 17 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo experimental-pretest.* 157
- Figura 18 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo experimental-pretest.* 161
- Figura 19 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo experimental-pretest.* 163
- Figura 20 *Implementación de fase de sensibilización con los estudiantes* 188
- Figura 21 *Fichas de cartulina con conclusiones y reflexiones sobre taller de sensibilización, video No 1.* 190
- Figura 22 *Fichas de cartulina con conclusiones y reflexiones sobre taller de sensibilización, video No 2.* 191
- Figura 23 *Fichas de cartulina con acciones que podrían desarrollar (los estudiantes) para dar soluciones a la problemática de la acumulación de residuos tipo plástico en los océanos desde su contexto escolar y familiar.* 193
- Figura 24 *Fichas de cartulina con propuestas que podrían realizar en el colegio para disminuir la contaminación en las aulas de clase y zonas comunes de la institución educativa..* 196

Figura 25 <i>Ejemplos de formatos diligenciados de asistencia a las actividades de la estrategia.</i>	197
Figura 26 <i>Desarrollo de conversatorios con estudiantes de grado noveno de básica secundaria.</i>	199
Figura 27 <i>Desarrollo de conversatorios con estudiantes de grado noveno de básica secundaria.</i>	203
Figura 28 <i>Estudiantes de grado noveno prestando el servicio de recolecta de basura tipo plástico en zonas de grado sexto.</i>	204
Figura 29 <i>Estudiantes de grado noveno realizando los experimentos que socializarán con sus compañeros de grado sexto.</i>	208
Figura 30 <i>Estudiantes de grado noveno realizando los experimentos con sus compañeros de grado sexto.</i>	210
Figura 31 <i>Estudiante de grado noveno prestando el servicio y haciendo actividad de experimentación con familiares de su hogar.</i>	212
Figura 32 <i>Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo control-postest.</i>	226
Figura 33 <i>Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo control-postest.</i>	228
Figura 34 <i>Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo control-postest.</i>	229
Figura 35 <i>Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo experimental-postest</i>	233

- Figura 36 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo experimental-postest.* 235
- Figura 37 *Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo experimental-postest.* 236
- Figura 38 *Respuestas correctas (%) pretest y postest de los grupos control y experimental del cuestionario de nivel de conocimientos en ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos.* 243
- Figura 39 *Resultados del test de actitudes proambientales en estudiantes de básica secundaria en los diferentes tratamientos y grupos de estudiantes (a, b, c, d). Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 21 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.* 246
- Figura 40 *Mapa de valores del aprendizaje servicio – ApS.* 256

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Principales Características del Aprendizaje Servicio</i>	73
Tabla 2 <i>Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en grupo control-pretest.</i>	140
Tabla 3 <i>Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en grupo experimental-pretest.</i>	145
Tabla 4 <i>Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo control – Pretest.</i>	150
Tabla 5 <i>Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo experimental – pretest. Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 23 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.</i>	158
Tabla 6 <i>Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en el grupo control-postest.</i>	214

- Tabla 7 *Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en el grupo experimental-postest.* 219
- Tabla 8 *Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo control – postest. Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 21 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.* 223
- Tabla 9 *Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo experimental – postest. Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 23 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.* 230
- Tabla 10 *Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, servicios y bondades de ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria de una ciudad costera del Caribe colombiano.* 237
- Tabla 11 *Test de actitudes proambientales Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de*

*problemas medioambientales, y los ítems 21 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.* 239

Tabla 12 *Resultados de estadística inferencial de la comparación del porcentaje de respuestas correctas entre grupos (experimental y control) y dentro de los grupos (pretest y posttest) del cuestionario de nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, servicios y bondades ecosistémicas, contaminación ambiental y microplásticos.* 244

Tabla 13 *Resultados de estadística inferencial de la comparación de la media de respuestas escala Likert entre grupos (experimental y control) y dentro de los grupos (pretest y posttest) del test de actitudes proambientales.* 247

Tabla 14 *Resultados de comparaciones de respuestas (valoración Escala Likert) con significancia estadística ( $p < 0,05$ ) discriminando por ítems del test de actitudes proambientales.* 248

## Resumen

La educación ambiental se considera un referente para mejorar la relación hombre-naturaleza, lo que es actualmente de gran relevancia debido a los altos niveles de degradación de los ecosistemas y su biodiversidad asociada en todo el planeta. Colombia no es ajena a esta situación, por lo que, a pesar de ser un país megadiverso ha evidenciado tasas aceleradas de pérdida de biodiversidad en ambientes terrestres y marinos, atribuido principalmente a perturbaciones de origen antropogénico. Adicionalmente, si bien Colombia cuenta con casi 3000 km de costa en el Pacífico y Caribe con cerca de 1.000.000 km<sup>2</sup> de aguas territoriales, los ecosistemas marinos sufren significativamente los impactos negativos generados por la acción humana. Dentro de dichos impactos, recientemente se ha documentado la presencia de microplásticos, los cuales generan efectos negativos directos e indirectos sobre la calidad ambiental, los organismos marinos y, finalmente por procesos de biomagnificación, llegan al hombre. No obstante, son escasos los estudios que registren esfuerzos significativos de educación ambiental sobre ecosistemas marinos y sus problemáticas, mucho menos sobre microplásticos marinos, por lo que urge contar con diversas estrategias metodológicas en este campo. El Aprendizaje Servicio (ApS) se ha convertido en parte insustituible en los discursos y prácticas pedagógicas en todos los niveles educativos, y se está implementando tanto en América como en Europa debido a su ventaja de estar basado en la acción, la experiencia, el compromiso social y el aprendizaje en valores, permitiendo propiciar el contacto entre los estudiantes y la

sociedad. Es por esto que la presente investigación se propuso validar el ApS como estrategia metodológica de educación ambiental sobre la contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos en estudiantes de básica secundaria. Para esto, se trabajó un método cuasiexperimental con 108 estudiantes de grado noveno de una institución educativa pública de una ciudad costera del Caribe colombiano, los cuales fueron divididos en dos grupos (control y experimental). Se diseñaron dos instrumentos como pretest y postest (cuestionario de nivel de conocimientos y test de actitudes proambientales) para la recolección de la información cuantitativa que permitiera determinar estadísticamente el impacto de la estrategia ApS. La estrategia metodológica diseñada e implementada comprende cuatro fases, las cuales fueron 1) fase de sensibilización, la cual pretende abordar el manejo de emociones y la motivación, 2) fase de formación crítica, 3) fase de diagnóstico de problemática en contexto escolar y en el hogar, y 4) fase de experimentación en contexto escolar y en el hogar. Los resultados muestran que, en el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos se encuentran diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) en el porcentaje de respuestas correctas *antes y después* de aplicar la estrategia aprendizaje servicio en el *grupo experimental*. De igual forma ocurrió con las actitudes proambientales (Wilcoxon (W): 465( $z = 4,78$ );  $p = 0,00000171$ ). Con esto se valida la hipótesis científica que propone que los estudiantes intervenidos con la estrategia metodológica de aprendizaje servicio presentarán mayor nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos y su contaminación por microplásticos, así como evidenciar actitudes proambientales más altas en comparación con aquellos estudiantes que no fueron intervenidos, quedando demostrado el efecto positivo de la estrategia ApS para la educación ambiental en estudiantes de básica secundaria.

**Palabras clave:** Aprendizaje servicio, educación ambiental, cultura ambiental, actitudes proambientales, ecosistemas marinos, microplásticos marinos, básica secundaria, caribe colombiano.

### **Abstract**

Environmental education is considered a reference to improve the man-nature relationship, which is currently of great relevance due to the high levels of degradation of ecosystems and their associated biodiversity throughout the planet. Colombia, despite being a megadiverse country, it has shown accelerated rates of biodiversity loss in terrestrial and marine environments, mainly attributed to disturbances of anthropogenic origin. Additionally, although Colombia has almost 3,000 km of coastline in the Pacific and Caribbean with close to 1,000,000 km<sup>2</sup> of territorial waters, marine ecosystems suffer significantly from the negative impacts generated by human action. Within these impacts, the presence of microplastics has recently been documented, which generate direct and indirect negative effects on environmental quality, marine organisms and, finally through biomagnification processes, reach humans. However, there are few studies that record significant environmental education efforts on marine ecosystems and their problems, much less on marine microplastics, so it is urgent to have various methodological strategies in this field. Service Learning (ApS) has become an irreplaceable part of pedagogical discourses and practices at all educational levels and is being implemented both in America and in Europe due to its advantage of being based on action, experience, social commitment and learning in values, allowing to promote contact between students and society. For such reason, the present investigation set out to validate the ApS as a methodological strategy for environmental education on contamination by microplastics in marine ecosystems in

high school students. For this, a quasi-experimental method was used with 108 ninth grade students from a public educational institution in a Colombian Caribbean coastal city, who were divided into two groups (control and experimental). Two instruments were designed as pretest and posttest (knowledge level questionnaire and pro-environmental attitudes test) for the collection of quantitative information that would allow statistically determining the impact of the ApS strategy. The methodological strategy designed and implemented comprises four phases, which were 1) awareness phase, which aims to address the management of emotions and motivation, 2) phase of critical formation, 3) phase of diagnosis of problems in the school context and at home, and 4) phase of experimentation in the school context and at home. The results show that, in the level of knowledge about marine ecosystems, environmental contamination and microplastics, there are highly significant statistical differences ( $p < 0.01$ ) in the percentage of correct answers before and after applying the service-learning strategy in the experimental group. The same occurred with pro-environmental attitudes (Wilcoxon (W): 465( $z = 4.78$ );  $p = 0.00000171$ ). With this, the scientific hypothesis is validated, which proposes that the students intervened with the service-learning methodological strategy will present a higher level of knowledge about marine ecosystems and their contamination by microplastics, as well as show higher pro-environmental attitudes compared to those students that were not intervened, demonstrating the positive effect of the ApS strategy for environmental education in secondary school students.

**Keywords:** Service learning, environmental education, environmental culture, pro-environmental attitudes, marine ecosystems, marine microplastics, basic secondary, Colombian Caribbean.

## **Capítulo I: Horizonte Investigativo**

### **Línea de Investigación**

El presente estudio pertenece a la línea de investigación “Enfoques educativos para la construcción de una cultura ambiental”. Los diferentes Grupos de Investigación que hacen parte del proyecto doctoral DECA, de La Universidad Surcolombiana cuentan con desarrollos investigativos inherentes a la problemática relacionada con los enfoques educativos y su aporte e impacto en la consolidación de la Cultura Ambiental. En esta línea se concentrarán, como insumo determinante, investigaciones relacionadas con las problemáticas que subyacen en contextos escolares y no escolares en relación con los modelos, enfoques, prácticas y acciones formativas muy en consonancia con la problemática ambiental expresada en sus diferentes manifestaciones.

### **Justificación**

La Tierra es el único planeta del sistema solar que alberga vida, la cual comprende una diversidad biológica estimada en más de 10 millones de especies. Éstas se ubican en diferentes zonas del planeta, las cuales están reguladas por condiciones ambientales específicas (p. ej. temperatura, salinidad, radiación solar, entre otras), que comprenden biomas y, a su vez, ecosistemas (Audesirk et al., 2016). Estos últimos son entendidos como aquellas zonas que presentan condiciones ambientales que permiten la sobrevivencia de diversas especies que

conforman comunidades ecológicas, las cuales a su vez comprenden poblaciones de distintas especies. Todas estas se relacionan entre sí y también con el ambiente. Debido a que las condiciones ambientales, como temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, entre otras, evidencian variaciones latitudinales y altitudinales, existe una gran diversidad de ecosistemas (Smith y Smith, 2007). Entre mayor sea la complejidad estructural de los ecosistemas y su variación de las condiciones ambientales, mayor será su biodiversidad. En este sentido, los ecosistemas proveen todo lo necesario para asegurar los tres procesos vitales de los seres vivos, esto es la sobrevivencia, el crecimiento y la reproducción (Begon et al., 2006). Es importante anotar que los ecosistemas son dinámicos, por lo que están sujetos a cambios constantes dentro de rangos preestablecidos de condiciones abióticas y bióticas, lo que también contribuye con soportar toda su biodiversidad. Si bien se sabe que los bosques húmedos tropicales y los arrecifes coralinos son los ecosistemas que albergan la mayor biodiversidad del planeta (Connell, 1978), es importante entender que cada ecosistema es único, lo que les confiere una relevancia para las especies que los habitan.

Además de la importancia de los ecosistemas para las especies que albergan, también existe evidencia suficiente que sustenta su relevancia para el bienestar humano. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio sitúa a los ecosistemas como sistemas dinámicos complejos que ofrecen servicios a la humanidad, estos servicios ecosistémicos implican todos los beneficios que obtiene la gente de los ecosistemas. Existen cuatro categorías de servicios ecosistémicos los cuales son: (1) servicios de aprovisionamiento, (2) regulación, (3) culturales y (4) de soporte (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Los primeros se refieren a disponibilidad de agua, alimento y materia prima como madera, fibras, entre otros. Los segundos se basan principalmente en la regulación climática, inundaciones, enfermedades. En el caso de los

servicios culturales, estos incluyen la recreación y el turismo, componente estético y beneficios culturales. Finalmente, los de soporte se refieren a la formación de suelos, fotosíntesis y ciclos biogeoquímicos que permiten el reciclaje de nutrientes y otros compuestos esenciales para la vida en el planeta (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Summers et al., 2012; Campagne et al., 2020).

Actualmente existe evidencia sólida y abundante de la relación existente entre los ecosistemas y el bienestar humano, especialmente de ecosistemas terrestres (Begon et al., 2006; Smith y Smith, 2007). No obstante, los océanos y la zona costera comprenden una gran diversidad de ecosistemas propios. Entre los más conocidos destacan los arrecifes de corales, los manglares, las praderas de pastos marinos, los litorales de arena (playas) y rocosos, marismas (humedales costeros), así como los estuarios y deltas (Speight y Henderson, 2010; Castro y Huber, 2007; 2016). Martinetto (2020) en su revisión sobre servicios ecosistémicos de sistemas marinos en Argentina, destaca servicios tangibles (p. ej. la pesquería y biodiversidad) e intangibles como la inspiración, recreación y ciencia. Un ejemplo concreto sobre la importancia de los ecosistemas marinos para la sobrevivencia de los seres humanos puede ser la de los arrecifes de corales que se sitúan en zonas tropicales. Según Moberg y Folke (1999), basta con una hectárea de arrecife coralino en buen estado de salud para abastecer de proteína a 300 personas durante un año. Por otra parte, estos ecosistemas, a pesar de cubrir solo el 0,1% de todo el fondo oceánico, son capaces de sostener la cuarta parte de la biodiversidad de todos los océanos. Por último, los arrecifes de corales junto con los manglares son consideradas sala cuna de los océanos, es decir, los sitios donde se resguardan los individuos más jóvenes para refugiarse y escapar de los depredadores, permitiendo así que persista la vida de miles de especies, entre las cuales destacan aquellas de gran interés comercial y que soportan la economía

mundial (Moberg y Folke, 1999; López-Angarita et al., 2016). Asimismo, ha destacado la estrecha y constante relación entre los seres humanos con los océanos y mares, a tal punto que más del 50% de la población mundial viven en zonas costeras y, más de la cuarta parte de ese porcentaje se ubica a menos de 100 km de distancia de la costa (Kummu et al., 2016). Esto último resalta la importancia y dependencia de la humanidad con los sistemas oceánicos y marinos, sustentado en los servicios ecosistémicos.

A pesar de la gran importancia que representan los ecosistemas marinos para el sostenimiento de la humanidad, existen diversas amenazas que se ciernen sobre estos. Dichas amenazas pueden ser de origen natural o antropogénico, sin embargo, actualmente se ha identificado la mala disposición de residuos sólidos plásticos (basura marina plástica) como un factor determinante en el deterioro de los ecosistemas marinos, especialmente debido a que de estos se producen los microplásticos. Los microplásticos son partículas con diámetros menores a 5 mm y actualmente se han considerado cosmopolitas, pues pueden encontrarse en el aire, ríos, lagos, suelos y mares (He et al., 2020; Bank, 2022). En los mares y océanos son llamados comúnmente microplásticos marinos y sus efectos negativos han sido documentados en diferentes ecosistemas, los cuales van desde la acumulación en playas, columna de agua y fondos, por lo que son fácilmente consumidos por todos los organismos vivos (incluyendo microorganismos hasta mamíferos marinos). Debido a esto último, se genera obstrucción del tracto digestivo que en ocasiones conduce a infecciones severas. Adicionalmente, estos microplásticos pueden liberar sustancias tóxicas (lixiviados) que producen enfermedades como cáncer o envenenamiento. Finalmente, estas partículas microscópicas de plástico también tienen la propiedad de absorber otras sustancias nocivas no solo para los organismos marinos, sino también para los seres humanos que en últimas se alimentan de peces, crustáceos y moluscos. Se

trata de los metales pesados como mercurio, cadmio, plomo, cobre, entre otros. Con todo lo anterior, no solo se afecta la calidad del agua y del ecosistema en general, sino que sus efectos negativos trascienden hacia la humanidad (Hill, 2010; Akan et al., 2021; Frías et al., 2021; Li et al., 2021; Rahman et al., 2021; Bank, 2022). Además de lo anterior, se suma que esta problemática está causando una disminución de la biodiversidad en todos los ecosistemas del planeta, afectando la oferta de servicios que estos ofrecen a la humanidad (Sridharan et al., 2021), y posibilitando una desestabilización sobre la economía pues sectores como la agricultura, acuicultura, pesquerías, transporte, industria, turismo y gobiernos locales, entre otros, son todos afectados por pérdidas económicas significativas (Chaudhry y Sachdeva, 2021).

Colombia no es ajena a esta problemática ambiental, siendo las ciudades costeras, las que mayores impactos negativos sufrirán por la acumulación de microplásticos marinos provenientes del interior del país por medio de ríos y otros vectores. Según Quirós-Rodríguez et al. (2021) en su revisión sobre las amenazas de los microplásticos para los ecosistemas marino-costeros de Colombia, los estudios publicados a la fecha se enfocan en la distribución de partículas de microplásticos, reportando su presencia en playas, ciénagas y manglares. Sobre los efectos aún no hay evidencia específica para el país que demuestre afectaciones directas en los ecosistemas, sin embargo, estudios como los de Acosta-Coley et al. (2019) sugieren que dichas micropartículas encontradas en playas de la ciudad de Cartagena presentan trazas de elementos como mercurio, cromo, plomo, entre otros, indicando una amenaza toxicológica inminente para los ecosistemas, las especies que los habitan y las personas que dependen directa o indirectamente de ellos (Quirós-Rodríguez et al., 2021).

Si bien se ha incrementado la investigación sobre microplásticos marinos y sus efectos negativos en todo el mundo (Frías et al., 2021), son pocos los esfuerzos que se han realizado por

generar cambios de patrones culturales y prácticas sociales. La problemática que genera la contaminación por microplásticos marinos también debe abordarse desde una mirada socioeconómica, pues son diversos los sectores involucrados. Del comportamiento de los sectores socioeconómicos depende en gran medida la mitigación de los efectos nocivos. Países industrializados y también aquellos en desarrollo generan ganancias de millones de dólares anuales a partir de la producción de elementos plásticos.

De acuerdo con Chaudhry y Sachdeva (2021), tan solo en Europa se obtuvieron ganancias superiores a los 350 billones de euros en 2018 con una producción de 62 toneladas métricas de plástico, lo cual representó tan solo el 17% del plástico producido a nivel mundial para ese año. El país con mayor producción de plástico es China con el 30% a nivel mundial. En este orden de ideas, existe una reticencia por el sector industrial (de Europa, Asia y países como China y USA), por ejemplo, el de envases plásticos a contribuir con la disminución de la problemática. Algunas políticas de gobiernos de distintos países se han comprometido a incentivar la producción de envases de plásticos biodegradables, lo cual se ha demostrado que puede ser beneficioso en el sentido que disminuye el proceso de acumulación de plásticos producidos a partir de combustibles fósiles (Chaudhry y Sachdeva, 2021; Hann et al., 2021).

Otra medida que ha sido adoptada por varios países es la prohibición de plásticos de un solo uso, la cual además se implementa con un incremento del valor de estos productos en el mercado de cada país (Schnurr et al., 2018). Asimismo, se plantea que el dinero recolectado por este concepto sea usado en realizar esfuerzos de investigación para la búsqueda de alternativas menos contaminantes y nocivas para los ecosistemas, así como promover el reciclaje y la economía circular de los residuos plásticos (Schnurr et al., 2018; Sicotte y Seamon, 2020; Bening et al., 2021; Evode et al., 2021). Aunque todas las estrategias implementadas y

propuestas contribuyen con la disminución de producción y uso de plástico, solo a partir de cambios significativos en la cultura existente sobre el uso desmedido de productos plásticos de un solo uso, se podrá evidenciar un impacto positivo sobre los ecosistemas marinos, su biodiversidad y los bienes y servicios que ofrecen a la humanidad.

Lo anterior puede ser posible si se genera mayor sensibilización y conciencia sobre la problemática, sus impactos en los ecosistemas y las posibles soluciones que como individuos y sociedad se pueden implementar (Xanthos y Walker, 2017; Zambrano-Monserrate y Ruano, 2020). Estudios de percepción y nivel de conocimientos sobre los ecosistemas marinos, sus servicios y los efectos negativos de los microplásticos marinos se hacen necesarios para realizar un diagnóstico que permita priorizar los componentes a reforzar sobre esta problemática (Deng et al., 2020; Mehta et al., 2021; Oturai et al., 2021; Soares et al., 2021). Por ejemplo, el turismo es considerado como una actividad económica importante a nivel mundial y nacional. Sin embargo, se sabe que este sector puede ser uno de los actores que más contaminación ejerce sobre los ecosistemas marino-costeros por la inadecuada disposición de residuos sólidos, así como el excesivo uso de plásticos de un solo uso (Pawar et al., 2016; Herdiansyah et al., 2021; Tsai et al., 2021; Henao-Castro et al., 2023).

Particularmente para Colombia, el escenario parece ser más complejo. Esto debido a que no existe información suficiente sobre el grado de responsabilidad que tiene cada sector socioeconómico sobre esta problemática. Tampoco se sabe el nivel de conocimiento de los habitantes sobre la problemática y, mucho menos, la actitud y prácticas de comportamiento sobre la basura plástica. De hecho, a partir de una revisión exhaustiva de la literatura disponible en el país sobre los microplásticos y sus efectos sobre ecosistemas marinos, Quirós-Rodríguez et al. (2021), sugieren que la educación ambiental juega un papel preponderante en el cambio de

patrones que normalmente contribuyen con agudizar la problemática de los microplásticos sobre los ecosistemas marinos. La sensibilización con estrategias didácticas y educativas pueden ser una alternativa que se sume a las demás estrategias que ha abordado el gobierno para disminuir el uso desmedido del plástico (Owens, 2017; Rangel-Buitrago et al., 2019; Rowe et al., 2019; Garcés-Ordoñez et al., 2020, Quirós-Rodríguez et al., 2021). Todo lo anterior le confiere una gran relevancia al presente estudio. Asimismo, a partir de su implementación, se estaría contribuyendo al logro 14 “vida marina” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Asamblea General de las Naciones Unidas acogidos por Colombia, el cual plantea conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, en especial a la meta 1 que se propone para el año 2025 prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida de actividades realizadas en la zona continental, incluyendo basuras marinas y la contaminación por nutrientes (Recuero, 2018).

A partir de lo anterior, es evidente que las ciudades costeras de Colombia son quienes mayores impactos negativos sufrirán por la acumulación de microplásticos provenientes del interior del país por medio de ríos y otros vectores (Rangel-Buitrago et al., 2019; Quirós-Rodríguez et al., 2021). Una de estas ciudades es el Distrito de Cartagena de Indias, considerada una de las más importantes del país con una población de 1.003.685 habitantes en 2019 y una proyección de 1.043.926 para el año 2021 (DANE, 2020). Esto obedece a su ubicación estratégica para la actividad portuaria, razón por la que hace parte del corredor portuario del Caribe que concentra más del 50% del PIB de la región y del sector portuario del país (Viloria, 2006; Galvis-Aponte et al., 2019). El turismo ha sido una de las principales actividades económicas de la ciudad, posicionándola entre uno de los destinos más visitados del país

(Galvis-Aponte y Aguilera, 1999). Estudios sobre la dinámica económica de la ciudad evidencian una alta tasa de informalidad laboral y una desigualdad social acentuada. Si bien el sector laboral ha mostrado tendencia a disminución del desempleo en los últimos 10 años, el 58% de los trabajadores son informales (Galvis-Aponte et al., 2019) y, adicionalmente, el índice de pobreza se ubica en un 57%, es decir, uno de los más altos del país con respecto a otras ciudades capitales (Viloria, 2006).

Casas (2017) sugiere que el desempleo y la informalidad laboral afectan principalmente a los jóvenes y más vulnerables. Asimismo, infiere que la educación es el pilar para combatir estos fenómenos económicos (Torres y Guacari, 2018) a través de la capacitación constante de las personas, lo que se conoce como formación para el trabajo (FpT). Estudios demográficos de este mismo autor, han destacado que, en la ciudad de Cartagena entre mayor sea el nivel de escolaridad, mayor es el incremento de ocupación de las personas, situación especialmente importante en habitantes entre los 24 y 35 años. Asimismo, cabe destacar que el bachillerato es el nivel de escolaridad más representativo (31,8%) en la población cartagenera entre 25 a 64 años. Con lo anterior, es claro que cualquier esfuerzo invertido en estudiantes de bachillerato para promover cultura, los hace una población objetivo-idónea, puesto que se asegura un impacto en un porcentaje importante de habitantes de la ciudad. Finalmente, se destaca que la relevancia que cobra este sector socioeconómico pues se sabe que las acciones focalizadas en estudiantes de secundaria generan resultados positivos referente al fortalecimiento de la cultura ambiental y, este alcance no se limita a los estudiantes, sino que trasciende a sus familias y localidades en donde habitan (Miranda, 2013).

Con lo anterior y considerando que, si se tienen en cuenta otros niveles de escolaridad superiores (e.g. técnico, tecnólogo, universitario y posgrado), se puede afirmar que en la ciudad

aproximadamente el 80% de los habitantes entre 25 y 34 años alcanzan un nivel de escolaridad mínimo de bachillerato (Casas, 2017), lo cual es coherente con la cantidad de establecimientos educativos oficiales (105) y no oficiales (150) presentes en la ciudad (SINEB, 2011).

A pesar de la importancia del sector educativo en Cartagena, investigaciones como las de Marrugo y Álvarez (2017) y Carrión y Hernández (2018) sugieren que los habitantes presentan una escasa cultura ciudadana en pro de cuidar el medio ambiente. Asimismo, en términos de sensibilidad ciudadana, estos autores manifiestan que existe una ausencia de ejercicios de participación ciudadana, falta de sentido de pertenencia y de confianza. Esto genera una oportunidad para establecer la educación como centro para los cambios comportamentales y actitudinales.

Coincidiendo con lo anterior, el presente proyecto tiene como población objetivo estudiantes de básica secundaria, y es importante anotar que por su ubicación en el Caribe colombiano, en esta ciudad la mayoría de su población depende directa o indirectamente del mar (p. ej. el turismo, la pesca, el consumo de productos marinos como pescado y mariscos, entre otros); por lo que es esencial implementar estrategias de educación ambiental que deriven en la protección de los ecosistemas marino-costeros desde problemáticas ambientales actuales y con vacíos de conocimiento.

En un estudio realizado en Indonesia sobre la medición de los beneficios y costos de la educación comunitaria en las áreas marinas protegidas, mencionan que la radio, la televisión y los periódicos eran las fuentes secundarias de información ambiental para la mayoría de los encuestados, y no hubo diferencia significativa para los que utilizan al menos uno de estos medios de comunicación una vez al mes o más. Estos resultados sugieren que el aumento de los

conocimientos y las actitudes era impulsado en gran medida por el boca a boca y la ejecución de las actividades de educación y divulgación de los problemas ambientales (Leisher et al., 2012)

Por otra parte, se ha demostrado que promover la educación y cultura ambiental genera impactos positivos en el cambio de hábitos de uso y disposición de residuos plásticos en las personas (Espejel y Castillo, 2008). Para esto, existe una amplia gama de metodologías que son actualmente usadas en la EA sobre distintas problemáticas ambientales dentro de las cuales destacan la investigación acción participativa, metodologías de narrativas (Hart, 2002), aprendizaje basado en proyectos (ABP), los voluntariados (Romero, 2015), aprendizaje basado en estrategias lúdicas o playfull learning en inglés (Rodríguez-Miranda et al., 2022), aprendizaje basado en problemas (Paredes-Culing et al., 2016), estudios de caso (Palombo et al., 2021) entre otros. Cabe destacar que, en todos los casos las intervenciones realizadas a los sujetos de interés comprenden una serie de actividades didácticas (p. ej. talleres, conversatorios, elaboración de cuentos, conferencias, discusiones en el aula, confección de bitácora ambiental, entre otros) que suelen complementarse para cumplir con el objetivo que contempla la investigación (Espejel y Flores, 2012 y 2017; Palombo et al., 2021). A pesar de lo anterior y, considerando la diversidad de problemáticas ambientales, investigaciones de educación ambiental con estudiantes de básica secundaria relacionada con problemáticas en ecosistemas marinos (p. ej. microplásticos) en ciudades costeras del Caribe son insuficientes. De hecho, es evidente el vacío de conocimientos relacionados con metodologías estandarizadas para aplicar en el contexto del Caribe colombiano, y que hayan sido previamente validadas y efectivas para tramitar la EA sobre ecosistemas marinos y microplásticos.

Es por esto por lo que uno de los principales objetivos expuestos en el presente estudio es diseñar e implementar una estrategia metodológica basada en el Aprendizaje-Servicio que

contribuya con informar y sensibilizar sobre esta problemática en estudiantes de básica secundaria y, con ello, contribuir con la construcción de una cultura ambiental que les permita vivir en equilibrio con su medio ambiente. Lo anterior basado en que fomentar la clara conciencia y preocupación económica, social, política y ecológica en las zonas urbanas y rurales, proporciona a cada persona las oportunidades para adquirir el conocimiento, valores, actitudes, compromisos y habilidades necesarias para proteger y mejorar el medio ambiente (Topanotti et al., 2019)

Finalmente, a partir de la implementación del presente proyecto, se propone una estrategia metodológica para promover una educación ambiental sobre una problemática que afrontan los ecosistemas marinos, que se asume es poco conocida por los habitantes cartageneros y, en general, por los colombianos y que podría ser replicada en cualquier institución educativa de básica secundaria.

### **Problema De Investigación**

La contaminación ambiental es uno de los mayores disturbios de origen antropogénico que se cierne sobre todos los ecosistemas y ambientes del planeta. Esta va desde contaminación química del aire, agua (continentales y marinas) y tierra, provocada por diferentes agentes contaminantes como gases, compuestos químicos, metales pesados, pesticidas, hasta desechos sólidos orgánicos e inorgánicos (Hill, 2010). Sobre esta última, se han realizado grandes esfuerzos de investigación por comprender el impacto negativo que genera sobre la vida en el planeta y la humanidad (Li et al., 2021). Por lo anterior, se sabe que la producción y uso de productos plásticos, en especial los de un solo uso, son factores preponderantes que agudizan la problemática, atribuido principalmente a un uso desmedido de dichos materiales en diversos

campos como la industria, el comercio y los hogares (Hill, 2010; Sicotte y Seamon, 2020; Akan et al., 2021; Kiessling et al., 2021; Pierini et al., 2021).

Entre los impactos negativos causados por la contaminación ambiental, se destacan la degradación de los ecosistemas por deterioro de la calidad del aire, agua o suelo (Tyagi et al., 2014). Al acumularse los desechos sólidos, estos liberan exudados (lixiviados) que contienen concentraciones elevadas de contaminantes que pueden permanecer en el suelo o disiparse por medio del aire y/o el agua, lo que eventualmente afecta la salud de los organismos de las distintas especies que habitan los ecosistemas. Asimismo, los desechos pueden convertirse en vectores que dispersan microorganismos patógenos como bacterias que se traducen en proliferación de enfermedades infecciosas entre el componente biótico (Sharifi et al., 2016; Xiong et al., 2019). Con todo esto, se genera una pérdida de la biodiversidad ecosistémica y, de este modo, se afecta significativamente la disponibilidad de bienes y servicios ecosistémicos que ofrecen a la humanidad (Bhat et al., 2021). Esto último es preocupante, puesto que existe una dependencia directa del hombre por la naturaleza.

En el caso de los efectos de la contaminación sobre ecosistemas marinos, el escenario es aún más preocupante. Se sabe que la mayoría de los desechos sólidos llegan a los océanos por medio de la escorrentía continental que se presenta principalmente por la desembocadura de grandes afluentes. Los ríos actualmente están sobresaturados con contaminantes producto de la mala disposición de desechos, ya que éstos son arrastrados por medio de la lluvia. En este sentido, las descargas de contaminantes derivados de los desechos sólidos que desembocan en los mares se acumulan con el tiempo en la columna de agua y los sedimentos, con lo que se incrementan sus concentraciones y se superan umbrales de tolerancia por parte de los organismos que habitan los ecosistemas marinos (Coe et al., 2019; Adeleye et al., 2022). Es así como se

pueden presentar altas tasas de mortalidad de juveniles (individuos que aún no han alcanzado su madurez sexual), también afectar procesos reproductivos como la fertilización entre huevos y esperma o disminuir las tasas de crecimiento de los individuos. Todo lo anterior redundaría en un menor porcentaje de sobrevivencia de las especies y un eventual colapso de todo el sistema marino (Lu et al., 2020; Meer et al., 2020; White et al., 2021). De otra parte, es evidente que las zonas costeras presentan un marcado deterioro gradual de los ecosistemas marinos (Ardila et al., 2002; Gómez et al., 2015). Si bien esta degradación no es causada exclusivamente por los pobladores costeros, sí son en gran medida responsables por impactos directos e indirectos sobre la biodiversidad marina (Díaz et al., 2013; Bedoya et al., 2017; Rangel-Buitrago et al., 2019). Lo anterior es el reflejo de una escasa cultura ambiental sobre los ecosistemas marinos, por lo que investigaciones en educación ambiental que transformen hábitos y promuevan el cuidado por el ambiente se hacen urgentes.

La basura es entendida como el desperdicio y elementos desechados por la sociedad (Brown, 2015), la cual en su mayoría se compone de residuos sólidos plásticos (Evode et al., 2021). Estos no se degradan fácilmente y, por el contrario, permanecen por cientos o miles de años en el ambiente (Hill, 2010;). De este modo, la acumulación de residuos plásticos ha transcurrido por más de un siglo en todo el mundo, no obstante, la humanidad se percató de esta situación hace unas pocas décadas, generando un gran interés por parte de la comunidad de investigadores y científicos sobre esta problemática.

El uso desmedido de plásticos de un solo uso y el mal manejo de la disposición de este tipo de basura han ocasionado que los mares empiecen a saturarse de partículas plásticas. En la actualidad se estima que aproximadamente el 80% de los desechos que se encuentran en el mar están constituidos por plásticos, alcanzando en algunos lugares hasta un 95%, entre los cuales se

incluyen los macro y microplásticos (Moore et al., 2008; Bank 2022). Por lo tanto, las poblaciones de zonas costeras se ven mayormente afectadas por esta problemática (Morales-Caselles et al., 2021). Los microplásticos perturban todos los ecosistemas marinos, transportándose de los organismos filtradores a los consumidores primarios, secundarios y terciarios (p. ej. carnívoros de gran tamaño). Además de la acumulación de micropartículas de plástico (1 mm de diámetro), los compuestos químicos que liberan durante su lento proceso de degradación aumentan sus concentraciones en los organismos de niveles tróficos superiores (bioacumulación) que finalmente terminan llegando a los seres humanos, generando graves problemas de salud, especialmente en zonas costeras donde se concentra la mayor población mundial.

Actualmente es evidente que la acumulación de residuos plásticos está estrechamente relacionada con la actitud consumista y extractivista de las personas, lo cual sostiene la producción de dichos residuos (Ritch et al., 2009). Estudios han demostrado que la mayor cantidad de desechos plásticos se generan en los hogares, y las variaciones en la producción de desechos por hogar están fuertemente relacionadas con el nivel educativo de las personas (Zambrano-Monserrate y Ruano, 2020). Lo anterior ha sido posible gracias a que desde la década de los 50s se ha naturalizado y promovido este comportamiento dentro de la cotidianidad de las personas, justificado en la durabilidad, impermeabilidad y bajo costo de este tipo de material (Correa, 2020).

Sumado a lo anterior, se debe considerar que la industria del plástico mueve más de 2000 millones de euros anuales a nivel mundial, lo cual genera una gran responsabilidad en la toma de decisiones respecto a la regulación de sus usos y producción (Chaudhry y Sachdeva, 2021). Asimismo, se ha demostrado que el sector turístico ha contribuido significativamente con

agravar la problemática de microplásticos marinos, pues los turistas hacen uso desmedido de elementos plásticos de un solo uso y una mala disposición de estos (Li et al., 2016; Cruz-Salas et al., 2020).

Consecuente con lo anterior, la educación ambiental se propone como una de las posibles soluciones para transformar las costumbres del uso desmedido de plásticos de un solo uso hacia alternativas (p. ej. reciclar, reutilizar o evitar el uso de bolsas plásticas) menos contaminantes que contribuyan con disminuir y mitigar los impactos negativos de la problemática (Rowe et al., 2019; Quirós-Rodríguez et al., 2021).

Debido a que el uso desmedido de plástico y las consecuencias negativas que tiene sobre el planeta se conoce décadas atrás, se han realizado esfuerzos desde la educación ambiental (EA) para transformar las actitudes y comportamientos de los distintos sectores socioeconómicos. Asimismo, entendiendo la importancia de la sensibilización en los niños y jóvenes para lograr esa transformación en la sociedad, en las instituciones educativas (IE) se ha promovido la EA por medio de los proyectos ambientales escolares (PRAES). Los PRAES se entienden como proyectos pedagógicos que promueven el análisis y la comprensión de los problemas y las potencialidades ambientales locales, regionales y nacionales, generando espacios de participación para implementar soluciones acordes con las dinámicas naturales y socioculturales” (Mora-Ortiz, 2013). Desafortunadamente, es común encontrar que existe una desarticulación entre estas estrategias y los currículos ambientales de los establecimientos educativos, pues la mayoría se limita al activismo, quedando en proyectos de sembrar árboles y pintar murales, entre otros (Arévalo, 2020). Adicionalmente, según Sánchez et al. (2021) y su revisión sobre la EA y la problemática de plásticos de un solo uso, las actividades realizadas en los establecimientos educativos en el marco de los PRAES fomentan la reutilización e incineración de plásticos de un

solo uso, lo cual genera la producción de microplásticos y liberación de compuestos químicos nocivos como furanos (y dioxinas), respectivamente. Finalmente, debido a que la problemática de microplásticos marinos es un campo relativamente nuevo en Colombia, a la fecha no se conocen investigaciones que aborden esta problemática desde las instituciones educativas del país, sin embargo, se evidencia un consenso por parte de los investigadores de este campo sobre la urgencia de priorizar la educación ambiental para logra cambios y transformaciones en la sociedad respecto al uso de elementos hechos de plástico (Garcés-Ordóñez et al., 2020; Mehta et al., 2021; Oturai et al., 2021; Quirós-Rodríguez et al., 2021). Además, no se han evidenciado a la fecha metodologías suficientes en el sistema educativo para trabajar la educación ambiental más allá de charlas y talleres puntuales (entre otras) inmersos en los PRAES (Merizalde, 2012; Salamanca, 2018) y el escenario es más crítico en relación con los ecosistemas marinos (Bernal, 2013; Suárez, 2017; Monroy y Rojas, 2019) y sus problemáticas, por ejemplo, la contaminación por microplásticos (Quirós-Rodríguez et al., 2021). Por lo anterior, se hace necesario innovar o probar metodologías que se realizan en otros escenarios y adaptarlas al contexto con el fin de establecer si se pueden lograr los efectos esperados en cambios de actitudes y comportamientos. Por todo lo anterior, la tesis trabajará con el aprendizaje servicio y plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo el aprendizaje servicio contribuye en la educación ambiental sobre la contaminación por microplásticos en ecosistemas marinos en estudiantes de básica secundaria?

### **Pregunta**

¿Cómo el aprendizaje servicio contribuye en la educación ambiental sobre la contaminación por microplásticos en ecosistemas marinos en estudiantes de básica secundaria?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Valorar el Aprendizaje Servicio como estrategia metodológica de educación ambiental sobre la contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos en estudiantes de básica secundaria.

### ***Objetivos Específicos***

Identificar el nivel de conocimiento sobre la contaminación plástica en los ecosistemas marinos y las actitudes proambientales en estudiantes de educación básica secundaria.

Analizar el plan de área de ciencias naturales y el PRAES de la I.E. Luis Carlos López, para identificar si se encuentran los ecosistemas marinos y su problemática de contaminación por microplásticos.

Adecuar el aprendizaje servicio como estrategia metodológica para la educación ambiental en la problemática de los microplásticos en los ecosistemas marinos y su articulación con el área de ciencias y el PRAES de la Institución.

Evaluar el nivel de conocimiento adquirido y los cambios actitudinales en los estudiantes sobre la problemática de contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos después de la implementación de la estrategia metodológica.

## Capítulo II: Marco Referencial

### Antecedentes

En la actualidad, el Aprendizaje Servicio se ha convertido en parte insustituible en los discursos y prácticas pedagógicas en todos los niveles educativos, y se está implementando tanto en América como en Europa, debido a su ventaja de estar basado en la acción, la experiencia, el compromiso social y el aprendizaje en valores, permitiendo propiciar el contacto entre los estudiantes y la sociedad (Capella et al., 2015; Ayuste et al., 2016; Gil-Gómez et al., 2016). Es por esto que, en los últimos años, se han venido adelantando proyectos pedagógicos en los cuales se ha ejecutado la metodología enseñanza-aprendizaje, mostrando resultados exitosos a la hora de fortalecer el conocimiento de distintas áreas, dado que permite poner en práctica las competencias y conceptos adquiridos a través de la enseñanza.

Con el fin de resumir algunos de los aportes más relevantes de los últimos años relacionados a la implementación del Aprendizaje Servicio, se realizó una búsqueda en bases de datos científicas como Scopus, Science Direct, Scielo, Redalyc y Springerlink usando palabras claves en español e inglés como Aprendizaje servicio o Service learning, secundaria y educación ambiental.

Entre estos trabajos, se encuentra el desarrollado por Caballero *et al.* (2018), quienes aplicaron la metodología de aprendizaje servicio en una actividad físico-recreativa para educación primaria, la cual consistió en una jornada de aventura en el centro educativo CEIP

Divino Salvador (Cortegana, Huelva, España). La actividad se denominó “superhéroes en la ecoescuela”, y se dividió en tres fases: momento de presentación y distribución de alumnos por grupos; superación de retos físico-recreativos de aventura propuestos por los superhéroes y superheroínas; y finalmente, una reflexión sobre las capacidades que tenemos cada uno para cambiar el entorno. La actividad supuso una experiencia de aprendizaje de gran valor para el alumnado universitario, construyendo el aprendizaje desde la propia práctica en un contexto real.

Por otro lado, Hervás et al. (2018) se propusieron medir la eficacia del programa “Huelva Educa”, experiencia basada en el aprendizaje servicio, para incrementar el rendimiento escolar y mejorar el clima social de alumnado de educación obligatoria en Huelva, España. Esto se llevó a cabo a través de una serie de sesiones de mentoría entre estudiantes universitarios y estudiantes de educación obligatoria, en horario extraescolares, y los resultados mostraron mejoras en el rendimiento escolar y mejoras en la cantidad y calidad de las interacciones en el aula.

Jouannet et al. (2018) implementaron el primer proyecto de enseñanza aprendizaje servicio en el Instituto Profesional de Chile en cinco carreras. Para evaluar los resultados del proceso, diseñaron tres instrumentos aplicados diferencialmente a estudiantes, docentes y socios comunitarios, con el fin de describir su percepción y nivel de logro al desarrollo de la metodología. Todos los grupos evaluados presentaron resultados positivos por sobre el 75% de aprobación, destacando la motivación de los estudiantes con el proceso de aprendizaje, la buena percepción de los docentes respecto al desarrollo de competencias sociales y disciplinares en los alumnos, y la alta satisfacción de los socios comunitarios con el servicio recibido.

Owens (2018) lideró el proyecto titulado “*The Shore to Statehouse*”, el cual permitió la creación de un curso de experiencia en escombros marinos. El curso permitió a estudiantes universitarios en Connecticut, Estados Unidos, recolectar escombros marinos para luego crear un

informe político para los legisladores de estado. Se encontraron más de 1600 piezas de escombros (19, 4 kg), y adicionalmente, los estudiantes experimentaron mejoras significativas en sus conocimientos y comportamientos.

Asimismo, Paterlini et al. (2018) adoptaron el aprendizaje-servicio con el fin de sensibilizar a estudiantes sobre los problemas ambientales en tres escuelas primarias del Gran San Miguel de Tucumán, Argentina, con problemas acústicos en sus espacios. Durante el desarrollo del proyecto, se generaron talleres, actividades multimedia, folletos, etc., logrando la concientización sobre la contaminación acústica escolar y la creación del proyecto “*Aulas Sin Ruido*”, el cual a partir de dicha concienciación y la acción participativa de todos los actores involucrados, logró un mejoramiento en la calidad de vida de las comunidades educativas.

Villamil (2018) realizó una propuesta didáctica desarrollada en nueve Experiencias Significativas, que implicaron el reconocimiento del entorno cercano, residuos sólidos, eco-consumo, comida saludable, compostaje, huerta escolar y visita a una granja experimental, entre otros, en Bogotá, Colombia. El alcance permitió permear familias, cambios de conductas y hábitos proambientales y una propuesta para trabajo con la básica primaria con el liderazgo de algunos estudiantes de grado primero.

Cebrián et al. (2019) estudiaron la influencia de la metodología de aprendizaje-servicio en el desarrollo de competencias en sostenibilidad de los estudiantes de educación de tres universidades españolas. Para esto, utilizaron 129 alumnos, llevando a cabo un experimento mediante pretest-postest con grupos naturales, sin grupo control, valorando las competencias en sostenibilidad, y mostrando como resultado una clara contribución del aprendizaje servicio en la mejora de la comprensión y conocimiento de la sostenibilidad, así como las interrelaciones entre las dimensiones social, ambiental y económico.

Díaz *et al.* (2019) trabajaron con 217 estudiantes de quinto de primaria (edades entre 10 y 13 años) de siete escuelas públicas de la ciudad de Hermosillo, México, a quienes se les realizó una encuesta para evaluar el desempeño de los docentes con relación a las actividades de reflexión, conocimiento y solución de problemas encaminados al cuidado del medio ambiente. A través de este trabajo, se reconoció la importancia de la práctica docente en la educación ambiental formal. Asimismo, los autores sugieren continuar con estudios que permitan establecer la capacidad predictora que tienen dichas prácticas, así como ampliar el análisis a otros factores asociados a las conductas proambientales, tales como las actitudes y valores.

Domínguez (2019) evaluó el aprendizaje de 136 alumnos de 3º de secundaria, a través de un proyecto multidisciplinar de Aprendizaje-Servicio en Santa Cruz de Tenerife, España, sobre el medioambiente, los cuales se dividieron en dos grupos: Grupo experimental, y grupo control, el cual no participó en el proyecto. Para ambos grupos, se puso en práctica una Situación de Aprendizaje (SA) de Educación Física donde se fusionó la actividad física y lúdica con 13 ítems utilizados para evaluar el contenido del proyecto. Asimismo, se analizó el impacto que ha tenido dicho proyecto sobre el alumnado participante. El grupo experimental tuvo un mayor rendimiento en comparación con el grupo control, mostrando los beneficios del aprendizaje-servicio.

Gallardo *et al.* (2019) realizaron un estudio con el fin de observar las prácticas de educación ambiental transformadoras para comprender las interacciones que ocurren entre la escuela y la comunidad. Lo anterior se llevó a cabo a través de un análisis cualitativo comparando las prácticas en escuelas de Brasil y Cuba, y se obtuvo que la interacción escuela-comunidad se logra con la participación entre actores escolares y de la comunidad, y adicionalmente, se encontraron semejanzas en las prácticas de educación ambiental en ambos

países, a pesar de contar con contextos diferentes, lo cual muestra las generalidades de este proceso.

Navarro y Martín (2019) trabajaron en el proyecto titulado Amig@s Activ@s, en España, cuyo objetivo fue promover una vida saludable, prevenir la obesidad y promover los derechos humanos, inclusión e igualdad de género, cooperación para el desarrollo, educación ambiental, comunicación y educación emocional, para lo cual utilizaron la estrategia de aprendizaje-servicio, involucrando la participación de maestros de primaria, estudiantes, familias, entre otros agentes. Este estudio comprobó que el nivel de motivación y aprendizajes adquiridos, así como servicio prestado a la comunidad es valioso, por lo que los autores pretenden continuar consolidándolo y potenciándolo en cada centro, comunidad y sector.

Con el objetivo de promover la educación hacia el desarrollo sostenible, Pérez et al. (2019), realizaron la implementación de educación ambiental con la metodología de Aprendizaje-Servicio, en el que trabajaron estudiantes de Ingeniería de Prevención de Riesgos con socios comunitarios de Coquimbo, Chile, a través de talleres, cuyos temas variaron según las necesidades específicas, en los que destacaron principalmente el cuidado del agua, disposición de residuos sólidos, y problemáticas asociadas a la contaminación. Los resultados mostraron una correcta aplicación del contenido teórico por parte de los estudiantes, mientras se reforzaban las competencias y habilidades para la sostenibilidad, se generaban cambios positivos en los socios comunitarios.

Sánchez y Bolaños (2019), participaron junto a ocho estudiantes universitarios de psicología de la Universidad Icesi, Colombia, en la adaptación e implementación de un modelo educativo 5D denominado “Proyecto Mohán”, el cual se asume como experiencia de aprendizaje-servicio. Los resultados de este proceso permitieron observar que la participación de

los estudiantes en el desarrollo de una intervención directa como una situación de aprendizaje, les brinda las herramientas para asumir un rol de psicólogos, además de aplicar los conocimientos obtenidos previamente y desarrollar sus competencias profesionales.

Traver-Martí et al. (2019), analizaron la planificación y puesta en acción de una práctica curricular de Aprendizaje-Servicio vinculada al territorio, analizando las estrategias de negociación del currículum y de participación del alumnado, mediante herramientas cualitativas como la observación, entrevistas y grupos de discusión. Se evidencian las principales estrategias participativas desarrolladas por el alumnado entre las que se destacan aquellas que facilitan la articulación de su propia voz de manera colaborativa, como el teatro o las maquetas, y aquellas otras orientadas a la movilización del conocimiento, como el uso de las redes sociales. En este trabajo se constata la relevancia que tiene esta experiencia de participación y negociación democrática del currículum.

Yeung et al. (2019) examinaron el potencial de una armonía intergeneracional, a través de un proyecto de aprendizaje-servicio, desarrollado por la Oficina de aprendizaje servicio y Unidad de ciencia en la Universidad Lingnan, (Hong Kong, China), en conjunto con el Departamento de descubrimiento y educación en el Ocean Park (Parque acuático). En este proyecto, participaron adultos mayores (55 años), quienes asisten voluntariamente a clases con los estudiantes de la universidad, uniéndose equipos intergeneracionales para transmitir conocimiento a los asistentes del Ocean Park, enriqueciendo de esta manera la experiencia de los visitantes del parque acuático, mientras que se promueve la concientización de la conservación y sostenibilidad marina.

Con la necesidad de contribuir al aprendizaje de la educación ambiental en los estudiantes de segundo de primaria de la Unidad Educativa Fiscal “Elías Cedeño Jerves” del

Cantón de San Vicente, Ecuador, Enríquez (2020) realizó una investigación para implementar una propuesta didáctica, la cual consistió en un grupo de 18 estudiantes, a los que se les realizaron varias secciones en las que se analizaron los cambios de actitudes, aptitudes y hábitos ambientales que se mostraran en el conocimiento de los niños. Gracias a este trabajo, se logró diagnosticar la situación actual sobre los conocimientos en educación ambiental y, asimismo, permitió desarrollar en los estudiantes conocimiento ecológico, compromiso al uso racional de los recursos ambientales, actitudes y valores hacia el medio ambiente, mostrando interés en asumir acciones sostenibles y sustentables, con el fin de reducir las problemáticas ambientales.

Long (2020) completó un estudio etnográfico, examinando el posible impacto que tiene en estudiantes de secundaria, comprometerse en investigaciones ambientales, buscando justicia ambiental para sus comunidades. Los datos fueron tomados a través de observaciones, entrevistas y análisis de documentos, los cuales mostraron que los estudiantes investigadores desarrollaron (1) mayor conciencia de los problemas ambientales locales; (2) un mejor entendimiento hacia las posibles soluciones a las problemáticas, y (3) un incremento en las medidas de manejo de los problemas ambientales locales, divulgando la información con los agentes necesarios (comunidad, tomadores de decisiones y la comunidad científica). Estos resultados se vieron principalmente en aquellos estudiantes cuyos temas de investigación estuvieron relacionados con ecosistemas acuáticos.

Con el fin de diseñar una metodología para fomentar la formación ambiental en estudiantes de básica secundaria, bajo los preceptos del desarrollo sostenible y mediante algunas herramientas TIC, Hernández (2021) utilizó una muestra de 230 niños y adolescentes de los grados sexto, octavo y noveno de la Institución Educativa Distrital La Toscana Lisboa, Colombia, dividida en dos grupos: control y experimental pretest-postest. En un grupo de la

muestra se implementó la metodología con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para la enseñanza de la educación ambiental para el desarrollo sostenible; y en un segundo grupo se dio continuidad a la asignatura de ciencias naturales establecida en el currículo, todo durante un semestre académico. Del estudio se pudo concluir que la metodología con TIC es una herramienta que contribuye a la mejora de la formación ambiental respecto a otros métodos tradicionales, permitiendo alcanzar logros más puntuales.

Mayorga-Fernández et al. (2021) evaluaron el nivel de satisfacción de los estudiantes en una experiencia de aprendizaje-servicio desarrollada en la facultad de Ciencias de la educación de la Universidad de Málaga, España, La muestra ha sido de 76 estudiantes, de dos grupos diferentes, del Grado de Maestro en Educación Infantil. Se planteó una investigación diagnóstica descriptiva para comprender las reflexiones y valoraciones del alumnado en relación con su experiencia de aprendizaje- servicio. Los resultados mostraron un alto nivel de satisfacción entre los estudiantes, aunque con diferencias significativas entre los Grupos A y B. Los aspectos más valorados fueron la capacidad de trabajo en equipo, el fomento de la creatividad y la implicación en el servicio, por lo que es necesario aumentar el uso de esta estrategia metodológica para potenciar el desarrollo de la Responsabilidad Social Universitaria.

Un estudio cualitativo en forma de caso de estudio fue desarrollado por Parejo et al. (2021), con datos derivados de un proyecto educativo enfocado en los plásticos como un vehículo para la educación ambiental. Este proyecto se implementó con un grupo de 50 niños de una escuela de Ghana y los cuales adquirieron un alto nivel de conocimiento sobre el plástico y sus propiedades, lo cual fue posible gracias a una metodología activa, globalizada y experimental. Lo anterior fue reforzado mediante la fabricación de materiales para enseñanza y

didáctica usando plástico reciclado. Gracias a este proyecto, los estudiantes pudieron practicar una ciudadanía global crítica y democrática.

Sandoval-Díaz et al. (2021) evaluaron la implementación de un proceso diagnóstico de necesidades comunitarias ante un desastre climático, mediante la estrategia de aprendizaje-servicio en un curso de estudiantes de psicología en Chile. Para esto se seleccionó un estudio de caso de gestión comunitaria ante un desastre en el norte de Chile, y los datos fueron producidos mediante la triangulación de seis técnicas, esquematizando los resultados del proceso de aprendizaje en cuatro áreas: i) teórico-conceptual, ii) metodológica, iii) práctica y iv) ético-política, relevando el aprendizaje-servicio en el proceso de enseñanza-aprendizaje del diagnóstico comunitario e identificando tanto ventajas como limitaciones en el desarrollo de competencias disciplinares, transversales profesionales y del servicio entregado.

Suárez (2021) diseñó y ejecutó el programa “Dejando huellas verdes” para el fortalecimiento de la conciencia ambiental en el área de ciencia y tecnología en educación secundaria, el cual tuvo como objetivo determinar en qué medida la aplicación del programa fortalece la conciencia ambiental en los estudiantes de tercero de secundaria de una Institución educativa en Lima, Perú. El método utilizado en esta investigación fue hipotético deductivo de enfoque cuantitativo, el tipo de estudio es aplicada con diseño cuasiexperimental que permitió determinar el efecto de la aplicación del programa a una muestra experimental para luego compararla con un grupo control con las mismas características iniciales. La aplicación de este proyecto permitió fortalecer de forma significativa el nivel de la conciencia ambiental en los estudiantes.

Por otra parte, cabe destacar que investigaciones de nivel de doctorado han contribuido con el avance de la educación ambiental en el país. Puntualmente, el Doctorado en Educación y

Cultura Ambiental de la Universidad Surcolombiana ha aportado a la fecha 13 investigaciones que abordan la EA desde enfoques epistemológicos cualitativos y algunos con método mixto. Si bien ninguna de las investigaciones ha empleado el Aprendizaje Servicio como estrategia para alcanzar objetivos, se retoman tres tesis que desarrollaron estrategias para la educación ambiental en instituciones educativas de básica y media en diferentes regiones del país.

Por ejemplo, Trujillo-Vanegas (2021) en su estudio focalizó la comprensión de los sentidos del territorio desde las expresiones verbales y estéticas de niños (de un municipio del Huila) a partir de un análisis situado en las epistemologías decoloniales. Para esto, se optó por la investigación cualitativa de carácter hermenéutico y como resultados destacables se encontró que las expresiones verbales y estéticas de los niños viabilizaron la participación infantil en el proceso investigativo y se constituyeron en fuente para la comprensión de los sentidos del territorio.

Cruz-Herrera (2020) en su tesis doctoral consideró necesario establecer los lineamientos para la resignificación de la educación ambiental en las instituciones educativas públicas de la ciudad de Neiva. Para esto, partió sobre la base de los fundamentos teóricos del pensamiento ambiental latinoamericano y aplicó un análisis de los imaginarios de ambiente, territorio y educación ambiental. La población objeto de estudio fueron directivos y docentes de instituciones educativas de la ciudad de Neiva, así como algunos funcionarios integrantes del CIDEA Huila. Como resultado destacable, se obtuvo una estrategia y directrices propuestas en las que se asume una forma alternativa de abordar la educación ambiental, a partir del análisis interdisciplinar, sistémico y holístico. De este modo, los resultados se convierten en referente para la construcción de una política pública de educación ambiental en la región y, a su vez, contribuyen con el fortalecimiento de una cultura ambiental.

A partir de las problemáticas de descampesinización y desterritorialización, Franco (2022) propuso en su investigación doctoral una estrategia educativa y comunitaria basada en el diálogo de saberes y el pensamiento ambiental. Esto para la promoción y desarrollo de nuevas formas de ruralidad y la recuperación de la dignidad de la vida en el campo. Es así como se plantea una estrategia que reconecte a las comunidades rurales y campesinas con la naturaleza, lo que va en concordancia con el pensamiento ambiental latinoamericano.

El Aprendizaje Servicio durante su ejecución permite transformar estudiantes en solucionadores de problemas y pensadores críticos (Farber, 2011), lo cual podría ser vital en el desarrollo de la educación ambiental, pues al integrarse el servicio a la comunidad, con la enseñanza y la reflexión, se asegura la obtención de habilidades y actitudes sociales y proambientales en los estudiantes, que serán puestas en prácticas en la vida diaria. A pesar de estas ventajas, aún existe un vacío de información en cuanto al uso de aprendizaje servicio en niveles educativos de básica secundaria y media, especialmente con fines ambientales, en el país y, el escenario es más crítico si se considera el trabajo en zonas costeras del país y relacionado con problemáticas ambientales de los ecosistemas marinos.

## **Marco Teórico**

### ***Educación Ambiental***

La educación ambiental (EA) es el proceso esencial cuyo objetivo es concienciar y desarrollar nuevos patrones de conducta del hombre, en una estrecha relación con el medio ambiente (Osuna, 2020). Es de vital importancia que dentro del desarrollo de la EA reconozcan

valores, aclararen conceptos y se fomenten actitudes y aptitudes, que permitan comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, la cultura y el medio (Flórez-Yepes, 2015).

Los cambios en los patrones de conducta y conciencia social frente a los recursos naturales no pueden pensarse de manera individual, debe ser un proceso colectivo que lleve a solucionar o mitigar los grandes impactos ambientales que se están presentando a nivel mundial, y que han generado una serie de consecuencias sociales significativas (Flórez-Yepes, 2015; Osuna, 2020). Por este motivo, la educación es vital, pues permitirá encontrar el camino que lleve a entender los problemas ambientales globales y, asimismo, contribuya a generar las habilidades que posibiliten encontrar soluciones conjuntas desde una visión de futuro (Flórez-Yepes, 2015).

La visión de la educación para un desarrollo sostenible debe incluir una transformación educativa desde la estructura, gestión, currículos, espacios y estrategias de formación y aprendizaje, es decir, un cambio sistémico (Macedo y Salgado, 2007). Adicionalmente, al ser una educación centrada en la acción, la E.A toma muy en cuenta el rol de quienes aprenden, por lo que no solo plantea hacer llegar ciertos conocimientos a los estudiantes, sino que también incluye la participación de todos los miembros de la comunidad de aprendizaje, de forma que puedan adquirirse actitudes y aptitudes proambientales (Bautista-Cerro et al., 2019).

De acuerdo con Roque (2001), el concepto de educación ambiental ha evidenciado una dinámica, lo cual está estrechamente relacionado con la dinámica del medio ambiente y el desarrollo, aunque no con la misma celeridad. Esto implica un ajuste del concepto de EA al desarrollo del pensamiento ambiental basado en una educación orientada a 1) la preservación de la Naturaleza, 2) protección del Medio Ambiente y 3) al desarrollo sostenible. Asimismo, esta autora resalta que la EA exhibe una concepción conservacionista, lo cual, a pesar de los

esfuerzos de adherir la EA al desarrollo sostenible, es evidente (en la práctica, los discursos y programas), que existe un sesgo en el que la concepción de medio ambiente se agota en la noción naturaleza.

**Pensamiento Ambiental Latinoamericano (PAL).** A través de la historia el pensamiento latinoamericano se ha ceñido al pensamiento europeo, por lo que referentes como Augusto Ángel-Maya (Colombia) y Enrique Leff (México) han promovido una interpelación a ese modo de pensamiento, el cual inicialmente debe considerar una descolonización para generar una identidad propia que considere la pluralidad de culturas y diversidad que caracteriza a América Latina (Ángel-Maya, 1990; Noguera, 2007; Noguera 2011; Cruz-Herrera, 2020). A partir de esto, surge el pensamiento ambiental latinoamericano, ese que no sigue los paradigmas europeos y transgrede el eurocentrismo a partir de un pensamiento crítico y situado denominado como propio (Leff, 2012). Asimismo, Leff (2009) manifiesta que es precisamente en la Educación Ambiental en donde se ha anidado el pensamiento ambiental latinoamericano, considerándolo su nicho, en el que se viene desarrollando desde hace medio siglo aproximadamente (Noguera, 2007).

De acuerdo con Franco et al. (2017), existen al menos tres posturas sobre la relación (“puentes existentes”) entre el pensamiento decolonial y el pensamiento ambiental latinoamericano. La primera es la crítica al paradigma eurocéntrico, la cual no se limita a negar el pensamiento europeo, sino más bien desplazar la visión eurocéntrica del mundo y el modo de contar las historias. La segunda se refiere a la concepción de vinculaciones indisolubles de la racionalidad/modernidad con la colonialidad. Finalmente, la descolonización como única salida y

la relevancia de una educación (descolonizada) como vía para deseurocentrar o desentrañar el colonialismo interno (Corbetta, 2019; 2021).

A pesar del avance emancipatorio del PAL, es común el panorama de degradación de los ecosistemas y la aparición y prevalencia de nuevas problemáticas ambientales en los territorios, por lo que la EA y el PAL deberán continuar procurando por generar los cambios necesarios de actitudes, aptitudes y costumbres en la medida que priorizan el contexto del territorio, la pluriculturalidad, la complejidad del mismo; que conduzcan a esa de-colonización que ayude a mitigar los efectos de dichas problemáticas ambientales o, en su defecto, a evitar que dichas problemáticas prevalezcan (Noguera y Echeverry, 2001; Ángel-Maya, 2008). Para esto, Leff plantea que el pensamiento ambiental es el proceso a través del cual la ecología se vuelve política y, al mismo tiempo, la política es ecologizada, es decir, una relación bidireccional que se da con la condición de abrir la totalidad sistémica fuera de la naturaleza a lo simbólico y orden cultural, al ámbito de la ética y la justicia (Leff, 2003; Condeza-Marmentini y Flores-González, 2019). Además, entendiendo esa ecología como un proceso dinámico no excluyente, es decir, que considera lo natural y lo no natural, así como las interacciones que ocurren entre estos factores. Esto último hace necesario que se contemple una ecología de saberes y se dialogue desde esa pluralidad de saberes, lo que asegura el criticismo que caracteriza ese pensamiento ambiental latinoamericano y transgrediendo así esa colonialidad eurocéntrica que conduzca a una emancipación desde el Sur (Leff, 2007; Corbetta, 2021).

Finalmente, vale la pena destacar la reflexión de Noguera (2021, p. 7): “la propuesta ética del pensamiento ambiental sur es, entonces, construir saberes en el amor de tierra, de la tierra y por la tierra, para enfrentar estos tiempos de penuria y estas geografías de la miseria, la guerra, el destierro y el desarraigo”. En esta se clama por continuar permeando ese pensamiento ambiental

latinoamericano en la investigación desde las universidades, que reconozcan el mundo diverso de culturas, vida, políticas, territorios y, que, planteen alternativas de solución alejadas del centralismo y eurocentrismo que se ha hegemonizado por la colonización, es a partir de todo esto que se logrará un mejor trámite de la crisis ambiental actual. Adicionalmente, Tobasura (2009) en su síntesis sobre las contribuciones de Ángel Maya al pensamiento ambiental en Colombia concluyó que “sus aportes se pueden sintetizar en dos: la reflexión teórica y conceptual para entender lo ambiental desde una perspectiva política, social y cultural; y la creación de herramientas de trabajo político como la educación ambiental y el impulso a la organización nacional del Movimiento Ambiental MA”.

En Colombia se han venido introduciendo algunas acciones de educación ambiental a partir de los años 70, luego de que se llevara a cabo la conferencia de Estocolmo, y su propósito ha sido hasta el momento preparar al ser humano para el desarrollo, desde una mirada de protección al medio ambiente. En este sentido, el Ministerio del Medio Ambiente diseñó un Proyecto Colectivo Ambiental en el que se determinan las acciones encaminadas a generar criterios de ética, responsabilidad y conocimiento a los ciudadanos, así como la capacidad para identificar y enfrentar conjuntamente la solución de los problemas ambientales, dándole vital importancia a la participación y la educación ambiental, en el marco de la Política Ambiental del Plan de Desarrollo: ‘Cambio para construir la paz’ (1998-2002), (MEN y MAVDT, 2003).

**Política Nacional de Educación Ambiental.** En Colombia, el Consejo Nacional ambiental, reunido el 16 de Julio de 2002, aprobó por consenso la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA), el cual es un documento desarrollado por los ministerios de

Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de Educación Nacional, el cual reúne los desarrollos tanto conceptuales, metodológicos y de proyección, de los procesos ejecutados en materia de Educación Ambiental en el país y plasma un diseño estratégico a la problemática local, regional y nacional detectada. La PNEA es el instrumento rector de las acciones, estrategias, planes, programas y proyecto, que se adelanten en materia ambiental en Colombia con el objetivo de transformar las circunstancias actuales del país, para la construcción de una sociedad más equitativa y justa que haga sostenible los recursos naturales, y permita una dinámica sociocultural respetuosa del otro en la diversidad, y que reconozca su papel transformador aun en el contexto global (MEN y MAVDT, 2003).

Así mismo, la PNEA toma en cuenta los esfuerzos realizados por los diferentes organismos gubernamentales, que desde antes vienen realizando acciones que buscan racionalizar las relaciones de los individuos y grupos humanos con el medio ambiente, y además toma como referencia las políticas formuladas a nivel nacional e internacional, dado que las problemáticas ambientales representan una amenaza global (MEN y MAVDT, 2003).

La Política Nacional de Educación Ambiental tiene entonces el objetivo de coordinar las acciones con todos los sectores, actores, ámbitos y escenarios que abordan la temática, con el fin de reconstruir la cultura y orientarla hacia una ética ambiental, fundamentado en el desarrollo sostenible, y de esta forma, producir un impacto social (MEN y MAVDT, 2003).

Dentro de la PNEA, se han establecido una serie de principios que orientan la educación ambiental en el país. Se tiene entonces que todo trabajo ambiental ejecutado en Colombia, debe (1) Formar individuos y colectivos que tomen decisiones responsables en el manejo y la gestión de recursos en el contexto del desarrollo sostenible, de manera que puedan consolidar valores de respeto, convivencia y participación ciudadana, en sus relaciones con la naturaleza y la sociedad,

en el ámbito local, regional y nacional; (2) Facilitar la comprensión de la complejidad del ambiente, ofreciendo las herramientas para la construcción del conocimiento y la resolución de problemas ambientales, así como aquellos ligados al manejo y gestión de recursos, y riesgos, y (3) generar la capacidad de investigar, evaluar e identificar las problemáticas ambientales, teniendo en cuenta las dinámicas locales y regionales (MEN y MAVDT, 2003).

Los principios anteriores tienen como objetivo generar experiencias pedagógicas y conocimientos científicos que orienten el pensamiento y la acción de los educadores sobre la estructura de los procesos educativos, respondiendo a las condiciones socioeconómicas, es decir, que sean flexibles y puedan modificarse a través de la dialéctica de la educación y la sociedad (Roque, 2001).

**Metodologías de Educación Ambiental.** La educación ambiental es un proceso continuo que representa una parte de la educación integral, orientada a que los procesos económicos sociales y culturales, puedan encaminarse hacia el desarrollo sostenible, en la medida que se desarrollan habilidades que armonicen las relaciones del ser humano con la naturaleza (Loaiza y Baca, 2021). Esta definición considera la existencia de tres procesos que, aun siendo independientes, ocurren integrados en uno, a través de una interrelación en la que cada uno es portador de los otros dos, pero conservando su identidad (Roque, 2001).

El primer proceso es la *instrucción ambiental*. Este cultiva un pensamiento ambiental, a partir de una serie de conocimientos que permite comprender las interacciones hombre-naturaleza-sociedad, basado en los aportes científicos y tecnológicos (Roque, 2001). El contenido de la instrucción debe abordar el tratamiento de la problemática específica, para explicar sus causas y consecuencias, considerando la influencia de todos los factores posibles y

el análisis interdisciplinario de contextos espaciotemporales y afectivos (Bruner, 2012; Ortiz y Sánchez, 2020).

Otro de los procesos es la *formación ambiental*. Este fomenta el desarrollo de actitudes y habilidades en los individuos, que se convertirán en competencias que les permitirán participar en los procesos económicos, políticos, sociales y culturales a partir de una gestión ambiental que contribuya al desarrollo sostenible del país (Roque, 2001; Simmel, 2008).

Finalmente, la *educación*, propicia valores de solidaridad y de respeto a la diversidad biológica; conductas de producción, distribución y consumo basado en nuevas concepciones de necesidad y bienestar humano (desarrollo sostenible), y en una nueva ética ambiental, basada en un pensamiento crítico y en el desarrollo de una responsabilidad individual y colectiva, y el deber de participar en la solución de los problemas ambientales (Roque, 2001; Bauman, 2008).

Teniendo en cuenta las circunstancias en las que se desarrolle un *proceso educativo ambiental*, uno de los procesos mencionados anteriormente podría adoptar un mayor grado de esencialidad sobre los otros dos, de acuerdo con la característica particular que lo identifique. Por ejemplo, en el caso de la educación, esta característica primaria es la formación de valores; en la instrucción, es la construcción y producción de conocimientos, y para la formación, es todo lo que constituye las bases para el desarrollo de actitudes y habilidades (Ortiz y Sánchez, 2020).

Asimismo, se ha demostrado que las estrategias metodológicas implementadas por los docentes en el desarrollo de la educación ambiental son importantes para lograr el cambio de actitud en estudiantes en relación con su medio ambiente (Cachay y Rojas, 2021), dado que son estas quienes estimulan las actitudes proambientales.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP), es una estrategia pedagógica debido a sus fortalezas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como la autonomía del estudiante,

investigación en entornos reales y la potenciación del aprendizaje significativo, se ha convertido en una de las metodologías de interés para los docentes, pues ha probado aumentar de forma significativa el nivel de conciencia ambiental en un contexto educativo, luego de ser comparado con una metodología tradicional (Ayerbe, 2021), en especial aquellas basadas en consultas bibliográficas, dado que estas pueden generar reflexiones aisladas de la realidad que contradicen los discursos y prácticas actuales referentes a problemáticas ambientales (Arredondo et al., 2018; Ayerbe, 2021; Cachay y Rojas, 2021).

Otra metodología para la educación ambiental es el aprendizaje a través de estrategias lúdicas (Rodríguez-Miranda et al., 2022), la cual es amigable para relacionarse con el contenido curricular y favorece la capacidad de indagación y resolución de problemas, además de promover la curiosidad científica, resultado positivo en múltiples niveles educativos, pues logran que la enseñanza se convierta en una acción interactiva y creativa (Rodríguez et al., 2017; Gutiérrez-Delgado et al., 2018).

El estudio de caso como didáctica de la EA, también favorece el desarrollo en un proceso transformativo con respecto a la relación individual y colectiva con el ambiente, pues se integran procesos en torno a situaciones o problemáticas actuales (Niño y Pedraza-Jiménez, 2019). Sin embargo, al trabajarse solo algunos casos particulares cada vez, puede que se terminen dejando a un lado otros aspectos importantes de la problemática actual (Cachay y Rojas, 2021).

Recientemente, ha empezado a implementarse el método de aprendizaje-servicio en el desarrollo de procesos de educación ambiental, el cual se basa principalmente en la ayuda mutua, haciendo más importantes conceptos como la cohesión, solidaridad o igualdad para el avance, y se postula desde el voluntariado y el papel que éste desempeña en el avance de nuestra sociedad (Álvarez-Muñoz et al., 2021). Esta metodología ha mostrado ser efectiva en el desarrollo de

actitudes proambientales y se puede implementar en todos los niveles educativos (Cebrián et al., 2019; Pérez et al., 2019; Álvarez-Muñoz et al., 2021).

**Relación de EA en Ciencias Naturales: Los Proyectos Ambientales Escolares – PRAES.** La educación ambiental (EA) como eje transversal en la educación de Colombia se desarrolla principalmente por medio de la implementación de los proyectos ambientales escolares (PRAE) priorizados en los niveles de básica primaria, secundaria y media en todas las instituciones educativas (I.E) del país, incluyendo públicas y privadas (Ley General de Educación, ley 115 de 1994). Además, propone y define los PRAE como “proyectos pedagógicos que promueven el análisis y la comprensión de los problemas y las potencialidades ambientales locales, regionales y nacionales, generando espacios de participación para implementar soluciones acordes con las dinámicas naturales y socioculturales” (Mora-Ortiz, 2013, p.68).

No obstante, ha sido poco evidente el impacto positivo en los estudiantes, producto de la desconexión entre las estrategias metodológicas implementadas y los currículos ambientales de los establecimientos educativos (Arévalo, 2020), así como la falta de multidisciplinariedad, puesto que en la mayoría de las situaciones se delega al área de Ciencias Naturales (Gutiérrez, 2015), lo cual se refleja en la limitación del trabajo dentro de aspectos básicos como ahorro de energía, disminución de consumo de agua y siembra de plantas dentro de los establecimientos y sus alrededores (los casos más significativos) (Mora-Ortiz, 2013; Obando, 2011).

Dentro de las posibles causas de esta problemática, destacan la falta de apoyo de recursos económicos, poca o nula disponibilidad de tiempo de los docentes líderes, entre otras.

Igualmente, se atribuye al nivel de formación y relación con investigación que presentan los

docentes de estos establecimientos educativos; en general pocos tienen nivel académico de magísteres y el número de docentes con trabajos de investigación es aún más reducido (Arévalo, 2020).

En Colombia, se ha observado la existencia de falencias en la implementación de los PRAE en las I.E. De hecho, en la mayoría de los casos, se limitan a actividades sencillas que se realizan simplemente por cumplir la norma, por lo que se deslindan de su principal objetivo y abordan métodos que no generan el impacto esperado. No obstante, todas las investigaciones coinciden en resaltar la importancia de dicha estrategia para promover cultura ambiental en los más jóvenes del país. De este modo, el seguimiento a la implementación de los proyectos ambientales escolares se hace relevante para cumplir con los objetivos para los cuales se crearon e institucionalizaron en las escuelas y colegios (Mora-Ortiz, 2013; Obando, 2011; MMA, 2016).

Consecuente con lo anterior, el contexto de los establecimientos educativos frente a las problemáticas ambientales que los rodean, la transversalización del PRAE en las diferentes áreas del conocimiento y su articulación curricular, así como el posicionamiento dentro de los Planes Educativos Institucionales (PEI), le confieren a los proyectos ambientales escolares todo el potencial para generar cultura ambiental – o reforzarla – y transformar sujetos sociales a través de la investigación, participación y educación ambiental (Barrero, 2019). Asimismo, se ha observado la implementación de diferentes estrategias metodológicas en el desarrollo de los PRAE en Colombia, por lo que cada institución educativa podría considerarse como única debido a su contexto local y regional.

La Investigación Acción Participación (IAP) aparece con frecuencia en estudios que sugieren casos exitosos de implementación de los PRAE (Holguín, 2014; Fernández, 2015) y

otros proponen estrategias pedagógicas a partir de investigación cualitativa y mixta (Céspedes et al., 2009).

Los proyectos ambientales escolares se basan en el trabajo comunitario y, de cierta manera, pretenden generar un bien a la sociedad dentro de las I.E. como en sus alrededores, sin que se deslinden de las problemáticas ambientales, sociales o culturales de su localidad y región (Mora-Ortiz, 2013). En este sentido, los estudiantes se vuelven sujetos activos que, desde la investigación, pueden promover la educación y cultura ambiental en su comunidad educativa y trascender al ámbito familiar, por lo que el uso de la estrategia Aprendizaje Servicio (ApS) puede convertirse en alternativa eficaz para implementación de los PRAE de instituciones educativas de básica secundaria y media en Colombia, dado que ha mostrado resultados eficientes en diferentes estudios realizados en otros países (Cebrián et al., 2019; Pérez et al., 2019; Álvarez-Muñoz et al., 2021).

**Actitudes Proambientales.** La educación ambiental es un proceso permanente, es decir, que indica una continuidad a través de toda la vida del individuo, y que busca desarrollar actitudes orientadas a armonizar las relaciones de los seres humanos entre ellos mismos y el medio ambiente (Roque, 2001), por lo que se hace necesario desarrollar una conciencia ambiental desde la primera infancia hasta la adultez, para fortalecer su comprensión acerca de los valores naturales, ecológicos, sociales y ambientales (Estrada et al., 2021).

La conciencia ambiental es multidimensional y está conformada por cuatro dimensiones definidas: afectiva, cognitiva, conativa y activa (Estrada et al., 2021). La primera hace referencia a la sensibilidad y motivación en las personas respecto a los asuntos ambientales, y les permite desarrollar un sentido de pertenencia partiendo de acciones morales (Laso et al., 2019); la segunda se encuentra asociada al desarrollo y dominio de los conocimientos relacionados con el

ambiente y sus diferentes problemáticas (Báez, 2016); la tercera dimensión, implica desarrollar un compromiso real con la conservación ambiental y tener la voluntad o predisposición de asumir conductas ambientales (Gomera et al., 2012), y finalmente, la dimensión activa, incluye las prácticas y conductas responsables con el ambiente que desarrollan los individuos (Estrada et al., 2020).

En cuanto a las actitudes ambientales, estas podrían definirse como los sentimientos que se tienen hacia alguna característica del ambiente o hacia algún problema relacionado con él, convirtiéndose en proambientales cuando existe una disposición de actuar de una forma positiva hacia el medio ambiente, permitiéndole al individuo una interacción más respetuosa con la naturaleza, ambiente y se sostiene a través de los aprendizajes que posee (Díaz y Fuentes, 2018; Santacruz, 2018; Cantú-Martínez, 2020a). En ese sentido, las actitudes proambientales pueden llegar a abarcar aspectos como el razonamiento ambiental de un individuo, las creencias ecológicas, la biofilia y la voluntad de adoptar comportamientos proambientales (Cantú-Martínez, 2020b; DeVille et al., 2021).

Tener actitudes ambientales positivas permite a las personas identificar las consecuencias de los comportamientos hacia el ambiente y, en consecuencia, permitirá la construcción de un sentido del deber que los lleve a actuar de manera respetuosa con el medio ambiente, lo que, a su vez, puede conducir a la decisión de adoptar conductas proambientales (Díaz et al., 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior, se podría decir que para que los individuos desarrollen actitudes proambientales, es importante desarrollar en ellos un proceso de educación científico-ambiental, y de acuerdo con el conocimiento que obtengan, se podrán generar sentimientos hacia la naturaleza y estarán dispuestos a realizar un aprovechamiento sostenible y responsable (Álvarez y Vega, 2009).

### *Aprendizaje Servicio*

La definición del método Aprendizaje Servicio (ApS) no es tan sencilla como se cree (Billig et al., 2005; Wilczenski y Coomey, 2007; Furco y Root, 2010; Celio et al., 2011). De hecho, existe una gran diversidad de autores que realizan esfuerzos significativos por definir este método y, al mismo tiempo, explican cómo se diferencia de conceptos hermanos como el voluntariado, las pasantías, el servicio comunitario, entre otros (Witmer y Anderson, 1994, Ward y Zlotkowski, 1999; Bringle et al., 2004; Fay y Whitehead, 2004; Furco, 2011). Básicamente, se puede decir que el ApS es una herramienta educativa que integra el servicio a la comunidad, con la enseñanza y la reflexión, permitiendo la obtención de habilidades y actitudes sociales en los estudiantes, las cuales son puestas en práctica en la vida diaria (Martínez-Usarralde et al., 2019).

Tapia (2008) define el ApS como una actividad o programa de servicio solidario que tiene como eje principal a los estudiantes, y que está orientada a atender eficazmente las necesidades de una comunidad, y planificada de forma integrada con los contenidos curriculares con el objetivo de optimizar los aprendizajes. En otras palabras, podría definirse como una educación basada en las vivencias, en la que el individuo es el protagonista de la acción y del proceso, es decir, de aprendizaje y enseñar.

El ApS sustenta el éxito de aprendizaje en la ayuda mutua, resaltando conceptos como la cohesión, solidaridad o igualdad para el avance y progresión del individuo, los cuales se relacionan con la ayuda mutua desde tres planos de actuación: (1) la cooperación entre los compañeros para dar un servicio a la comunidad, (2) la acción de servicio hacia un grupo con una necesidad existente y, (3) la responsabilidad social propia como el deber ciudadano (Puig y Palos, 2006).

En este sentido, una de las piezas clave para el aprendizaje servicio sería entonces el voluntariado, el cual se entiende como una acción del ciudadano que busca satisfacer una necesidad de un colectivo específico, y que no genera ninguna remuneración económica a causa ello, lo único que recibe el individuo es la satisfacción personal, que es una de las principales motivaciones por la que se realiza esta acción (Vecina et al., 2009).

Por lo tanto, este servicio a la comunidad desarrollado durante el ApS no puede ser cualquiera, sino que tiene que accederse y abordarse desde una iniciativa solidaria que ayude a satisfacer una necesidad particular del colectivo o grupo específico del entorno, con el fin de que, una vez finalizada la intervención o trabajo de campo, se dé un cambio positivo que a su vez genere conocimiento a través del aprendizaje (Martínez-Usarralde et al., 2019).

**Historia del Aprendizaje Servicio.** En general, los fundamentos de aprendizaje servicio se cimientan sobre varias teorías y tradiciones filosófico-pedagógicas. Uno de los primeros y más sólidos fundamentos es el aprendizaje experiencial (*learning by doing*) promovido por Dewey (1938), el cual sostiene que las personas se apoyan en el conocimiento previo de experiencias personales para lograr aprendizajes auténticos. Esta corriente abrió la puerta a nuevas formas de concebir la educación, centrando la mirada en la conexión existente entre el conocimiento, las experiencias personales y la reflexión sobre el significado de estas (Chiva-Bartoll y Fernández-Rio, 2021).

Posteriormente, se implementa el modelo de las cuatro etapas de David Kolb (1984), en el que se destaca la importancia de la experiencia y la reflexión consciente como el núcleo de todo aprendizaje. Este modelo se conectan cuatro fases: (1) la acción de la experiencia concreta,

(2) la observación reflexiva, (3) la conceptualización abstracta y (4) la transferencia del aprendizaje, a través de la experimentación activa (Chiva-Bartoll y Fernández-Rio, 2021).

Otro fundamento del ApS es el aprendizaje transformativo establecido por Mezirow (1978), el cual se basa en la experiencia personal como parte central del proceso de aprendizaje, siendo un pilar para el ApS al compartir una visión educativa basada en la experiencia y la reflexión crítica, cuyo objetivo es el crecimiento personal y social (Chiva-Bartoll y Fernández-Rio, 2021), ofreciendo una experiencia educativa conectada a situaciones reales.

Finalmente, la pedagogía crítica también mantiene una consistente relación con el ApS (Chiva-Bartoll et al., 2016), pues entiende que el papel fundamental de la educación es la liberación de las personas (Freire, 2015), por lo que, desde las prácticas educativas críticas, se deben proporcionar debate, discusión y diálogo, con la intención de ampliar la capacidad crítica y, con ella, sus posibilidades de entender y transformar la realidad a los estudiantes (Chiva-Bartoll y Fernández-Ríos, 2021).

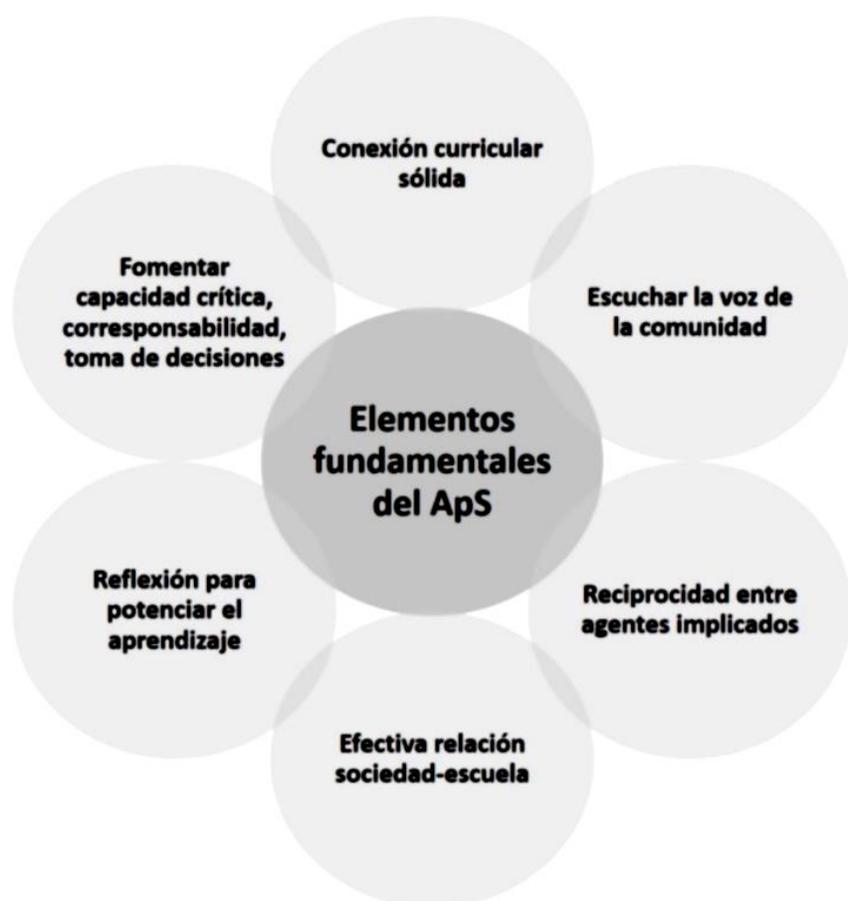
El Aprendizaje Servicio despertó un gran interés a nivel mundial a mediados de la década de 1990 y, desde entonces, se ha diversificado su uso, atribuido a sus beneficios (Speck and Hoppe, 2004; Rodríguez-Gallego, 2013; Chiva-Bartoll *et al.*, 2019; Ochoa y Pérez, 2019) y la posibilidad de ser implementado como estrategia innovadora de educación en los diferentes niveles educativos (Pegalajar y Cámara, 2014).

En la actualidad, el ApS se ha convertido en parte insustituible en los discursos y prácticas pedagógicas en todos los niveles educativos, y se está implementando tanto en América como en Europa, debido a su ventaja de estar basado en la acción, la experiencia, el compromiso social y el aprendizaje en valores, permitiendo propiciar el contacto entre los estudiantes y la sociedad (Capella et al., 2015; Ayuste et al., 2016; Gil-Gómez et al., 2016). Teniendo en cuenta

lo anterior, el aprendizaje servicio deviene en una pauta atractiva para interconectar las redes de colaboración y responsabilidad compartida entre las instituciones educativas y las organizaciones sociales (**Figura 1**), con el fin de establecer procesos de aprendizaje significativo y de cohesión social (Ferran y Guinot, 2012; Martínez-Usarralde et al., 2019).

### **Figura 1**

*Elementos fundamentales del aprendizaje servicio.*



*Nota.* Fuente: Chiva-Bartoll y Fernández-Río (2021)

**Ventajas del Aprendizaje Servicio.** Uno de los rasgos característicos que definen el éxito en la implementación del aprendizaje servicio es el carácter práctico que incorpora, ya que

permite acceder a los aprendizajes desde un contexto real, por lo que la práctica no sólo se quedaría en el ejercicio, sino que se incluyen la reflexión de la propia práctica para emitir un juicio u opinión propia fruto de la problemática planteada, lo que permite entonces tomar conciencia de un amplio rango de temas que van desde la educación medio ambiental hasta la inclusión educativa (Álvarez- Muñoz et al., 2021).

Otra ventaja del ApS es que tiene el potencial de transformar estudiantes en solucionadores de problemas, pensadores críticos y experimentadores, esto quiere decir que se aleja de aquello tradicional en el proceso enseñanza-aprendizaje, en el que convencionalmente los estudiantes se limitan a ser receptores de conocimiento (Farber, 2011).

Por otro lado, un gran número de artículos y libros publicados siempre hacen énfasis en la defensa de esta estrategia de enseñanza que, a todas luces puede transformar sujetos sociales en diversas disciplinas, pues uno de los principales componentes de ésta – y que la diferencia de otras – es que debe estar conectada con el currículo, algo fundamental en la implementación de los proyectos de educación ambiental en el ámbito escolar. Además, el ApS se enfoca en el estudiante, dejando al docente un papel en el que actúa de guía, orientador y facilitador del proceso (Farber, 2011; Chiva-Bartoll *et al.*, 2016). Esto último le da relevancia a la estrategia puesto que el sujeto de cambio, en este caso el estudiante, por tener un papel protagónico se espera se apropie con mayor facilidad de los valores y el conocimiento adquirido durante el proceso.

**El Aprendizaje Servicio en la Educación Superior.** El aprendizaje servicio es una estrategia metodológica para la pedagogía que permite resolver diversos retos de la sociedad actual, promoviendo de esta forma una de las funciones básicas de la universidad e instituciones

de educación superior (IES): la formación de ciudadanos críticos, activos y responsables (Francisco y Moliner, 2010; Chiva-Bartoll y Gil-Gómez, 2018; Martínez-Usarralde et al., 2019).

Teniendo en cuenta que las IES deben también formar individuos con perfiles multidisciplinarios, que generen conocimiento en el contexto de su aplicación y se vinculen orgánicamente al entorno (González et al., 2019), nace la Responsabilidad Social Universitaria (RSU), cuyo propósito es generar iniciativas de comprensión y resolución de problemas a los desafíos globales de la sociedad (Martínez-Usarralde et al., 2019). Por este motivo, el Aprendizaje-Servicio se muestra como una opción pedagógica importante en las IES socialmente responsables, que estén comprometidas con los impactos que generen, los cuales pueden influir tanto en el ámbito educativo como en el social y cognitivo, generando un efecto positivo en todos ellos (Hervás et al., 2017; Mayor, 2019; Ruiz-Corbella y García-Gutiérrez, 2020), dado que permite conectar a la comunidad y la universidad, fomentando así un cambio institucional a través de la innovación docente, el servicio a la sociedad y la formación profesional responsable, y mejorando a su vez los procesos de extensión universitaria e incrementando sus niveles de responsabilidad al multiplicar los impactos positivos generados a la sociedad (Aramburuzabala, 2013; Capella-Peris et al., 2018),

En Colombia es común que algunas universidades implementen la metodología de Aprendizaje Servicio, especialmente en facultades de educación y de salud. En las primeras, los estudiantes en formación prestan un servicio a instituciones educativas de básica primaria y básica secundaria a la vez que ponen en práctica la teoría desarrollada en sus asignaturas (Roldán et al., 2012; Duque, 2018). En las facultades de salud ocurre algo similar, no obstante, el principal objetivo son los centros hospitalarios o población vulnerable que no puede acceder al servicio de salud (Godoy-Pozo et al., 2019).

**El Aprendizaje Servicio en la Educación Básica Primaria y Secundaria.** Uno de los países pioneros en la implementación del ApS en estudiantes de básica secundaria ha sido Estados Unidos, y diversos investigadores han documentado los beneficios de dicha estrategia, a tal punto que es común encontrar guías de implementación de ApS en instituciones en este nivel educativo (Celio et al., 2011; Jacoby y Howard, 2015). Algo similar ocurre en países como España (Echarri, 2010; Fernández y García, 2017) y de Latinoamérica como Ecuador, Argentina y México (Durán, 2002).

Investigaciones como las de Folgueiras et al. (2014), soportan la idea del posible éxito que podría tener la propuesta de usar el ApS en los proyectos ambientales educativos escolares implementados en la educación básica y secundaria. En su estudio los autores reportaron que más del 90% de los estudiantes participantes manifestaron una gran acogida de esta metodología usada en sus escuelas, y reconocen adquirir mayor aprendizaje sobre las temáticas curriculares abordadas.

Asimismo, encontraron a partir de la revisión de resultados de encuestas hechas a docentes de Wisconsin (USA), que mediante la metodología ApS sus estudiantes logran aprender más en comparación con la enseñanza tradicional de sus establecimientos educativos, ya que un 46,6% afirmaron que las calificaciones de los estudiantes incrementaron y que el absentismo disminuye significativamente. Adicionalmente, encontraron que más del 50% de los estudiantes encuestados respondieron que sus calificaciones mejoraron (Folgueiras et al. (2014).

Es importante aclarar que, aunque el estudio de Folgueiras et al. (2014) no trabaja en el ámbito de la Educación Ambiental, no existe evidencia que vaya en contravía a la idea de la gran utilidad que podría representar usar la metodología de aprendizaje servicio en los proyectos

ambientales escolares en Colombia. De hecho, Álvarez-Muñoz et al. (2021) desarrollaron un proyecto de aprendizaje servicio basado en el medio ambiente y la sostenibilidad, el cual fue ejecutado en el primer tramo de la Etapa de Educación Primaria, el cual consistió en un modelo de intervención en el que los estudiantes son los protagonistas y se desarrolla con el fin de adquirir el aprendizaje desde la práctica directa en un contexto real. De este proyecto, los autores resaltan los altos índices de aprendizaje a lo largo de la intervención. De igual manera, en las entrevistas con los padres se pudo constatar cómo van modificándose las prácticas de los estudiantes dentro de su rutina diaria, encontrando también una forma de participación de las familias.

En Colombia se han encontrado trabajos de grado y tesis de Maestría que abordan problemáticas sociales desde el Aprendizaje Servicio, como es el caso de López (2014), quien desarrolló la metodología “Aprendizaje para el Servicio Solidario” como una herramienta pedagógica, relevante para la enseñanza y práctica de valores, aportó a procesos de transformación individual y social en un marco educativo y pedagógico, donde los jóvenes salieron de la rutina del aprendizaje en el aula, y en cambio tuvieron aprendizajes experimentales, en los que practicaron competencias ciudadanas y asumieron una solidaridad horizontal en su contexto. A pesar de lo anterior, aún existe un vacío de información en cuanto al uso de aprendizaje servicio en niveles educativos de básica secundaria y media con fines ambientales en el país.

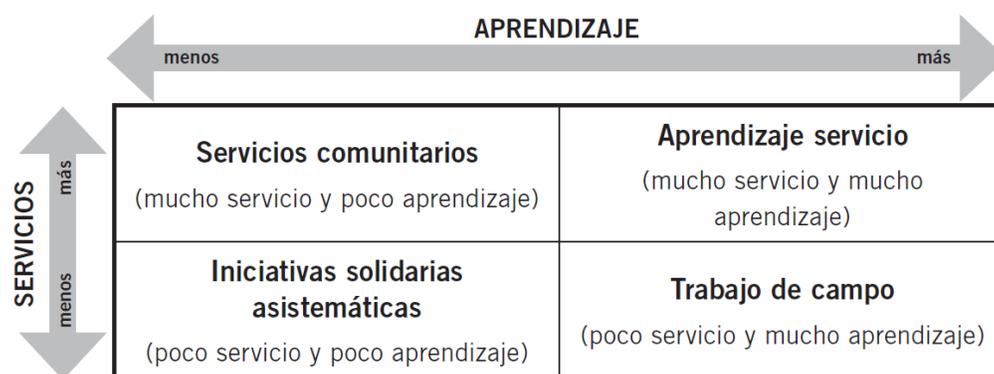
### ***Fundamentos Conceptuales del Aprendizaje Servicio***

El aprendizaje servicio (ApS) es considerado como una metodología que combina el aprendizaje curricular con el servicio a la comunidad, destacando el papel protagónico del

estudiante en el que este logra tomar decisiones - basado en sus capacidades - sobre la forma en la que ofrece un servicio a su comunidad. El servicio que se presta responde a una necesidad o problemática de la comunidad, por lo que tiene una intencionalidad solidaria y se favorece la competencia de aprender a aprender. Esto es posible porque el estudiante logra relacionar los aprendizajes escolares con el contexto de actividades no escolares, permitiéndole organizar los aprendizajes en torno a sus propias experiencias (Martín et al., 2018). Cabe anotar que el ApS es una estrategia que presenta un equilibrio entre el aprendizaje adquirido y el servicio que se presta, por lo que ambos aspectos son igualmente relevantes. Lo anterior se puede apreciar en los cuadrantes del Aprendizaje Servicio (**Figura 2**), en donde se evidencia que esta estrategia permite que los estudiantes adquieran mucho aprendizaje a la vez que realizan mucho servicio (Puig et al., 2007; Ochoa et al., 2018).

**Figura 2**

*Cuadrantes del Aprendizaje Servicio*



*Nota.* Se observan los cuatro cuadrantes del Aprendizaje Servicio en el que se muestra que, a mayor servicio, mayor aprendizaje.

Fuente: Service-Learning 2000 Center, Service learning Quadransts, Palo Alto, CA, 1996, adaptado por Puig et al. (2007).

Considerando el papel protagónico que tiene el estudiante en el ApS, además de los aportes del ApS al proceso de enseñanza aprendizaje, es importante destacar el papel del docente. Este es uno de los aspectos que diferencia esta estrategia de otras, pues el docente adquiere un papel de observador y orientador durante la implementación del ApS. Sin embargo, la implementación de este tipo de estrategias representa grandes beneficios para el docente, pues le permite reflexionar sobre su práctica y dar mayor relevancia al contexto de los estudiantes (y la sociedad) sin dejar a un lado los aspectos curriculares. Además, generalmente durante la implementación de este tipo de estrategias, se fortalecen lazos entre compañeros docentes y otros estamentos de la comunidad educativa (Mayor y Rodríguez, 2016).

De otra parte, si bien existe una alta gama de estrategias metodológicas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la mayoría de los casos se excluye el componente cívico y humano del currículo. Es por esto que surge la necesidad de complementar los procesos educativos actuales con el estudio de los contextos sociales de los estudiantes. Estos contextos pueden incluir conflictos de distinta índole, incluyendo conflictos y problemáticas ambientales (Álvarez-Muñoz et al., 2021). En esta medida, el Aprendizaje Servicio realiza aportaciones importantes, pues fomenta el pensamiento crítico a través de la reflexión y la vivencia de experiencias individuales y colectivas, teniendo como horizonte la praxis liberadora de perspectiva freiriana. De este modo se asegura una fuerza transformadora del estudiante que, a su vez, le permite adquirir competencias y habilidades necesarias para desempeñarse como ciudadano sensible a las problemáticas que afectan su entorno y a la humanidad en general. Esto último redundaría en que el

estudiante no solo reconoce y aprende sobre las problemáticas, sino que se sensibiliza y se hace consciente de estas, buscando, proponiendo e implementando soluciones a las problemáticas. Es así como el ApS promueve la resolución de problemas en un mundo que sufre los efectos de la falta de conciencia, responsabilidad y respeto por el entorno natural.

En ese orden de ideas, se ha sugerido la estrategia ApS como una metodología para trabajar la educación ambiental -EA- (Durán, 2002; Pérez et al., 2019; Álvarez-Muñoz et al., 2021) pues es importante en EA sensibilizar, conocer (tener conocimientos), analizar las problemáticas a partir de diagnósticos y experimentar para comprobar causas y consecuencias de los fenómenos. Según Durán (2002), el Aprendizaje Servicio “mejora la calidad educativa de las experiencias de educación ambiental que siempre están relacionadas con una demanda socioambiental”. Además, la EA y el ApS confluyen en una variedad de principios generales que siempre deben estar implícitos en el diseño de los proyectos y sus experiencias. Estos principios se refieren a distintos conceptos (solidaridad, comunidad, complejidad e interdisciplinariedad, sustentabilidad, actividad o experiencia, orientación hacia los valores y proyectos) que las sustentan y a los fundamentos de sus respectivas prácticas educativas (Durán, 2002). En la **Tabla 1** se resumen las características más significativas del ApS que sientan las bases para el diseño de una estrategia metodológica partiendo del ApS:

**Tabla 1**

*Principales Características del Aprendizaje Servicio*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Teleología	Relación entre el aprendizaje curricular y el servicio comunitario
Rol del estudiante	Protagónico
Rol del maestro	Observador y orientador

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Tipos de aprendizaje	Aprendizaje experiencial Aprendizaje significativo Aprendizaje situacional Aprendizaje autónomo Aprendizaje basado en problemas
Valores	Solidaridad Civismo Ciudadanía Responsabilidad Compromiso Sensibilidad
Desarrollo del pensamiento	Pensamiento crítico Pensamiento sistémico Pensamiento reflexivo

*Nota.* Se observan las categorías más relevantes del Aprendizaje Servicio que fueron consideradas para el diseño de la propuesta metodológica.

Fuente: Elaboración propia.

Si bien el ApS consiste en prestar un servicio a la comunidad a la vez que se aprende, es necesario considerar que esta estrategia puede ser susceptible de nutrirse de una diversa gama de actividades y recursos didácticos que, en conjunto, podrán enriquecer ese componente experiencial y potenciar así el aprendizaje por parte de los sujetos intervenidos. En este sentido y, partiendo de una revisión de otras estrategias empleadas para tramitar la educación ambiental, a continuación, se detallan estrategias didácticas (y recursos) empleadas y validadas para estos fines:

**Videos cortos.** Este tipo de material puede considerarse un recurso educativo abierto (REA) y se ha demostrado su importancia a nivel mundial en distintos niveles educativos, pues están impactando positivamente el desarrollo de procesos de enseñanza aprendizaje desarrollados

a distancia y presenciales (Montera, 2010). Generalmente, los sujetos intervenidos observan el material y posteriormente se realiza una reflexión grupal que conduce a una conclusión que se relaciona con el objetivo de la actividad.

**Talleres.** Cabe resaltar que estos conforman uno de los recursos didácticos más empleados en la educación ambiental (Rentería, 2008) y en la educación básica y universitaria (Pimienta et al., 2018), atribuido a su versatilidad, practicidad y por los resultados positivos que se generan en el educando. Los talleres son dirigidos por expertos en la temática a desarrollar y dentro de su planeación contemplan unas fases de inicio, desarrollo y cierre (con conclusión grupal).

Estas bondades convierten los talleres y los REA en recursos idóneos para cumplir con el objetivo de la sensibilización de los estudiantes que participen en intervenciones.

**Conversatorios.** Son considerados estrategias didácticas de uso frecuente en la Educación Ambiental (Jara et al., 2020), pues entre las bondades que ofrecen, se destaca que: 1) facilita identificar en tiempo real el interés que se genera en los participantes, principalmente por la posibilidad de realizar cuestiones abiertas que se relacionan con el contenido del conversatorio y su avance. También porque 2) permite fortalecer habilidades como el pensamiento reflexivo y, todo esto, redundando en una formación crítica que contribuye con la solución de problemas ajustados a los contextos. Finalmente, 3) los conversatorios posibilitan la participación constante y activa de todos los asistentes, por lo que estos sienten que sus ideas, pensamientos y propuestas son valiosos al ser escuchados y tenidos en cuenta para una posterior reflexión grupal.

**Diagnóstico de problemáticas en la E.A. y ApS.** Dentro de las actividades que se emplean en la metodología del Aprendizaje Servicio, es imperativo que los estudiantes, desde su experiencia, realicen un análisis basado en el diagnóstico de la situación problemática que se

desea trabajar (Mayor et al., 2019). De este modo se asegura ese papel protagónico de los estudiantes y se prioriza el contexto de estos, los cuales son dos pilares fundamentales del ApS. Adicionalmente, a partir de actividades de diagnóstico, se realiza un servicio comunitario, se genera aprendizaje autónomo, experiencial, situacional y problemático, a la vez que se promueven valores como la solidaridad, responsabilidad y el civismo.

Complementando lo anterior, esta fase además tiene en cuenta la población objetivo, es decir, a aquellos a quienes se les presta el servicio pues estos son quienes se benefician del servicio, siendo contemplados en la Educación Ambiental de una manera receptiva (Berdugo y Montaña, 2017).

**Experimento científico.** Es importante destacar que en el presente estudio se considera el experimento científico como un recurso didáctico que tiene una clara intencionalidad pedagógica, ya que permite promover experiencias organizadas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje (Rodríguez y Vargas, 2009).

De este modo se propicia el desarrollo de una lógica que requiere desarrollar el experimento, lo que a su vez incentiva el gusto por la ciencia y la forma en que se aborda una problemática ambiental que se presenta en el contexto de los participantes. Adicionalmente, entre otros beneficios del experimento como recurso didáctico está el hecho de integrar la teoría con la práctica. Es por todo esto que los experimentos han sido adoptados en la EA como un recurso didáctico que busca promover el cambio conceptual, aptitudinal y valorativo sobre una temática (Rodríguez y Vargas, 2009; Moscoso y Garzón, 2017).

### ***Ecosistemas Marinos***

El planeta tierra presenta una diversidad de ambientes los cuales permiten la existencia de la vida. Dentro de éstos, se destacan el ambiente terrestre y acuático. El primero es quizás el más conocido y estudiado por el hombre. En cuanto al ambiente acuático, puede subdividirse en aguas continentales (agua dulce como ríos y lagos, entre otros) y agua marina (Smith y Smith, 2015). En esta última se sitúan los ecosistemas presentes en los mares y océanos. Más del 70% del planeta está cubierto por agua marina y, a pesar de este hecho, aún persiste un gran desconocimiento sobre este ambiente acuático. De hecho, se cree que se conoce más sobre la superficie de la luna que lo que se sabe sobre los fondos oceánicos. Todo esto obedece a que, para su estudio y exploración, se requiere de tecnologías avanzadas (como robots submarinos) y de altos costos económicos y capacidades logísticas (Castro y Huber, 2016; Techera y Winter, 2019). No obstante, debido a la alta biodiversidad que albergan los ecosistemas marinos y sus procesos físicos y químicos, estos se convierten en la base de la vida humana y, en general, del mantenimiento del planeta (Levinton, 2017). Según revisiones hechas por Speight y Henderson (2010), el número de especies presentes en los mares puede oscilar entre 200.000 hasta más de 50 millones, siendo el fondo marino (desde la zona costera hasta las zonas más profundas) el hábitat con más especies. Es así como la gran diversidad biológica tiene el potencial no solo de abastecer de alimento a la humanidad, sino también de proveer futuras curas de enfermedades que se encuentren en la diversidad genética y molecular de los organismos marinos.

### ***Los Ecosistemas Marinos y su Importancia***

Los ecosistemas marinos son ambientes dinámicos y únicos, por lo que cada uno presenta condiciones específicas tanto bióticas como abióticas. Por ejemplo, un ecosistema cercano a la

costa presenta menor profundidad y por ende las condiciones de oleaje, corriente, penetración de la luz solar, entre otros, difieren de aquellos más distantes a la zona costera (Stiling, 2012).

Considerando la dominancia del ambiente marino en la superficie del planeta, no sorprende la importancia que tienen en la regulación climática, no solo a partir de procesos físicos y químicos como la evaporación del agua y el intercambio gaseoso (p. ej. oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono), sino también en la productividad biológica de los organismos vegetales que, a partir de su proceso de fotosíntesis (transformación de luz solar en energía química) capturan grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, incluso más de lo que hacen los bosques húmedos tropicales (Barnes y Hughes, 1999; Stiling, 2012; Castro y Huber, 2016; Mitra y Zaman, 2016; Levinton, 2017). Por otra parte, debido a las altas abundancias de especies de vertebrados e invertebrados como peces y camarones, respectivamente, los ecosistemas marinos son considerados como una fuente importante de proteína animal para los seres humanos en todo el planeta (Techera y Winter, 2019). De hecho, debido al crecimiento exponencial de la población humana con proyecciones de 9,6 y 12,3 billones de personas en los años 2050 y 2100, respectivamente, los mares y océanos se proponen como candidatos idóneos para asegurar un bienestar humano duradero en el tiempo por medio de la innovación, intensificación y tecnificación de la acuicultura marina (Buck y Langan, 2017).

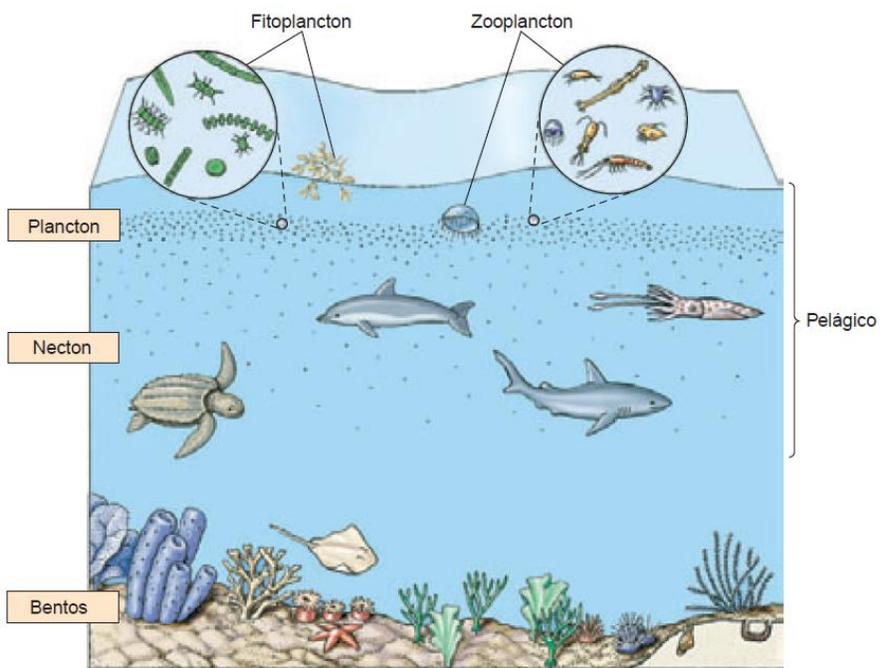
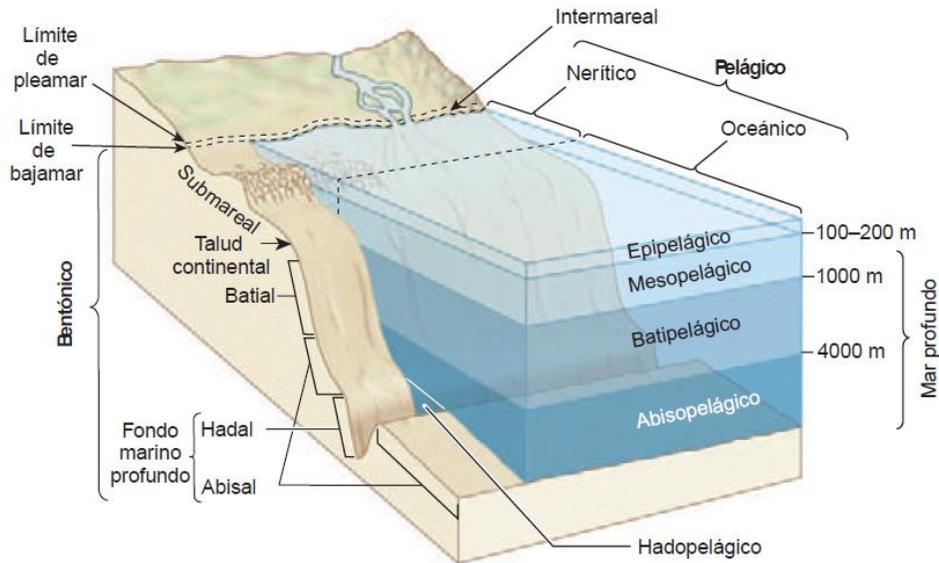
### *Ecosistemas Costeros*

Los mares se dividen en zonas de distintas características físicas, químicas (Castro y Huber, 2007) y, por consiguiente, biológicas (**Figura 3**). Una de las características que permite la zonación es la distancia a la costa. Precisamente la fracción de mar más cercana a la línea de costa se denomina zona nerítica o costera y el principal referente para establecer sus fronteras es

la plataforma continental (extensión del continente que se proyecta hacia el fondo marino). Debido a que la plataforma no es infinita, ésta cae abruptamente con una pendiente inclinada llamada talud continental hasta llegar a la planicie abisal (**Figura 3**-arriba). Generalmente la zona nerítica no supera los 200 m de profundidad, por lo que en esta fracción marina hay penetración de la luz solar. En cuanto a las características biológicas generales de los mares, se puede destacar que existen tres tipos básicos: los planctónicos (a merced de las corrientes), los nectónicos (tienen la capacidad de nadar a favor o en contra de la corriente) y los bentónicos (siempre cerca al fondo o fijos este) tal como se aprecia en la imagen derecha de la figura 1 (Castro y Huber, 2007).

### **Figura 3**

*Zonación de los mares*



*Nota.* Se observa la zonación desde línea de costa y fondo marino (arriba) y clasificación de organismos en la columna de agua marina (abajo). Fuente: Castro y Huber (2007).

Dentro de los ecosistemas costeros se pueden encontrar aquellos de transición entre mar y continente como las lagunas costeras, ciénagas y estuarios en los que también se encuentran los

ecosistemas de manglares. Por lo general éstos presentan influencia de agua dulce, lo que los convierte en ecosistemas estratégicos de alta diversidad biológica (Stiling, 2012).

Por otra parte, se destacan los ecosistemas de litoral los cuales dependiendo del tipo de suelo dominante se les confiere su nombre. En caso de dominar la arena, el ecosistema se nombra litoral de playa o arena mientras que, si el suelo está cubierto de rocas, se denomina litoral rocoso (puede ser consolidado o no consolidado). Todos estos ecosistemas presentan variaciones de temperatura diaria muy contrastantes al igual que las condiciones de marea (que cambia con el ciclo lunar). Finalmente, por su ubicación, están sujetos a una constante fuerza hidrodinámica generada por el oleaje, el cual puede variar por época climática, por ciclo lunar, por las mareas y por huracanes u otros eventos climáticos (Castro y Huber, 2016; Mitra y Zaman, 2016).

Dentro de los ecosistemas costeros más conocidos se encuentran los manglares, las praderas de pastos marinos y los arrecifes de corales (Barnes y Hughes, 1999). El primero se caracteriza por la dominancia de árboles de mangle, los cuales generan las condiciones de heterogeneidad que permiten la disponibilidad de un gran número de hábitats que pueden albergar toda clase de organismos marinos. Para el Caribe y pacífico del continente americano, la especie más abundante es *Rhizophora mangle* o mangle rojo. En el caso de las praderas, son los pastos marinos (único organismo vegetal marino que presenta floración) quienes dominan este ecosistema y generan esa heterogeneidad, siendo las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* las más comunes. Finalmente, los arrecifes de corales, denominados los oasis de los océanos, se caracterizan por la dominancia de especies de corales duros entre los cuales destacan los acropóridos (coral cacho de venado y cuerno de alce para el Mar Caribe), agaricias (coral lechuga), porítidos, cerebros y *Orbicela* sp. (coral papa y estrella), entre otros.

Todos estos corales son organismos sésiles (fijos e inmóviles en el sustrato) que crecen verticalmente a partir de la producción de esqueleto de carbonato de calcio, generando tridimensionalidad del fondo marino. Es esto último lo que genera una complejidad de hábitat significativa, la cual se refleja en una de las mayores diversidades que puede presentar un ecosistema en todo el planeta (Connell, 1978; Levinton, 2017). Cabe destacar que todos estos ecosistemas costeros son considerados sala cunas (guarderías) debido a que la mayoría de los organismos marinos se resguardan dentro de estos en sus etapas iniciales del ciclo de vida para escapar de los grandes depredadores que se encuentran en aguas abiertas (Castro y Huber, 2016).

### ***Ecosistemas Oceánicos***

Todos los ecosistemas situados posterior a la plataforma continental se denominan oceánicos. Por lo general dominan el ecosistema pelágico y el bentos o fondos blandos. El primero constituye toda la columna de agua. Debido a encontrarse retirado de la costa, el agua tiene pocos nutrientes, tiene una alta transparencia y la luz solar puede penetrar incluso más allá de los 200 m de profundidad. Dentro de las especies más características de este ecosistema están algunos vertebrados como el atún de aleta amarilla, el marlín, el dorado, sardinas, tiburones, mantarrayas, especies de mamíferos acuáticos como ballenas (jorobada) y delfines (nariz de botella) y también una gran diversidad de invertebrados como el calamar gigante y medusas. Son precisamente estos ecosistemas en los que se realiza la mayor extracción de peces marinos para suplir necesidades de los seres humanos (Smith y Smith, 2015; Castro y Huber, 2016; Levinton, 2017).

En cuanto al bentos o fondos blandos, se puede decir que este es quizá el ecosistema dominante en todo el planeta, pues cubre la mayor parte de su superficie. Puede oscilar entre 1 a

11.000 m de profundidad. A pesar de su predominio, este es uno de los ecosistemas menos conocidos y estudiados por el hombre, entre otras cosas, debido a que la identificación taxonómica de las especies es compleja y a que, por su tamaño, se requiere de un gran esfuerzo de muestreo que logística, tecnológica y presupuestalmente es difícil de lograr (Gray, 2002; Vanreusel et al., 2010).

Cabe destacar que, dentro de las planicies abisales del fondo marino, también se presentan ecosistemas de gran relevancia biológica y ecológica como los corales de profundidad y las chimeneas hidrotermales. Los primeros se forman a partir de algunas especies de corales duros (distintos a los que se encuentran en los arrecifes de corales) que pueden soportar total ausencia de luz solar y altas presiones por la profundidad como el coral *Lophelia pertusa*. Estos ecosistemas, como sus homólogos en aguas someras, se caracterizan por albergar una gran diversidad de especies de invertebrados (p.ej. crustáceos y bivalvos) y vertebrados (p.ej. peces) que resultan de gran importancia comercial (Roberts y Cairns, 2014). En cuanto a las chimeneas hidrotermales (o fumarolas), estos ecosistemas se ubican generalmente más allá de los 800 m de profundidad y, su existencia depende de la emanación de gases y minerales de origen volcánico. Estos últimos son la principal fuente de energía que sostiene dichos ecosistemas y, por sus condiciones únicas, se consideran hotspots (zonas de alta diversidad) de endemismo (Speight y Henderson, 2010; Stiling, 2012).

### ***Servicios de Ecosistemas Marinos***

Si bien la biodiversidad *per se* debe ser un factor de importancia suficiente para la protección y conservación de los ecosistemas marinos, debido a la alta tasa de degradación de éstos durante las últimas décadas, se hizo necesario considerar clasificar las características de los

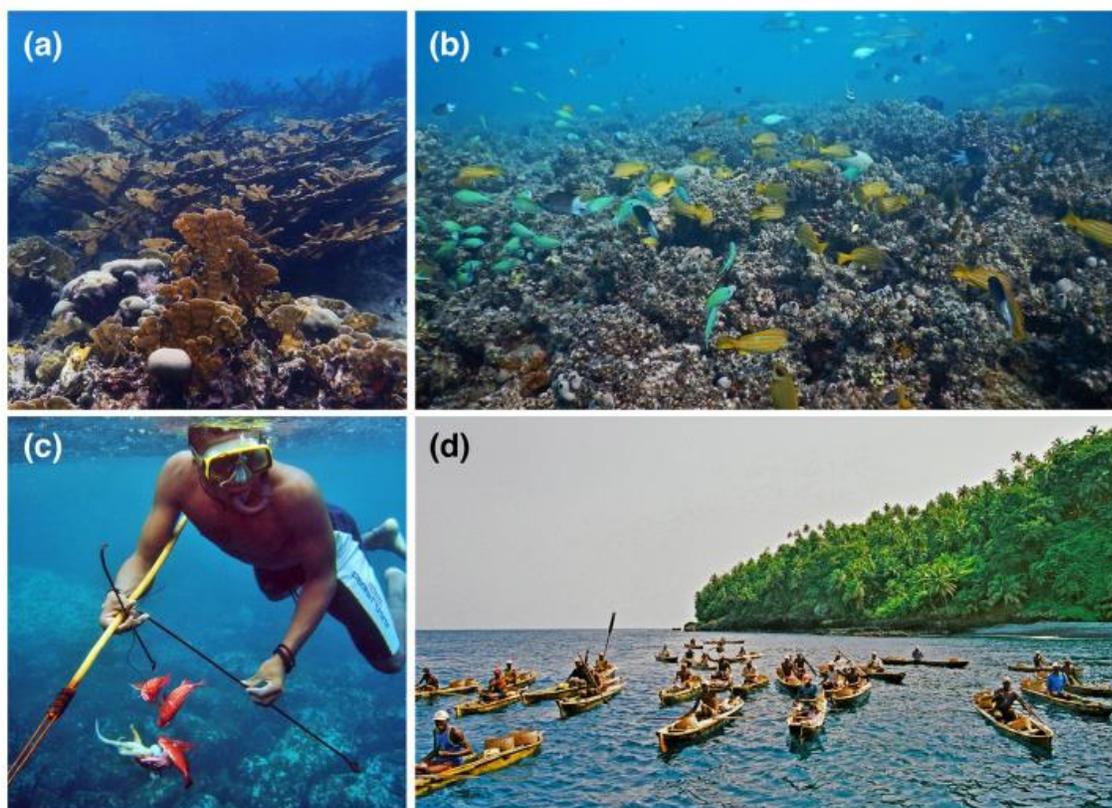
ecosistemas según contribuyeran (positivamente) directa e indirectamente sobre el bienestar humano. Es así como se plantea la definición de los servicios ecosistémicos (SE) en favor del hombre. Para la sociedad entender que el cuidado de la naturaleza se traduce en asegurar su propio bienestar, es razón suficiente para argumentar la propuesta de la creación y clasificación de las bondades y servicios que presta la naturaleza a la humanidad (Carpenter et al., 2009). En este sentido, los servicios de los ecosistemas se dividen en cuatro grandes grupos: (1) aprovisionamiento como alimento, agua, fibras, combustible, (2) regulación como por ejemplo climática, regulación de enfermedades o de disponibilidad de agua, (3) culturales dentro de los que destacan servicios espirituales, estéticos, de recreación (turismo) y de educación, y (4) servicios de soporte como la productividad primaria (fotosíntesis) y la producción de suelo. Cabe destacar que la biodiversidad es considerada en este contexto como la base fundamental (componente vivo de los ecosistemas) de todos los servicios ecosistémicos (MEA, 2005).

**Servicios de Aprovisionamiento.** Los servicios de aprovisionamiento son tal vez los más conocidos y el ejemplo más común para entenderlo es el abastecimiento del recurso hídrico o agua para consumo del que depende directamente la humanidad, el cual aplica para mostrar la importancia de ecosistemas como los páramos, que son los principales productores de agua del mundo. Sin embargo, en el caso de los ecosistemas marinos un ejemplo más acorde de este tipo de SE sería el alimento que representan los millones de toneladas de peces extraídas de los mares anualmente. Entre los años 1970 y 2000 se extraían de los mares entre 50 y 70 millones de toneladas de peces a partir de la pesca industrial (MEA, 2005). En el caso de los arrecifes de corales, se sabe que estos ecosistemas cuando se encuentran en buen estado de salud pueden proveer de proteína animal (pescado, crustáceos y moluscos) durante todo un año a más de 300

personas por hectárea (Moberg y Folke, 1999). Esto último es de gran relevancia, pues poblaciones vulnerables con bajos o nulos ingresos económicos pueden asegurar su sobrevivencia a partir de esta fuente de alimento (**Figura 4**).

#### **Figura 4**

*Servicio de aprovisionamiento en arrecifes de corales*



*Nota.* Arrecifes de corales (a y b) y pescadores locales artesanales (c y d) extrayendo recursos para su alimentación. Fuente: Morais y Bellwood (2020).

**Regulación.** De acuerdo con revisiones hechas por Hawkins *et al.* (2021), los ecosistemas de manglar pueden capturar entre 3 a 5 veces más dióxido de carbono que cualquier otro ecosistema vegetal en el planeta, basándose en una tasa neta promedio de secuestro de carbono de 174 a 224 gC m<sup>2</sup> año<sup>-1</sup> comparada con menos de 50 gC m<sup>2</sup> año<sup>-1</sup> que capturan los

bosques tropicales. De este modo es evidente la relevancia que tienen algunos ecosistemas marinos para regular las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, siendo este uno de los principales gases de efecto invernadero causante en gran parte del calentamiento global y el cambio climático. Cabe anotar que la captura de dióxido de carbono también ha sido reportada como uno de los principales SE de regulación para praderas de pastos marinos, humedales costeros y arrecifes de corales, por lo que todos los ecosistemas marinos en conjunto realizan una sinergia para regular procesos climáticos a nivel global que conducen a una mayor contribución del bienestar humano (Barbier *et al.*, 2011; UNEP, 2020; Getzner e Islam, 2020).

Adicional a la regulación de carbono, los arrecifes de corales y los manglares tienen la capacidad de mitigar la fuerza del oleaje costero, lo cual se traduce en una menor tasa de erosión de la línea de costa y, más aún, ante eventos climáticos como huracanes y tsunamis (olas gigantes producidas por maremotos). Asimismo, además de lo anterior, estos ecosistemas marinos pueden disminuir significativamente las inundaciones costeras. Todo esto es relevante si se considera que más de un billón de personas en el planeta habitan en zonas costeras, por lo que estos servicios ecosistémicos finalmente se traducen en resguardar millones de vidas y, además, contribuir a la economía ya que se ahorran millones de dólares anualmente al generarse esa protección costera (Barbier *et al.*, 2011; Hawkins *et al.*, 2021). Un ejemplo concreto de lo anterior es el caso de los arrecifes de corales en USA donde Reguero *et al.* (2021) estimaron que anualmente se evitan gastos de 2,7 billones de dólares en reparaciones de edificios y 2,6 billones de dólares de efectos indirectos, esto sin contar que se evitan inundaciones que podrían afectar a más de 53.800 personas.

**Culturales y Soporte.** Los ecosistemas marinos de praderas de pastos presentan SE culturales en todo el planeta. Este ecosistema está distribuido ampliamente en la zona nerítica más próxima a la línea de costa en las zonas más someras de la plataforma continental, por lo que presenta una estrecha relación con los seres humanos. La UNEP. (2020) plantea que este ecosistema provee una gama de servicios culturales que van desde el potencial turístico y recreativo, así como presentar una gran importancia espiritual y religiosa para algunas comunidades. Si bien los servicios culturales no son tangibles y de fácil medición como los otros SE, es evidente la importancia que representan para diversas culturas del mundo. Ejemplos concretos se basan en incluir los pastos marinos o cierto aspecto de este ecosistema en algún ritual o creencia como sucede en Zanzibar, Tanzania en donde existe la creencia de que los pastos marinos fueron enviados por Dios para embellecer el mar o como los pescadores de las Islas Salomón quienes doblan una hoja de pasto marino (en grupo) para asegurar una buena faena de pesca que les permita alimentar a sus familias o en general para atraer buena suerte por parte de los espíritus de las praderas de pastos marinos (UNEP, 2020).

Finalmente, los SE de soporte tanto para ecosistemas de manglar, arrecifes de coral, praderas de pastos marinos, ciénagas y estuarios coinciden en que todos estos sirven de salidas o guarderías para más del 70% de las especies de peces presentes en los mares, y se cree que las proyecciones son similares para otro tipo de organismos de gran importancia comercial como camarones, moluscos (p.ej. ostras y caracoles), langostas, entre otros (Farella et al., 2020). Lo anterior guardando las proporciones del área que ocupan estos ecosistemas marinos frente a todo el fondo marino existente en el planeta, realzan su importancia, puesto que solo para el caso de arrecifes de corales, estos corresponden tan solo al 0,1% de todo el fondo marino (Birkeland, 2019).

### *Amenazas de Ecosistemas Marinos*

Si bien es clara la importancia de los ecosistemas marinos para toda la humanidad, los diferentes usos del hombre sobre estos generan impactos negativos que afectan diferencialmente las bondades y servicios ecosistémicos. Estos impactos provocan alteraciones ambientales en cada ecosistema que, finalmente, afectan su integridad y funcionamiento. Son múltiples las amenazas que se ciernen sobre los ecosistemas marinos alrededor del mundo. Agravando la situación se tiene la sinergia que las diferentes amenazas ejercen sobre éstos, acelerando aún más el deterioro gradual en escalas globales, regionales y locales (Sheppard, 2019).

**Calentamiento global y Cambio climático.** El calentamiento global es entendido como el aumento gradual y progresivo de la temperatura promedio del planeta. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), desde la época preindustrial a la fecha, la temperatura promedio del planeta ha incrementado 1°C traduciéndose en consecuencias negativas para la humanidad, la naturaleza y los diferentes estilos de vida p.ej. mayores eventos de inundaciones, de sequías, proliferación de enfermedades debido cambios en los rangos de distribución de agentes infecciosos como los mosquitos, entre otros.

Adicionalmente, las tendencias y modelos pronostican peores escenarios en los que en la próxima década la temperatura promedio alcanzará un incremento de 1,5°C en comparación con época preindustrial (Masson-Delmotte et al., 2018). Esto implica disminución de la precipitación, aumentando la posibilidad de mayor número de sequías extremas en distintas zonas del planeta, acelerando así la desertificación en los continentes. En el caso del ambiente marino, el panorama no es más alentador pues a medida que el planeta se calienta, así lo hacen

los mares. Esto se mide en la temperatura superficial del mar y, actualmente, los eventos de calentamiento de las masas de agua coinciden con mortalidades extensas de corales por blanqueamiento (pérdida de microalgas zooxantelas de los corales, las cuales transfieren más del 70% de la energía que requieren los corales), afectando arrecifes coralinos desde Australia hasta el Caribe (Goreau y Hayes, 2021). De hecho, para el año 2016 se registró el evento de blanqueamiento coralino más devastador registrado, el cual generó mortalidad instantánea de un gran porcentaje del coral vivo de la Gran Barrera Arrecifal Australiana (Hughes et al., 2018; Turner *et al.*, 2020). Cabe anotar que cualquier variación en la temperatura, puede generar alteraciones fisiológicas, reproductivas y comportamentales en los organismos marinos por ser una condición fundamental para la vida, afectando así procesos vitales como el sostenimiento, crecimiento y reproducción (Smith y Smith, 2015), de este modo, no solo los corales son impactados por el calentamiento global, sino también toda su biodiversidad asociada así como los ecosistemas marinos en general, en especial los costeros por estar en aguas menos profundas.

Adicional a lo anterior, se suma el deshielo de los polos y glaciares del planeta. Esta es otra de las grandes consecuencias del calentamiento global, lo cual afecta de manera directa e indirecta los ecosistemas marinos, pues los pronósticos del incremento del nivel del mar sugieren que de mantenerse la tendencia actual, a finales del siglo actual el nivel del mar (promedio) podría incrementar hasta 1,80 cm (Jevrejeva et al., 2014), lo cual alteraría condiciones fisicoquímicas de los ecosistemas marinos (especialmente costeros), su dinámica natural y la biodiversidad que soporta los servicios que prestan a la humanidad.

Por otra parte, debido a que los mares regulan el clima del planeta por procesos de evaporación e intercambio de energía océano-atmósfera, el calentamiento global es la principal causa del cambio climático. Cabe destacar que las lluvias, sequías, huracanes, fenómenos de La

Niña y El Niño, entre otros eventos climáticos han existido durante millones de años, sin embargo, debe ser claro que el cambio climático implica que éstos se intensifiquen y se hagan más frecuentes en el tiempo, aumentando así los efectos que puedan ejercer sobre los ecosistemas y la humanidad (Sejian et al., 2015).

Los huracanes generalmente forman parte de la dinámica natural de los ecosistemas marinos, especialmente de los costeros, no obstante, durante las últimas tres décadas, la intensidad y frecuencia de huracanes que se forman en el Caribe (o tifones en otras zonas costeras del planeta como Indonesia) ha incrementado significativamente a razón como componente clave del cambio climático. En el caso de arrecifes de corales, litorales de playa y arena, manglares y praderas de pastos marinos han sido alterados como consecuencia de huracanes más frecuentes de categoría 3 a 5 (Neal, 2021). Esto supone cambios en la estructura de la composición de las especies de las distintas comunidades biológicas de dichos ecosistemas. Se ha evidenciado que los huracanes pueden desprender árboles de mangle como *Rhizophora mangle* desde la raíz afectando la cobertura del manglar. Adicionalmente, se ha reportado que la fuerza de los huracanes tiene la capacidad de desprender los organismos que se fijan a las raíces de los árboles de mangle de esta misma especie y, en el caso de arrecifes de corales, los huracanes resuspenden sedimentos que pueden ahogar colonias coralinas de diversos tamaños y también pueden generar volcamiento de corales aumentando la mortalidad parcial y total de colonias de corales. Todos estos efectos se magnifican cuando la frecuencia de los huracanes incrementa, lo cual supone una disminución de la resiliencia ecosistémica que podría traducirse en la pérdida gradual de los servicios ecosistémicos (Rogers, 2019). Un ejemplo claro de lo anterior es lo sucedido en la región Noreste del Mar Caribe en el año 2017. Tres huracanes de alta categoría (Irma, José y María) irrumpieron en las costas en un periodo de dos semanas. Esto

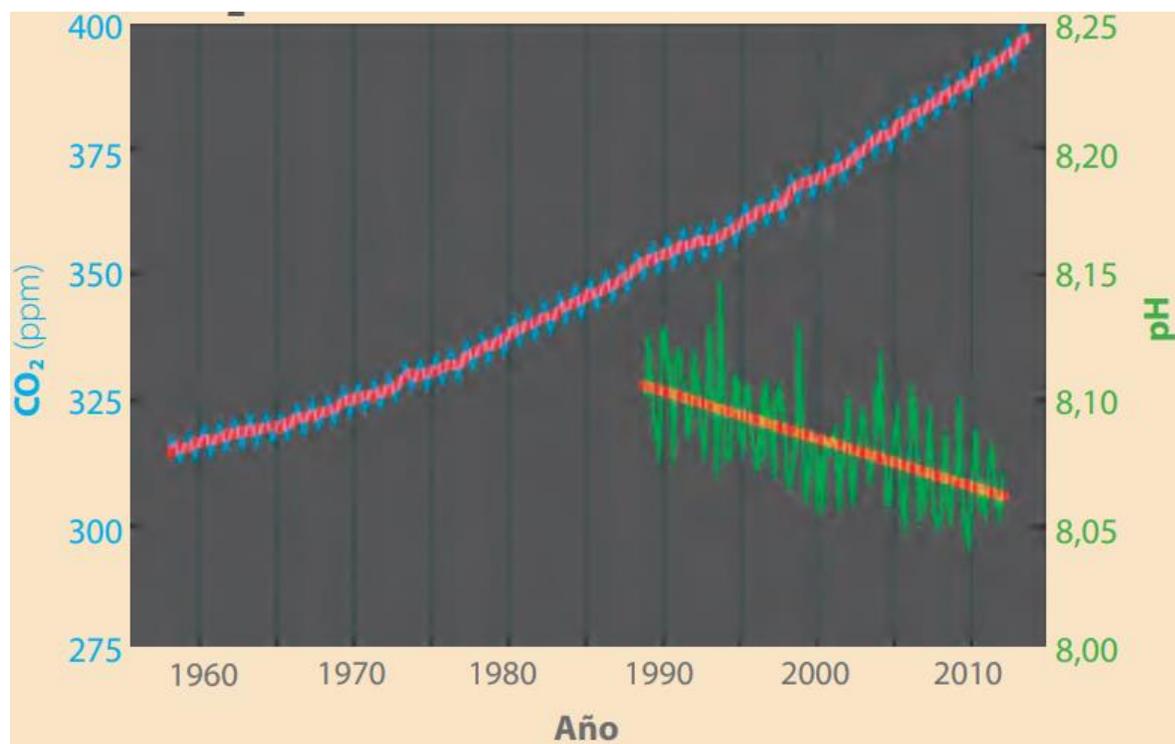
provocó un incremento de la altura y fuerza de las olas, las cuales causaron daños directos en los organismos sésiles de los ecosistemas marinos de esta zona. Asimismo, con los huracanes aumenta la precipitación que genera grandes aportes de agua dulce, lo cual aumenta la entrada de sedimentos de origen terrestre que afecta la transparencia del agua marina y, además, puede ahogar organismos como pastos marinos, corales, esponjas, entre otros (Browning et al., 2019).

**Acidificación Oceánica.** Además del calentamiento global y el cambio climático, el aumento gradual del dióxido de carbono atmosférico también genera una amenaza adicional para la salud de los mares y sus ecosistemas, esto es la acidificación oceánica (OA). Lo anterior obedece a que los mares absorben grandes cantidades de este gas de efecto invernadero, el cual reacciona químicamente en el agua marina provocando la producción de ácido carbónico. Este proceso incrementa la cantidad de iones de hidrógeno aumentando la acidez del agua marina, es decir, que disminuye el pH (Hoegh-Guldberg et al., 2007). En este contexto, de continuar con la quema de combustible fósil, se generará mayor producción de CO<sub>2</sub> que disminuirá aún más el pH del agua marina (

**Figura 5**), lo cual afecta directamente a todos los organismos calcificadores (que fijan carbonato de calcio para fabricar estructuras como conchas o esqueletos externos, e incluso producción de huesos en vertebrados) como corales, moluscos y crustáceos de los distintos ecosistemas marinos (Anthony et al., 2008; Pendleton et al., 2019).

## **Figura 5**

*Relación entre la tendencia de incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico y disminución del pH en los océanos desde los años 1960 a 2010.*



*Nota.* Tomado y modificado de Madsen (2015).

Según Hoeg-Guldberg et al. (2007) la acidificación oceánica superará el umbral que pueden tolerar los arrecifes de corales en un escenario en el que las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico alcancen las 450 ppm. Esto implica que los ecosistemas arrecifales coralinos cesarán su crecimiento (acreción arrecifal) poniendo en riesgo su existencia (pérdida de resiliencia) en el planeta, pues esta amenaza hará sinergia con las demás amenazas ya existentes.

Desafortunadamente, mediciones actuales registradas por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de USA (NOAA por sus siglas en inglés) evidencian una tendencia en aumento de las concentraciones de este gas de efecto invernadero, las cuales han alcanzado 412,4 ppm de CO<sub>2</sub> en septiembre de 2021 (NOAA, 2021). Así las cosas, eventos de mortalidad de corales por blanqueamiento, reducción en la tasa de crecimiento de los organismos calcificadores y el

impacto negativo sobre otros procesos vitales como la reproducción, continúan siendo el escenario más probable en un futuro cercano que ocasionará una reducción significativa de los servicios que prestan los ecosistemas marinos al hombre (Hoegh-Guldberg y Bruno, 2010).

**Escorrentía Continental y Eutrofización.** La escorrentía continental se concibe como el aporte de agua dulce junto con sus sedimentos y nutrientes que llegan a los mares desde el continente, principalmente por medio de la desembocadura de ríos (Fabricius, 2011). Estos aportes provocan la alteración de condiciones ambientales como disminución de la salinidad, aumento de la temperatura, incremento de turbidez, entre otros. Dependiendo de la época climática, la escorrentía tendrá mayor o menor incidencia en la alteración de estas variables, lo cual repercute en los ecosistemas marinos, especialmente costeros (Restrepo et al., 2016).

Debido a las malas prácticas agrícolas a causa de la demanda de alimentos para sostener a los 7,9 billones de seres humanos en el planeta, desde hace más de cuatro décadas la escorrentía continental alrededor del mundo presupone una de las principales amenazas a los ecosistemas marinos. Esto ocurre debido a que anualmente se talan millones de hectáreas de bosques para el establecimiento de cultivos agrícolas y desarrollo de ganadería extensiva, por lo que incrementa la erosión de montañas que arrastran mayor cantidad de sedimentos (tipo lodos y arcillas) a los ríos y que finalmente desembocan en los mares. Es decir, la escorrentía continental ha sido modificada por el accionar del hombre, incrementando la magnitud de la amenaza. Ante esto, ecosistemas como arrecifes de corales, praderas de pastos marinos y zonas sumergidas de los litorales rocosos han sido gradualmente cubiertas de lodos, lo cual ocasiona mortalidad por ahogamiento de aquellos organismos fijos al sustrato como corales, algas, pastos, esponjas, entre

otros, es decir, se genera una pérdida de abundancia de organismos y, eventualmente, disminución de la biodiversidad que soporta los servicios ecosistémicos (Fabricius, 2011).

Además de provocar ahogamiento por sedimentos, la escorrentía continental incrementa la concentración de nutrientes (nitritos, nitratos, amonio, fosfatos) en el medio marino, lo que se conoce como eutrofización. Esto genera condiciones idóneas para la proliferación de microorganismos como bacterias que pueden desencadenar enfermedades en los organismos marinos o disminuir el asentamiento de larvas de corales afectando el reclutamiento de estos organismos (Hena-Castro, 2013; Hena-Castro et al., 2015). Asimismo, se ha evidenciado que los arrecifes de corales pueden perder resiliencia ecosistémica debido a que la eutrofización favorece el desarrollo de algas y esponjas, las cuales pueden sobre crecer los corales y cambiar toda la estructura de los arrecifes, esto es, disminución de la salud del ecosistema (Fabricius, 2011; Zweifler et al., 2021).

Finalmente, aunque la mayoría de los impactos negativos sobre ecosistemas marinos se evidencian directamente sobre aquellos que se encuentran fijos en el fondo (sésiles), estudios como los de Brown et al. (2017) sugieren que organismos demersales como los peces también son afectados por la escorrentía continental, pero de forma indirecta. Esto atribuido a que dicho fenómeno altera el hábitat de estos peces, lo que puede generar disminuciones de las abundancias de peces de distintos grupos tróficos (p.ej. carnívoros, herbívoros, etc.) de forma diferencial.

**Contaminación por Metales Pesados.** Con la escorrentía continental también se generan aportes considerables de contaminantes como mercurio, cadmio, plomo, cobre, pesticidas y compuestos hidrocarbonados producto de la inadecuada disposición de desechos industriales en zonas urbanas (Gall et al., 2015). En el medio natural no debería detectarse la presencia de

ninguno de estos compuestos, no obstante, actualmente la mayoría de los ecosistemas marinos alrededor del mundo evidencian altas concentraciones de metales pesados, ya sea depositados en el fondo o presentes en el tejido muscular de peces, crustáceos y moluscos, con el agravante que, producto de la extracción de este recurso, son posteriormente consumidos por los seres humanos, convirtiéndose en un problema de salud pública en diferentes escalas desde lo local a lo global (Chiarelli y Roccheri, 2014; Kahlon et al., 2018; Ali et al., 2019).

**Sobreexplotación de Recursos.** Los recursos naturales son bienes brindados por la Tierra, que permiten satisfacer las necesidades, ya sea en el estado en el que se encuentren o luego de sufrir transformaciones, por lo tanto, son lo que soportan la vida en la tierra (Ding, 2003). Estos recursos pueden ser renovables, es decir, que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos (Ram, 2021), entre los que se encuentra el agua, el cual es uno de los más importantes para los seres vivos; suelo, aire, plantas, animales, entre otros; o no renovables, que son aquellos que no pueden ser producidos o regenerados a una escala que se pueda afirmar su consumo, entre los cuales se encuentran principalmente los combustibles fósiles como el petróleo, el gas, carbón, metales y minerales (Ram, 2021).

Debido a que pueden ser explotados para obtener un producto económico, los recursos naturales son base de muchas de las actividades humanas, lo cual ha llevado en los últimos años a su uso desmedido, ocasionado un fenómeno conocido como sobreexplotación, el cual consiste en el agotamiento de estos bienes, lo que ha generado que muchos de estos ya no puedan regenerarse a tiempo, llevando a que algunos se pierdan y que otros estén en riesgo grave (Ding, 2003).

Los ecosistemas marinos pueden verse afectados por este fenómeno bien sea debido a la sobrepesca con fines comerciales o por la sobreexplotación de especies, generalmente de uso ornamental. Estas actividades ocasionan una pérdida en la diversidad genética y en la abundancia relativa, que a su vez ocasionan una reducción de las poblaciones, debido a las perturbaciones en la estructura de la edad y la composición sexual (Ashok, 2017; Prakash y Verma, 2022).

Otros efectos negativos generados por la sobreexplotación en los ecosistemas marinos son: (1) la pérdida de biodiversidad, (2) aceleración del cambio climático, (3) Escasez de recursos, lo cual ocasiona un desequilibrio económico ante la crisis de materia prima y alimentos, y finalmente, (4) incremento en la contaminación ambiental (Prakash, 2017; Kumar and Verma, 2017).

Entre las principales causas de sobreexplotación se encuentran el aumento de la población humana, que genera cada vez más necesidades básicas que cubrir, implicando entonces un mayor uso de los recursos, que en algunos casos puede ser inadecuado o ineficiente, por lo tanto, un aumento en las actividades humanas para la obtención de estos bienes (Prakash y Verma, 2022). Teniendo en cuenta estos aspectos, es importante buscar y plantear alternativas que mitiguen los impactos generados por el uso desmedido de los recursos naturales; algunas de estas son la educación ambiental, un desarrollo económico sostenible y un consumo responsable.

**Contaminación por Residuos Sólidos.** Los residuos sólidos son aquellos subproductos no aprovechables de las actividades humanas, y se pueden clasificar en dos grandes grupos: los residuos sólidos peligrosos, en los cuales se agrupan aquellos residuos nocivos para las personas o el ambiente, ya que presentan propiedades corrosivas, explosivas o tóxicas, y los no peligrosos, que no suponen un efecto nocivo aparente. Estos últimos pueden subdividirse en ordinarios o de

uso diario; orgánicos biodegradables, y reciclables, entre los cuales pueden encontrarse papel, cartón y algunas clases de plásticos (Rodríguez, 2011; López y Purihuamán, 2018).

Debido al crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial, el consumismo, entre otros, el manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un problema a nivel mundial (Rodríguez, 2011; Aguilar et al., 2018), dado que han generado un incremento en la contaminación en los ecosistemas, que a su vez se convierten en impactos ecológicos y socioeconómicos negativos, así como riesgos en la salud humana (Garces-Ordoñez et al., 2020).

Los cuerpos de agua pueden verse altamente influenciados por las actividades humanas, las cuales generan contaminantes como producto de los procesos domésticos, urbanos e industriales, que posteriormente serán introducidos en fuentes hídricas, y que finalmente llegarán a los océanos (Prakash y Verma, 2022), afectando las condiciones fisicoquímicas y biológicas de la columna de agua, además de ser nocivos para la salud, así como para los organismos que habitan estos ambientes (Prakash y Verma, 2022).

Los plásticos son los principales constituyentes de la basura marina (60- 90%) debido a su alta producción a nivel mundial y su uso en productos desechables, cosméticos, productos de aseo personal y del hogar, construcción, e industrias químicas, farmacéuticas, alimenticias, entre otras (Li et al., 2016). Asimismo, la mayoría de la contaminación por plásticos se asocia a deficiencias en el saneamiento básico, poco reciclaje y conciencia ambiental (Garces-Ordoñez et al., 2019). En Colombia, por ejemplo, se estima que cerca del 65% de los residuos sólidos generados en las poblaciones costeras, no están siendo manejados adecuadamente, y su disposición final termina siendo basureros abiertos y en cuerpos de agua naturales como

ciénagas, manglares, ríos y estuarios, que finalmente llevan los residuos al mar (Garcés-Ordóñez et al., 2017).

Los residuos sólidos también generan problemas en los ecosistemas acuáticos cuando partículas pequeñas son consumidas por organismos, entran a su sistema y eventualmente se transfieren a la red trófica, y termina siendo perjudicial para animales y humanos, lo cual se ha observado principalmente con el plástico (Kumar et al., 2021).

### ***Microplásticos***

El plástico es una mezcla de polímeros artificiales que, debido propiedades específicas como resistencia, ligereza y flexibilidad (Schirinzi, 2020), son materiales extremadamente resistentes a la degradación, convirtiéndose en unos de los mayores problemas ambientales (Campoy y Beiras, 2019). Asimismo, para lograr la obtención de más productos útiles, estos polímeros son mezclados con algunos aditivos que, al no estar ligados químicamente, pueden separarse del plástico con la finalidad de mejorar tanto en el rendimiento, la funcionalidad y duración del material (Schirinzi, 2020). Sin embargo, muchos de estos compuestos añadidos pueden penetrar las membranas celulares de organismos vivos, interactuar bioquímicamente y causar efectos tóxicos (Rochman et al., 2019).

Si bien, el proceso de degradación es lento, el plástico presente en diferentes medios como mar, cuerpos de agua lenticos y loticos, y en distintos tipos de suelo, puede reducirse a fracciones de menor tamaño con el paso del tiempo, llegando a escalas microscópicas (Andrady, 2011; Moos et al., 2012), de donde nace el término microplástico, el cual consiste principalmente en partículas de plástico de tamaño inferior a 5 mm, y que fue adoptado inicialmente por Thompson et al. (2004).

En general, los microplásticos pueden clasificarse en dos grupos principales: primarios, que son todos aquellos que ya son manufacturados y se liberan directamente al medio ambiente en forma de pequeñas partículas (Cole et al., 2011), y secundarios, los cuales son producto de la degradación del plástico en partículas pequeñas por efectos de la meteorización fotolítica, termo oxidativa, e hidrolítica, el efecto de las olas, corrientes y los rayos UV (Andrady, 2011; Moos et al., 2012; Rojo-Nieto y Montoto, 2017).

Entre los microplásticos primarios destacan las microesferas ( $<500 \mu\text{m}$ ) contenidas en algunos productos de cosmética (Syberg et al., 2015), las mezclas utilizadas para el arenado/granallado, y los microplásticos empleados como vectores de medicamentos, así como los empleados para la impresión en 3D de forma más reciente (Quirós-Rodríguez et al., 2021). Asimismo, se encuentran los pellets, los cuales son partículas de plástico de 2-5 mm, que suelen estar compuestos predominantemente por polímeros como el polietileno y el polipropileno (Quirós-Rodríguez et al., 2021).

Por otro lado, los microplásticos secundarios constituyen la entrada de una fuente adicional de microplásticos al medio (Eerkes-Medrano et al., 2015). Estos pueden ser producto de la fragmentación de plástico antes de ser desechados en el medio ambiente, como es el caso de la fragmentación de las fibras sintéticas al lavar la ropa, o de la degradación de plásticos de mayor tamaño ya forman parte del medio como contaminantes debido a las condiciones ambientales (Rojo-Nieto y Montoto, 2017; Frías y Nash, 2019; Rochman et al., 2019).

**Contaminación por Microplástico.** Debido a las características del plástico (liviano, de naturaleza duradera), este elemento se ha convertido en un contaminante frecuente, tanto en el aire, cuerpos de agua y en suelo, (Thompson et al., 2009), lo cual es un problema de gran

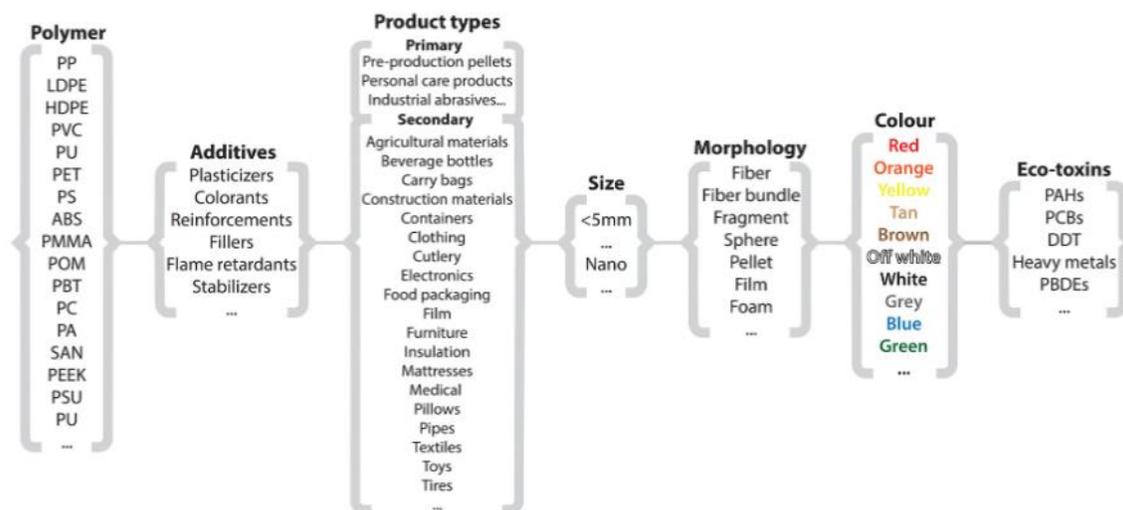
magnitud, y que continua en aumento debido a los niveles mundiales de demanda de este producto.

Los microplásticos están hechos con una variedad de polímeros, mejorados con muchos tipos de aditivos, y pueden ser manufacturados en una multitud de productos, cada uno con una mezcla de compuestos químicos que en ocasiones corresponden a una gran proporción del peso total (

**Figura 6).** Dentro de estos aditivos, pueden encontrarse plastificantes, colorantes, refuerzos o rellenos, retardantes de fuego y estabilizadores (Rochman et al., 2019).

**Figura 6**

*Clasificación de los microplásticos de acuerdo con sus características principales*



*Nota.* PP= Polipropileno; LDPE= Polietileno de baja densidad; HDPE= Polietileno de alta densidad; PVC= Cloruro de polivinilo; PU= Poliuretano; PET= Tereftalato de polietileno; PS= Poliestireno; ABS= Acrilonitrilo butadieno estireno; PMMA= Metacrilato de polimetilo; POM= Polioximetileno; PBT= Tereftalato de polibutileno; PC= Policarbonato; PA= Poliamidas; SAN= Acrilonitrilo de Estireno ; PEEK= Polietertercetona; PSU= Polisulfona; PAH= Hidrocarburo

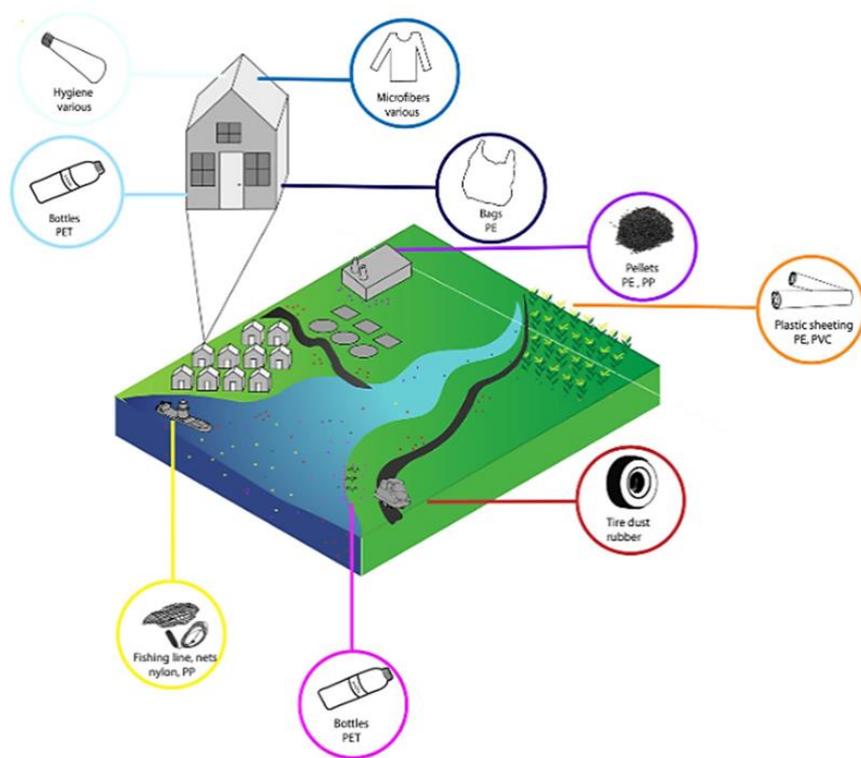
aromático policíclico; PCB= Bifenilo policlorado; DDT= Dicloro difenil tricloroetano; PBDE= Polibromodifenil éteres. Fuente: Rochman et al. (2019).

Cuando están en el ambiente (**Figura 7**), los microplásticos pueden absorber una gran cantidad de químicos contaminantes, incluyendo metales pesados y residuos orgánicos persistentes, como hidrocarburos aromáticos policíclicos, bisfenoles y DDT, lo cual puede generar que algunos polímeros puedan ser cancerígenos o mutagénicos (Rochman et al., 2019). Esta capacidad de absorción está asociada con la relación área de superficie/volumen, por lo que mientras más pequeña, alargada o irregular sea la forma de la partícula, mayor será la capacidad de absorción, lo que conlleva a una alta acumulación de estos químicos dañinos que podrían luego ser transferidos a los organismos que lleguen a ingerir microplástico (Rochman, 2015).

Las partículas de plástico pueden provenir de diferentes fuentes (**Figura 7**). Las microesferas de polietileno, por ejemplo, pueden provenir de productos de cuidado personal; las partículas cilíndricas u ovaladas de más de 2 mm, son generalmente pellets industriales; las microfibras de poliéster observadas en diferentes colores son originarias de telas sintéticas y otros textiles (Rochman et al., 2019; Quirós-Rodríguez et al., 2021). Estas diferencias en las partículas pueden ayudar a identificar desde donde ingresa el microplástico al ambiente, como por ejemplo aguas residuales, derrames industriales y escorrentías ocasionadas por las lluvias, residuos agrícolas o procesos industriales (Rochman et al., 2019), lo cual es importante para poder determinar las fuentes dominantes y así, plantear planes de mitigación efectivos.

### **Figura 7**

*Diversas fuentes de microplástico.*



*Nota.* Fuente: Rochman et al. (2019).

**Microplásticos en Aire.** A diferencia de la gran cantidad de estudios sobre microplásticos en el medio marino y el en el medio terrestre (Alimba y Faggio, 2019; Auta et al., 2017; Prata et al., 2019), los microplásticos en la atmósfera han sido poco estudiados. Sin embargo, recientemente se ha observado un incremento en la investigación de estas partículas en el aire, dado que podrían llegar a convertirse en una potencial fuente de exposición oral y respiratoria a estos contaminantes para los organismos vivos (Sridharan et al., 2021).

La suspensión, dispersión, transporte y deposición de partículas del microplásticos en la atmósfera está influenciada principalmente por las corrientes de aire, y puede ocurrir por procesos de arrastre inicial, corriente ascendente localizada, mezcla convectiva y advección,

transporte horizontal y sedimentación, a través de escalas espaciales y pueden verse afectados por el tamaño, la morfología y la densidad de las partículas plásticas (Bank, 2022).

Asimismo, algunos eventos naturales de precipitación (deposición húmeda, incluidas las precipitaciones y las nevadas), así como la velocidad del viento, pueden ser un motor positivo en la deposición atmosférica de microplásticos (Dris et al., 2016; Allen et al., 2019; Bank, 2022). Obstáculos en el paisaje también pueden representar almacenes temporales de microplástico, como se ha demostrado en el caso de las plantas terrestres (Liu et al. 2020).

Dentro de los microplásticos atmosféricos, pueden identificarse fibras, fragmentos y filamentos, de 2  $\mu\text{m}$  a 1 mm, adicionados con PA, PE, PP, PS, PET, PVC, PUR, PAN (

**Figura 6**), principalmente (Enyoh et al., 2019) y han logrado observarse desde las ciudades urbanas hasta las zonas remotas prístinas, lo que confirma aún más que la contaminación por microplásticos se ha convertido en un problema mundial (Bank, 2022).

Hasta la fecha, se han realizado muy pocos estudios sobre los microplásticos atmosféricos. La mayoría de los estudios publicados hasta ahora se centran en la deposición atmosférica, la cual consiste en la recolección pasiva de material depositado en un lugar seleccionado. Varios estudios han sido longitudinales (extendidos a lo largo de múltiples estaciones hasta 12 meses) (Dris, 2016; Klein y Fischer, 2019), pero el seguimiento ampliado o a largo plazo y una perspectiva global de la contaminación atmosférica por microplásticos, aún no se ha llevado a cabo (Zhang et al., 2020).

Dentro de los reportes obtenidos hasta la fecha, se tiene una variación de la abundancia media de microplásticos atmosféricos entre las distintas zonas estudiadas. En ciudades europeas, la media de abundancia de microplásticos por deposición seca y húmeda se ha encontrado entre 118 (París) y 275 (Hamburgo) (Dris et al., 2015; 2016; Klein y Fischer, 2019), mientras que en

Dongguan, China, la abundancia de microplásticos no fibrosos y fibras osciló entre 175 y 313 partículas en la deposición atmosférica (Cai et al. 2017). El flujo de deposición de microplásticos atmosféricos en Yantai (una ciudad costera) de China alcanzó un máximo de 602 partículas (Zhou et al., 2017). Las diferencias en las abundancias de microplásticos podrían ser debido a más actividades antropogénicas, densidades de población y niveles de industrialización (Zhang et al., 2020).

Por otro lado, en Ciudad de México, fueron identificadas fuentes de agua en diferentes estaciones con micropellets de epoxy polítrimetileno, o PTT. Estas fuentes decorativas con agua contaminada pueden rociar microplásticos junto con aerosoles de agua en el aire, lo que podría considerarse una fuente potencial de microplásticos hacia la atmósfera (Sridharan et al., 2021).

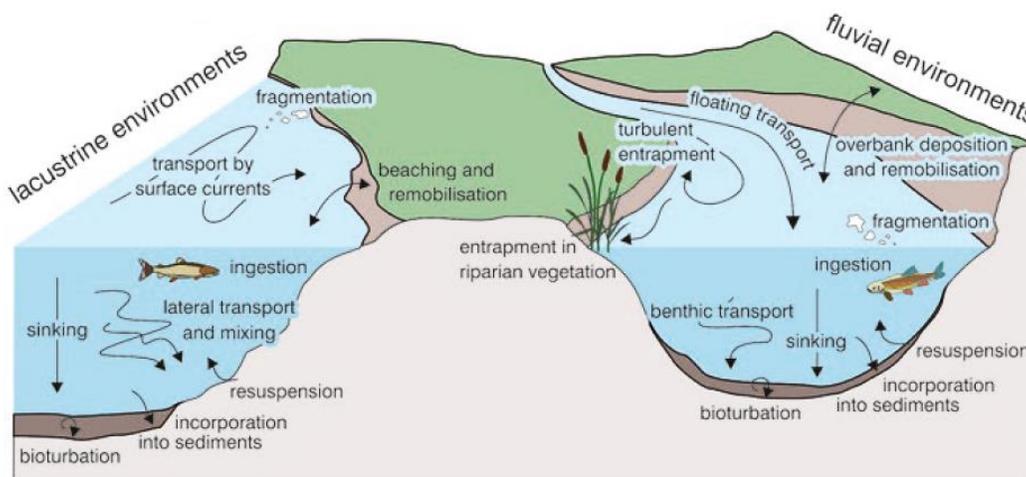
**Microplásticos en Ríos y Lagos.** La presencia de microplásticos en el medio acuático es un grave problema ambiental, dado que estos son responsables de problemas ecológicos, económicos, de salud y estéticos en los cuerpos de agua (Schirinzi, 2020). En cuerpos de agua dulce, la contaminación por plásticos puede ser aún más compleja de estudiar, dado que comprenden diferentes compartimientos ambientales como arroyos, ríos, estuarios, zonas temporal o permanentemente inundables, estanques, represas y lagos, cada uno con características diferentes en términos hidrológicos, químicos y ecológicos, así como los patrones de uso de las zonas aledañas (Bank, 2022).

Estas fuentes hídricas pueden actuar tanto como sumideros o transportadores de plástico (Bank, 2022). Factores como la contaminación directa y una disposición inadecuada de residuos, pueden ser una fuente de plástico para ambientes acuáticos a través del viento, deposición atmosférica o escorrentía continental de zonas adyacentes (**Figura 8**), y una vez depositados,

estos pueden dispersarse o depositarse (Horton et al., 2017; van Emmerik y Schwarz, 2020; Bank, 2022).

### Figura 8

Diagrama conceptual mostrando las fuentes y vías de liberación de microplástico importantes



Nota. Fuente: Bank (2022).

En el caso de los ríos, estos comprenden cuerpos de agua lóticos que conectan ambientes terrestres, lacustres, glaciales y marinos, por lo que representan rutas de transporte de amplio rango, actuando como conductores de sedimento suspendido y otros contaminantes, por lo que se espera que sean altamente dinámicos con respecto a la acumulación y transferencia y partículas de microplástico (Bank, 2022). Por ejemplo, el microplástico podría asentarse en el fondo de los ríos, pero durante eventos de alta energía como inundaciones, este puede ser resuspendido y transportado a lo largo del río (Hurley et al. 2018). Teniendo en cuenta las velocidades de arrastre requeridas, se cree que mientras más pequeña sea la partícula de microplástico, más baja será su retención dentro del río (Besseling et al., 2017).

Los lagos, por su parte, pueden recibir microplásticos de muchas fuentes y rutas, incluidos los afluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, descargas industriales, pesquerías y desembocaduras de los ríos (Bank, 2022). Dado que no existe un consenso en cuanto a las metodologías de investigación aplicadas al estudio de microplástico en lagos, es difícil comparar los resultados de un estudio y otro para obtener conclusiones. Sin embargo, se ha reportado la presencia de partículas de microplásticos en todos los lagos estudiados hasta la fecha y, además, se ha observado que los factores ambientales son influyentes en los niveles de contaminación (Nan et al., 2020; Scherer et al., 2020; Bank, 2022). En la columna de agua, las mayores concentraciones de microplásticos se observan hacia la superficie por las corrientes generadas por los vientos, y se observa el predominio de plásticos de baja densidad como el polietileno y el polipropileno, y también se reportan fibras con frecuencia (Bank, 2022).

En los sistemas de agua dulce, se utilizan principalmente macroinvertebrados como especies indicadoras, dado que representan un grupo de muy diverso de organismos que muestran tolerancia y sensibilidad a diferentes factores, presentan una amplia gama de hábitos alimenticios, se distribuyen en diferentes entornos y sus ciclos de vida son largos, lo que permite la acumulación de contaminantes (Bank, 2022). Especies generalistas son más propensas a ingerir microplásticos que depredadores, al igual que los consumidores no selectivos (Scherer et al., 2017; Scherer et al., 2018). Las fibras (**Figura 9**) son el tipo de partícula más reportado, sin embargo, se desconoce si esto refleja algún patrón alimenticio de la especie de macroinvertebrado, o si más bien está relacionado con el tipo de partícula dominante en el ambiente (Bank, 2022).

**Figura 9**

*Microplástico en forma de fibra encontrado en el contenido estomacal de Holothuria (Halodeima) grisea.*



*Nota.* Fuente: Quirós-Rodríguez et al., (2021).

**Microplásticos en el Mar.** Las partículas de plástico liberadas al medio ambiente pueden llegar a los mares a través de aguas residuales, por escorrentía, por deposición atmosférica o de forma directa, sufriendo un complejo proceso de distribución debido a la dinámica oceanográfica (deriva superficial, mezcla vertical, sedimentación y arrastre), llegando a acumularse incluso en el sedimento (Amelia et al., 2021; Quirós-Rodríguez et al., 2021). Lo anterior, junto con el tamaño, forma y densidad de la partícula plástica, determinan la posición de estas partículas en la columna de agua y el bentos, y por lo tanto, la disponibilidad para la biota marina, por lo que se convierte en una gran amenaza para los ecosistemas (Quirós-Rodríguez et al., 2021).

Uno de los principales problemas asociados a la contaminación por microplásticos en el medio marino, es la ingesta directa o indirecta por una amplia variedad de animales marinos como tortugas, aves, mamíferos, peces e incluso algunos invertebrados, los cuales en algunos

casos suelen confundir estas partículas con sus presas habituales, o en ocasiones pueden estar cubiertos por compuestos orgánicos (Allen et al., 2017; Quirós-Rodríguez et al., 2021).

Asimismo, el microplástico puede ser ingerido de manera indirecta o accidental al consumir otros organismos que lo han ingerido (Allen et al., 2017; Amalia et al., 2021). Las partículas consumidas son indigeribles y la mayoría no logra descomponerse en los intestinos, lo que llega a ocasionar laceraciones internas, bloqueo intestinal, falsa saciedad, reducción de las reservas energéticas e incluso una disminución de la fertilidad (Reichert et al., 2018).

Entre los organismos más afectados se encuentran los corales, pues al no ser selectivos en su alimentación, están expuestos a ingerir fragmentos de microplástico como el poliestireno y el polietileno (Elías, 2015). El primer reporte de partículas de microplástico en los tejidos digestivos de un pólipo fue realizado por Rotjan et al. (2019), y se ha sugerido que la ingesta podría deberse a la similitud de tamaño del microplástico con el plancton (Tan et al., 2020). Por otro lado, los corales pueden ingerir partículas de plásticos que hayan estado mucho tiempo en el agua y se hayan convertido en sustrato de microorganismos por mecanismos de quimiorrecepción (Allen et al., 2017; Rocha et al., 2020).

Algunas especies de corales pueden verse afectadas solo por la exposición a microplásticos, ya que estos pueden actuar como vectores de enfermedades y contaminantes, llegando a generar en los pólipos una mayor producción de mucosa, así como blanqueamiento, necrosis y una disminución de las tasas de crecimiento y alimentación (Axworthy y Padilla, 2019; Reichert et al., 2019). Incluso, los microplásticos pueden llegar a afectar el rendimiento en las tasas fotosintéticas de las zooxantelas, pues se ha reportado que estas pueden presentar una disminución en la tasa de transporte de electrones y en la capacidad antioxidante total, evidenciándose así un estrés oxidativo y daño celular (Marangoni et al., 2022), lo cual finalmente

se traduce en la pérdida del dinoflagelado y por lo tanto, el blanqueamiento del coral (Axworthy y Padilla, 2019; Reichert et al., 2019; Marangoni et al., 2022), afectando irreversiblemente la simbiosis coral-zooxantela.

### **Marco Normativo**

A continuación, se presentan las diferentes leyes, normas y reglamentos que son aplicables a las funciones o actividades que se planean llevar a cabo en el contexto de la educación ambiental y protección del medio ambiente, especialmente en zonas marinas y costeras, y serán abordadas desde los ámbitos global, nacional y local.

#### ***Ámbito Global***

**Convención Sobre el Derecho del Mar (CNUDM), 1982.** La convención sobre el derecho del mar, implementada en 1982, comprende un riguroso régimen de orden en los océanos y mares del mundo, en el que se establecen reglas que rigen todos los usos posibles de los océanos y sus recursos. Esta convención agrupa en un mismo instrumento las reglas tradicionales para los usos de los océanos y, mientras que a su vez, introduce nuevos conceptos jurídicos y aborda nuevos retos. La CNUDM también proporciona el marco para el desarrollo futuro de áreas específicas del derecho del mar (OMI, 2020).

**Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino de las Regiones del Gran Caribe, 1983.** El Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe, establecido en Cartagena en 1983, crea el marco para que los países de la Región del Gran Caribe logren un equilibrio entre el desarrollo y la protección del medio

marino. Con este documento, los países deben adoptar, individual o conjuntamente, medidas para prevenir y controlar la contaminación y garantizar la ordenación racional del medio, así como cooperar en la elaboración de protocolos y acuerdos que promuevan su aplicación. Este convenio se aprueba en Colombia con la Ley 56 de 1987 y se implementa el 3 de abril de 1988. (DIMAR, 2019).

**Programa de Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente (PNUMA).** El Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), se encarga de la protección de los mares y océanos, promoviendo el uso ambientalmente sostenible de los recursos marinos, a través de su Programa Regional de Mares. La labor del PNUMA va desde la evaluación de las condiciones y tendencias ambientales a nivel mundial, regional y nacional; elaborar instrumentos ambientales internacionales y nacionales; y fortalecer las instituciones para la gestión racional del medio ambiente. El PNUMA tiene una larga historia de contribuir al desarrollo y la aplicación del derecho del medio ambiente a través de su labor normativa o mediante la facilitación de plataformas intergubernamentales para la elaboración de acuerdos principios y directrices multilaterales sobre el medio ambiente, que tienen por objeto hacer frente a los problemas ambientales mundiales (UN, 2020).

**Objetivos de Desarrollo Sostenible.** Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), son una iniciativa impulsada por Naciones Unidas con el propósito de continuar con la agenda de desarrollo, tras los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Actualmente se reconocen 17 objetivos y 169 metas, propuestos como continuación de los ODM incluyendo nuevas esferas

como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, la paz y la justicia, entre otras prioridades. Estos objetivos nacen luego de un proceso de negociación que involucró a 193 estados miembros de la ONU, el 25 de septiembre de 2015, en Nueva York, en una reunión plenaria de alto nivel de la Asamblea General, donde se aprobó de forma unánime una Agenda que llevó por título “*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*”, la cual entró en vigor el 1 de enero de 2016 (ODS, 2019).

Entre estos objetivos se resaltan el (13) acción por el clima; (14) vida submarina, y (15) vida de ecosistemas terrestres, por su relación con el medio ambiente, y por su importancia a la hora de desarrollar proyectos de educación ambiental de cualquier nivel.

**Panel De Alto Nivel Para Una Economía Oceánica Sostenible, 2020.** El Panel de Alto Nivel Para una Economía Oceánica Sostenible constituye uno de los acuerdos más trascendentales para la protección de los océanos. En general, los 14 países acordaron gestionar de forma sostenible el 100% de los océanos conforme a sus jurisdicciones nacionales para el 2025, lo cual corresponde a un área del océano que tiene casi la misma superficie que África. Asimismo, se comprometieron a establecer un 30% de los mares como áreas marinas protegidas para 2030, siguiendo la campaña de Naciones Unidas conocida como 30x30 (OP, 2020).

### ***Ámbito Nacional***

**Decreto 2811 de 1974.** A través del Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. Este decreto estipula en su título II, de la parte III, llamado “*Acción educativa, uso de medios de comunicación social y servicio nacional ambiental*”, la inclusión de cursos sobre ecología,

preservación ambiental y recursos naturales renovables, en todos los niveles de educación.

Asimismo, impulsa a la población para que formule sugerencias y tome iniciativas, a la protección ambiental y para mejorar el manejo de los recursos naturales, adelantando programas de divulgación y adiestramiento en la identificación y manejo de sustancias nocivas al ambiente, procurando así, formar y mantener en la comunidad conocimiento y convicción suficientes sobre la necesidad de proteger el medio ambiente y de manejar bien los recursos naturales renovables (DAFP, 2021a)

**Decreto 1337 de 1978.** A través de este decreto se reglamenta la implementación de la Educación ecológica y la preservación ambiental en el sector educativo en Colombia. En este documento se especifica la inclusión de la educación ecológica y del ambiente, en la programación curricular para los niveles preescolar, básica primaria, básica secundaria, media vocacional, intermedia profesional, educación no formal y educación de adultos, en especial, los componentes sobre ecología, preservación ambiental y recursos naturales renovables (DAFP, 2021b).

**Decreto 1875 de 1979. A través del Decreto 1875 del 2 de agosto de 1979.** Se establecen normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino y otras disposiciones. Este documento contiene 21 artículos que regulan vertimientos, derrames, cargue y descargue de material contaminante de industrias y puertos, así como las medidas sancionatorias que serán tomadas dado el incumplimiento de lo establecido en el decreto (Decreto para la prevención de contaminación del medio marino, Decreto 1875 de 1979).

**Ley 09 de 1979. Mediante la Ley 09 del 16 de julio 1979.** Se establecen las normas sanitarias sobre el manejo de los distintos tipos de contaminantes y control de emisiones, hacia el medio ambiente, fuentes hídricas, aguas de consumo, entre otras disposiciones (Ley por la cual se dictan medidas sanitarias, Ley 09 de 1979).

**CONPES No. 2544 - DEPAC de agosto 1 de 1991.** En el documento CONPES 2544 titulado “*Una Política Ambiental para Colombia*”, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), se ubica como una de las estrategias fundamentales para reducir el deterioro ambiental y para el desarrollo de una nueva concepción en la relación sociedad - naturaleza. En su capítulo 2, literal C menciona la gestión ambiental en áreas estratégicas, y reconoce a la educación ambiental en todos sus niveles, formal y no formal, así como un Plan Nacional de Educación Ambiental, estableciendo los objetivos de dicha política (DNP, 2020).

**Ley 115 de 1994 El 8 de febrero de 1994.** Se expide la Ley General de Educación. Esta ley en su artículo 23, establece a la educación ambiental como un área obligatoria, fundamental y necesaria en el currículo como parte del Proyecto de Educativo Institucional, así como uno de los fines de la educación referente a la adquisición de una cultura ecológica basada en la generación de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento de medio ambiente, de la calidad de vida y del uso racional de los recursos naturales, entre otros (Ley General de Educación, ley 115 de 1994). La educación ambiental (EA) como eje transversal en la educación de Colombia se desarrolla principalmente por medio de la implementación de los proyectos ambientales escolares (PRAE) priorizados en los niveles de básica primaria, secundaria y media en todas las instituciones educativas (I.E) del país, incluyendo públicas y privadas (Ley General

de Educación, ley 115 de 1994; Decreto proyecto de educación ambiental, decreto 1743 de agosto de 1994).

**Política Nacional Ambiental Para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares De Colombia, 2000.** La Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia formulada en el año 2000 por el entonces Ministerio de Medio Ambiente, tiene como objetivo impulsar el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras permitiendo mediante su manejo integrado, contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana, al desarrollo armónico de las actividades productivas y a la conservación y preservación de los ecosistemas y recursos marinos y costeros (MMA, 2001) .

**Política Nacional de Educación Ambiental, 2002.** La Política Nacional de Educación Ambiental orienta los esfuerzos de las diferentes organizaciones y entidades, estableciendo los principios, estrategias y retos de la Educación Ambiental. Esta política busca coordinar acciones con todos los sectores en los que se maneja la temática, con la intención de reconstruir la cultura y orientarla hacia una ética ambiental, en favor del desarrollo sostenible (MEN y MAVDT, 2003)

**Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros, 2007.** La Política Nacional Del Océano y Los Espacios Costeros responde a la necesidad de asumir el océano desde una visión integral que promueva su desarrollo sostenible y el de los espacios costeros, así como los intereses marítimos del país, mediante la estructuración y puesta en marcha de estrategias que permitan garantizar la administración, aprovechamiento económico, beneficio público,

conservación del ambiente, desarrollo sociocultural, vigilancia y control de los espacios marino costeros del Colombia (CCO, 2007).

**Ley 1549 de 2012. Mediante la Ley 1549 del 5 de julio del 2012.** Se fortalece la institucionalización de la Política Nacional de Educación Ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial, a partir de la consolidación de estrategias y mecanismos de mayor impacto, en los ámbitos locales y nacionales, en materia de sostenibilidad, en los escenarios intra, interinstitucionales e intersectoriales, del desarrollo nacional. Asimismo, se indican todos los entes responsables del cumplimiento de esta ley, y se indica que en los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES) se deberán incorporar problemas ambientales relacionados con los diagnósticos de sus contextos particulares, tales como, cambio climático, biodiversidad, agua, manejo de suelo, gestión del riesgo y gestión integral de residuos sólidos (Ley institucionalización de la Política Nacional de Educación Ambiental, Ley 1549 de 2012).

### *Ámbito Local*

**Decreto 1865 de 1994.** A través del Decreto 1865 del 3 de agosto del 1994, se regulan los planes regionales ambientales de desarrollo sostenible de las Corporaciones Autónomas Regionales y su armonización con la gestión ambiental territorial. Dichas entidades deberán elaborar periódicamente planes de gestión ambiental regional, en armonía con la planificación en la gestión ambiental de los departamentos, distritos y municipios.

**Resolución 679 de 2005.** Por medio de la cual se declara el Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, se adopta su zonificación interna y se dictan otras disposiciones. Esta área protegida tiene por finalidad principal la conservación de muestras representativas de la biodiversidad marina y costera y de los procesos ecológicos básicos que soportan la oferta ambiental del área y facilitan el desarrollo sostenible de la región (Declaratoria de área protegida del PNN, Resolución 0679 de 2005).

**Resolución 0339 de 2013.** Mediante la Resolución 0339 del 12 de abril del 2013 se reserva, delimita, alindera y declara el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad como un área protegida que permita garantizar la permanencia y funcionalidad de los corales de profundidad que caracterizan algunos fondos marinos (Declaratoria de área protegida de PNN, Resolución 0339 de 2013).

**Decreto 1120 de 2013.** Por el cual se reglamentan las Unidades Ambientales Costeras (UAC) y las comisiones conjuntas, se establecen las reglas de procedimiento y criterios para reglamentar la restricción de ciertas actividades en pastos marinos y se dictan otras disposiciones.

**Plan 4C.** El Plan 4C Cartagena Competitiva y Compatible con el Clima es el primer plan que promueve un desarrollo compatible con el clima para una ciudad en Colombia, desarrollado en colaboración entre organizaciones públicas y privadas. Este plan es liderado por la Alcaldía de Cartagena, en cabeza de la Secretaría de Planeación Distrital, y coordinado por Invest In Cartagena, la agencia de inversión de la ciudad, quienes de la mano con las entidades que conforman la Comisión interinstitucional de Cambio Climático de Cartagena, se han propuesto

impulsar esta agenda de transformación, para impulsar la visión de una Cartagena más adaptada, resiliente, incluyente y competitiva al 2040 (Alcaldía de Cartagena *et al.*, 2014).

**Decreto 0689 de 2021.** Mediante el decreto del 1 de julio del 2021, el alcalde de la ciudad de Cartagena ordena la creación del Comité Técnico Interinstitucional de Educación Ambiental de Cartagena -CIDEA-, promovido por el Establecimiento Público Ambiental, EPA Cartagena. El CIDEA se encargará de fortalecer la institucionalización de la Política Nacional de Educación Ambiental en el Distrito de Cartagena, al igual que realizará el seguimiento, medición y acompañamiento a los programas, proyectos y acciones en educación y cultura ambiental que se ejecuten en la ciudad (Alcaldía de Cartagena, 2021).

La normatividad internacional, nacional y global existente en materia ambiental, plantean y resaltan la importancia de la conservación de los ecosistemas, y hacen énfasis en la educación ambiental, como una herramienta clave para lograr este objetivo, pues a través de experiencias pedagógicas, orientan el pensamiento y la acción, formando individuos y colectivos que tomen decisiones responsables en el manejo y la gestión de los recursos naturales en el contexto del desarrollo sostenible.

### Capítulo III. Metodología

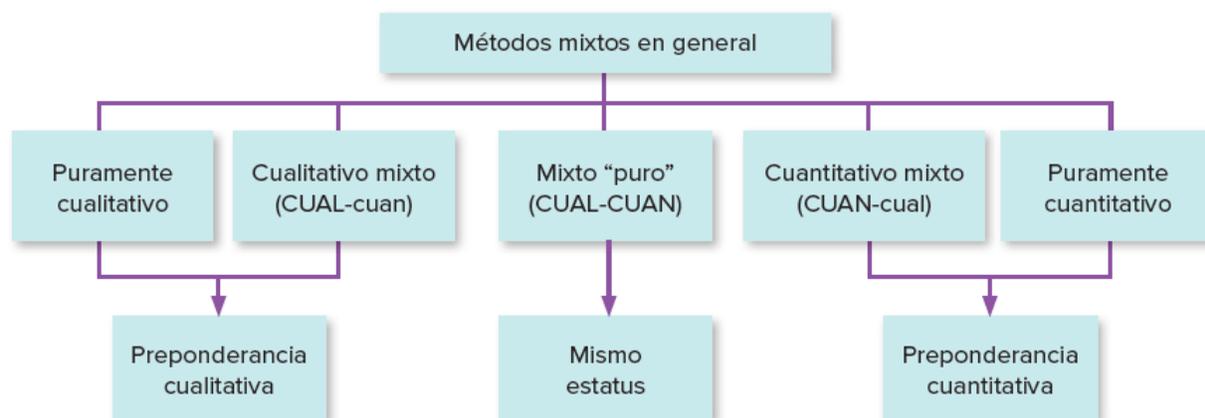
#### Método

La presente investigación se basa en un enfoque mixto, el cual según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) “representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio”. Asimismo, han sido ampliamente usados en la Educación Ambiental por las bondades que ofrecen en el desarrollo de investigaciones en este campo (Basto-Monsalve, 2019; Kahng et al., 2020; Williamson et al., 2022).

De otra parte, es posible percibir a la investigación mixta como un continuo en donde se mezclan los enfoques cuantitativo y cualitativo (**Figura 10**), centrándose más en uno de ellos o dándoles el mismo peso (Johnson et al., 2006 en Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), puesto que la investigación mixta permite un abordaje multimetódico de la investigación que se pretende desarrollar (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

#### Figura 10

*Principales enfoques de la investigación*



*Nota.* La figura muestra los tres principales enfoques de la investigación actualmente y los subtipos existentes. Fuente: Hernández-Sampieri y Mendoza (2018).

Partiendo de lo anterior, la presente investigación emplea un método cuantitativo mixto con una preponderancia cuantitativa (CUAN-cual) pues el componente cualitativo se empleará únicamente en la revisión de documentos curriculares para cumplir con el criterio de integración curricular que caracteriza el Aprendizaje Servicio. Cabe destacar que, con este componente de la investigación, se da cumplimiento al segundo objetivo planteado en la tesis doctoral el cual consiste en “analizar el plan de área de ciencias naturales y el PRAES de la I.E. Luis Carlos López, para identificar si se encuentran los ecosistemas marinos y su problemática de contaminación por microplásticos”.

En ese orden de ideas, debido al mayor peso que representa el componente cuantitativo en el desarrollo de esta investigación, a continuación, se detalla con mayor profundidad el enfoque cuantitativo.

En una revisión cuidadosa sobre el enfoque cuantitativo, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) proponen que este presenta ocho características esenciales entre las cuales destacan seis

de ellas: (1) la mayor objetividad posible, en este caso, lo que se observa no debe estar influido por el investigador, (2) se pretende generalizar los resultados y descubrimientos que arroje la investigación a partir del estudio de una muestra de toda la población, (3) la investigación debe ser replicable, (4) la meta principal se basa en la prueba de hipótesis que permita formular y postular teorías, (5) los datos que se obtengan contarán con los estándares de validez y confiabilidad deseados y las conclusiones a las que se llegue contribuirán a la generación de nuevo conocimiento, por último (6) se busca conocer el fenómeno estudiado tal y como es, por lo que las suposiciones del investigador deben ajustarse a esa realidad. A lo anterior, se puede adicionar también lo mencionado por Ortiz (2013) quien además de coincidir con estas características, expone que la medición es reactiva y controlada, el método es objetivo, se orienta hacia la verificación por lo que se considera reduccionista, es de tipo inferencial e hipotético-deductivo sobre una particularidad y supone una realidad estable.

Consecuente con lo anterior, en la presente investigación se aplicó un diseño metodológico cuasiexperimental con pretest-postest (Hervás et al., 2017; Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Los estudios cuasiexperimentales (CE) son ampliamente usados en el campo de la educación, la psicología y la medicina (Murillo, 2011; Aguilera-Morales y Perales-Palacios, 2016; Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018; Gorrall et al., 2016; Çingöl et al., 2021; Boneth-Collantes et al. 2022). Autores como Manterola y Otzen (2015) en su revisión sobre esta temática explican que los diseños CE pueden clasificarse en varios grupos. Por ejemplo, el diseño de grupo control no equivalente implica que a un grupo se le aplica una intervención conocida como variable independiente y se compara con otro grupo denominado el control. Este grupo control no recibe la intervención aplicada al primer grupo. No obstante, tanto en el grupo

intervenido como en el control, se realizan mediciones previas y posteriores a la aplicación de la intervención (Manterola y Otzen, 2015).

**Metodología correspondiente al objetivo 1: Identificar el nivel de conocimiento sobre la contaminación plástica en los ecosistemas marinos y las actitudes proambientales en estudiantes de educación básica secundaria.**

Partiendo de lo anterior, se realizó un diseño cuasiexperimental, con pretest-postest, grupo control y grupo experimental. Los grupos estuvieron conformados por estudiantes de grado noveno seleccionados al azar y se dividieron en dos subgrupos, a uno no se les aplicó ninguna intervención, por lo que han estado en sus actividades cotidianas preestablecidas por la Institución Educativa (p. ej. contenido curricular de área de ciencias naturales y el PRAE), denominado grupo control (Owens, 2017) al otro, se les realizó la intervención con Aprendizaje Servicio y se les denominó grupo experimental. A ambos grupos se les aplicó el pretest y postest que consistió en la medición de (1) conocimientos sobre los ecosistemas marinos y la contaminación por microplásticos y (2) actitudes proambientales. El diseño por lo anterior se representa de la siguiente manera:

GC O - O

GE O X O

El grupo experimental realizó trabajo de servicio en dos escenarios, uno institucional y otro familiar. El primero se llevó a cabo en la misma institución educativa, en donde realizaron Aprendizaje Servicio con estudiantes de menor nivel de escolaridad (grado sexto), y el segundo con sus familias desde sus hogares en donde realizaron investigaciones y experimentos para

examinar y abordar los problemas relacionados con la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos.

**Metodología correspondiente al objetivo 2: Analizar el plan de área de ciencias naturales y el PRAES de la I.E. Luis Carlos López, para identificar si se encuentran los ecosistemas marinos y su problemática de contaminación por microplásticos.**

Para realizar la intervención, se propuso el Aprendizaje Servicio como metodología para la educación ambiental en la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos. Con este fin, en primer lugar, se revisaron los planes de unidad de las asignaturas de Biología y Química de los grados sexto y noveno que están incluidos en el Plan de área de Ciencias Naturales del establecimiento educativo, así como el documento del Proyecto Ambiental Escolar (PRAES). De este modo se verificó que en la maya curricular de la I.E. se contemplan contenidos de enseñanza-aprendizaje sobre los ecosistemas marinos y su contaminación por plásticos, por lo que no fue necesario realizar ajustes adicionales al currículo.

**Metodología correspondiente al objetivo 3: Adecuar el aprendizaje servicio como estrategia metodológica para la educación ambiental en la problemática de los microplásticos en los ecosistemas marinos y su articulación con el área de ciencias y el PRAES de la Institución.**

Posterior a la revisión de documentos PACN y PRAE, se diseñaron las actividades pedagógicas y didácticas que conformaron la metodología en los dos escenarios propuestos para que los estudiantes de noveno desarrollen el aprendizaje de contenidos académicos a la vez que prestan un servicio a la comunidad (Chiva-Bartoll y Gil, 2016)

En tercer lugar, la estrategia metodológica fue revisada por expertos de dos disciplinas (uno en educación y otro en Biología y ecotoxicología ambiental marina) para contar con su retroalimentación, previo a la implementación de dicha estrategia con los estudiantes.

Posteriormente se socializó a los docentes del área de Ciencias Naturales de la IE, lo que permitió contribuir con la consolidación de la metodología.

Se aclara que, debido a que la población con la que se realizó la investigación es menor de edad, previo a la vinculación de los estudiantes al proyecto, se solicitó un consentimiento informado firmado por los acudientes de los estudiantes en el que manifestaron estar de acuerdo con la participación de sus acudidos en el proyecto de investigación.

**Metodología correspondiente al objetivo 4: Valorar el nivel de conocimiento adquirido y los cambios actitudinales en los estudiantes sobre la problemática de contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos después de la implementación de la estrategia metodológica.**

Finalizada la fase de trabajo con los estudiantes durante siete meses del año académico, se aplicó el posttest, para lo cual nuevamente la encuesta de conocimientos sobre los ecosistemas marinos y la contaminación por microplásticos y el test de actitudes proambientales que se utilizaron al inicio fueron aplicados por segunda vez a este grupo (GE) y al control (GC). Con esto se pretendió evidenciar cambios significativos en el nivel de conocimientos y actitudes proambientales de los estudiantes intervenidos con la estrategia ApS.

## **Nivel de la Investigación**

Durante la implementación de la investigación se abordará el nivel explicativo puesto que lo que se pretendía era determinar si existe un fortalecimiento de las actitudes proambientales, es decir, que se responde la hipótesis científica planteada. Para esto se propuso la siguiente hipótesis: si la estrategia metodológica basada en el Aprendizaje Servicio contribuye a la educación ambiental entonces los estudiantes lograrán conocimientos y cambios de actitudes proambientales sobre los ecosistemas marinos y sus bondades y servicios para la humanidad, así como la contaminación ambiental y la problemática de los microplásticos. Las variables del estudio fueron:

### **VI: Estrategia metodológica basada en Aprendizaje Servicio**

**VD:** Conocimiento y cambio de actitudes proambientales sobre los ecosistemas marinos y sus bondades y servicios para la humanidad, así como la contaminación ambiental y la problemática de los microplásticos

## **Técnicas**

Para el desarrollo del presente estudio se usaron dos técnicas. La primera, una encuesta, y la segunda, un test de actitudes proambientales. En una revisión cuidadosa sobre la encuesta, Blanco (2011) plantea que esta es una herramienta estandarizada que permite obtener información sobre una muestra de una población y que, además, dicha información puede ser de tipo familiar, personal, social, trayectoria laboral, gustos, conocimientos, opiniones, entre otros.

En la presente investigación, se empleó la encuesta con fines evaluativos para medir los conocimientos de los estudiantes del grado noveno de una institución educativa distrital de la ciudad de Cartagena. Esta encuesta se realizó alrededor de tres categorías: (1) conocimiento sobre ecosistemas marinos y las bondades y servicios que ofrecen a la humanidad, (2) sobre la contaminación ambiental y (3) los microplásticos y sus efectos negativos sobre los ecosistemas marinos. Finalmente, este instrumento se implementó con 28 preguntas de falso y verdadero y opción múltiple (Erhabor y Don, 2016; Hammami et al. 2017). El cuestionario fue revisado y validado por tres expertos con título de doctorado en biología marina y ecotoxicología ambiental marina del país.

Debido a que no se encontró un test específico de actitudes sobre ecosistemas marinos y su contaminación por microplásticos, se decidió realizar un test de actitudes proambientales, ya que igual permiten evidenciar las actitudes sobre la conservación y preservación de los diferentes ecosistemas.

Basado en lo anterior, se siguió lo realizado por Castanedo (1995), quien propone un instrumento eficaz para medir actitudes proambientales (de estudiantes de educación básica hasta niveles superiores) que contempla 50 ítems relacionados con el medio ambiente y un formato de escala tipo Likert. En este test se consideran tres factores que son la reducción en los niveles de contaminación y extinción de animales, la participación en la resolución de problemas medioambientales y la recolección de residuos y formación medioambiental (Castanedo, 1995). Cabe destacar que, de los 50 ítems del test original, se optó por trabajar inicialmente con los 32 que presentaron mayor peso de importancia en la validación realizada por Castanedo (1995) y, además, se aclara que estos 32 ítems contemplaron los tres factores previamente descritos.

Debido a que los instrumentos de recolección de datos a utilizar se deben ajustar al contexto colombiano y la temática abordada en la presente investigación, fue necesario realizar ajustes importantes y estandarizarlos tal como lo hicieron Heyl et al. (2013) en su estudio en Chile. Para esto, el test de actitudes proambientales de Castanedo (1995) fue estandarizado con ayuda de un psicólogo con amplia experiencia en el sector educativo. Posteriormente, para la determinación de la fiabilidad, se encuestaron 378 estudiantes de básica secundaria y media de una institución educativa de la ciudad de Cartagena de Indias (**Figura 11**). Con esto se cumplieron las premisas que requiere este tipo de validación psicométrica que indica que por cada ítem que tenga el test, es necesario que se encuesten mínimo 10 personas. En este caso, el valor mínimo debía ser 320. En este estudio el valor de alfa de Cronbach fue 0,7018. Este valor de fiabilidad fue posible eliminando dos ítems (13 y 15) que hacían parte de los 32 que propone Castanedo (1995) que contemplan tres factores (I, II y III). Por ende, el cuestionario resultante contiene 30 preguntas, las cuales se dividen en tres factores. El primero (Factor I), con 12 ítems (del 1 al 12), comprende la reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales. El segundo (Factor II), con 8 ítems (del 13 al 20), se refiere a la participación en la resolución de problemas medioambientales y, finalmente, el factor III (con 10 ítems; del 21 al 30) que corresponde a la recolección de residuos y formación medioambiental.

Cabe destacar que estos dos instrumentos validados se consideran un aporte importante en el estudio de la Educación Ambiental del país y, en general, del Caribe, pues suplen un vacío de conocimiento (con su implementación) y sirven de derroteros para abordar las problemáticas de ecosistemas marinos y su contaminación por plásticos y microplásticos.

**Figura 11**

*Aplicación de los instrumentos cuestionario de nivel de conocimientos y test de actitudes proambientales*



*Nota.* La figura muestra estudiantes de grado noveno de básica secundaria aplicando los instrumentos de recolección de información: cuestionario de nivel de conocimientos y test de actitudes proambientales. También se evidencia el docente como orientador y observador en el proceso.

Fuente: elaboración propia.

## **Población**

En el presente estudio se planteó abordar la problemática de microplásticos sobre los ecosistemas marinos en la ciudad de Cartagena, apuntando a uno de los sectores socioeconómicos más representativos y que, probablemente impactará a otros sectores a partir de los procesos de transformación que se logren en estudiantes de bachillerato. De igual forma, la investigación contempló trabajar sobre los ecosistemas marinos, de los cuales dependen directa e indirectamente los habitantes cartageneros ya sea para obtención de alimento o para el desarrollo de actividades económicas como el turismo. Estudios como el de Díaz et al. (2013) han demostrado que el sector turístico, principalmente el hotelero, ha sido identificado como una importante fuente de contaminación sobre los ecosistemas marinos de Cartagena, ya que, en la Isla de Tierra Bomba se han registrado hoteles con un inadecuado manejo de residuos sólidos, principalmente desechos plásticos que implican mayor contaminación de las playas aledañas. Esto también ha sido identificado por Henao-Castro et al. (2023), quienes encontraron una mayor acumulación de residuos sólidos tipo plástico en playas del Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario y de San Bernardo en épocas pre y post cuarentena por la pandemia de Covid-19.

La Institución Educativa Luis Carlos López desde el año 2014 hace parte del programa Colegios Amigos del Turismo (CAT) liderado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y, en este caso, apoyado por la Secretaría de Educación Distrital de Cartagena de Indias (Landazábal et al., 2020). El programa CAT contempla dentro de sus principales objetivos el componente ambiental, con lo que se pretende sensibilizar sobre la conservación de los ecosistemas y recursos naturales y culturales de los destinos turísticos de la ciudad (Romero y

Terán, 2017). De este modo, el establecimiento educativo promueve entre la comunidad estudiantil la opción de que sus egresados inicien su vida laboral en este sector socioeconómico vinculando estudiantes de grado 10 y 11 al programa de media técnica en este campo de acción. Asimismo, se sabe que parte importante de la fuente de ingresos de los hogares de los estudiantes también proviene de la actividad laboral en este sector (en muchos casos informal).

Adicionalmente, considerando que la ciudad de Cartagena está sectorizada en tres localidades y es en la localidad uno en la que se desarrolla la mayor parte de la actividad industrial, esta zona se hace relevante en el contexto de la presente investigación, puesto que se tiene evidencia científica que demuestra el efecto directo entre el sector industrial del plástico en la ciudad y la presencia de partículas de microplástico en playas turísticas como Marbella y Castillogrande (Díaz-Mendoza et al., 2020). Asimismo, específicamente para el sector industrial petroquímico existente en esta localidad, se ha demostrado que la gestión y manejo de sus residuos sólidos contribuye con la contaminación plástica, pues para 2013 en una sola compañía de este sector se produjeron aproximadamente 545000 kg y superando los 600000 kg en el año siguiente (Bedoya et al., 2017).

Considerando lo anterior, La Institución Educativa Luis Carlos López además de promover el turismo como una opción laboral para sus egresados (trabajando desde la primaria el programa CAT que además considera el componente ambiental), también se ubica en la localidad donde se encuentra el sector industrial de la ciudad.

Cabe anotar además que, este establecimiento educativo fue fundado hace más de 50 años en el barrio Blas de Lezo (número de identificación 113001000721) y presta el servicio desde preescolar hasta grado 11 de bachillerato (Landazábal et al., 2020). Cuenta actualmente con 1610 estudiantes matriculados y el bachillerato se desarrolla en la jornada de la tarde con

824 estudiantes y, a hasta el año 2021, se han graduado más de 2000 bachilleres de este plantel educativo. La comunidad estudiantil está caracterizada en los estratos 0, 1, 2, 3 y 4, siendo los estratos 1, 2 y 3 los más representativos con 945, 353 y 139 estudiantes, respectivamente. Para la implementación inicial (pretest) de la encuesta de conocimientos sobre ecosistemas marinos, plásticos y contaminación por microplásticos y el test de actitudes proambientales, se aplicaron los instrumentos en 378 estudiantes, que incluyeron muestras representativas de todos los niveles escolares presentes en la IE. En el caso del grado noveno, aquí se realizó un mayor esfuerzo de muestreo (N= 108), puesto que esta es la población objetivo de la presente investigación (como se explicará más adelante). Este tamaño muestral se obtiene a partir de un muestreo aleatorizado simple y estratificado (Gamboa y Parra, 2017).

Adicionalmente, para la implementación de la estrategia metodológica propuesta, se trabajó con estudiantes de grado noveno, los cuales comprenden aproximadamente el 18% del total de estudiantes de bachillerato de la institución educativa matriculados en el año 2022. Éstos, por ubicarse en un grado intermedio permanecerán tres años más en la I.E. y se puede hacer un seguimiento prolongado del proceso, pero además podrán trabajar con la población de edades menores, que en este caso serán de grado sexto. Adicionalmente, los estudiantes en edades entre 13 y 15 años poseen un desarrollo cognitivo más avanzado, por lo que podrán manejar adecuadamente el método aprendizaje-servicio, además, de acuerdo con el Decreto 1075 de 2015, la “básica secundaria” se refiere hasta el grado noveno, excluyendo a los estudiantes de media. Con los estudiantes de grado noveno, de acuerdo con los estándares básicos de competencias y los procesos de desarrollo del pensamiento, se supone el desarrollo de pensamiento lógico, es decir, que tienen elementos o criterios para juzgar acciones. En este caso, de los 150 estudiantes matriculados en noveno grado (cuatro cursos), por medio de un muestreo

aleatorizado simple (García-García et al., 2013; Arrazola y Zavala, 2014; Gamboa y Parra, 2017; Otzen y Manterola, 2017) se escogió una muestra de 108, la cual se dividió en dos grupos, el control o de comparación (GC; n=54) y el experimental (GE; n=54). Cabe anotar que para cada grupo se mantuvo una proporción similar (1:1) entre hombres y mujeres y, además, para mantener la aleatorización del muestreo, a cada estudiante se le asignó un número del 1 al 150 el cual se escribió en un papel y se depositó en una bolsa para la posterior selección.

Cabe destacar que debido a sus características demográficas y el contexto que presenta, las cuales son similares a la mayoría de las instituciones educativas distritales de la ciudad de Cartagena, esta institución educativa se convierte en una población objetivo-idónea para aplicar procesos de educación ambiental que permitan contribuir al conocimiento de los ecosistemas marinos y su contaminación con microplásticos y mejorar las actitudes proambientales de los estudiantes.

## **Procedimiento**

Momento 1: La primera etapa de la investigación fue el diseño y formulación del anteproyecto. En este componente se realizó la definición del problema de investigación, en conjunto con una búsqueda exhaustiva sobre los referentes bibliográficos que incluyeron las diferentes categorías abordadas en el desarrollo de la investigación para desarrollar el estado del arte, la justificación, los objetivos y la metodología que permite cumplir con los objetivos planteados.

Momento 2: Socialización de la propuesta de investigación. En esta etapa se realizaron al menos tres reuniones en las que se socializó el proyecto con los diferentes estamentos educativos de la Institución, en este caso, directivos, los docentes del área de Ciencias Naturales del

bachillerato y los acudientes de los estudiantes de los dos grupos de trabajo mencionados en la población (en esta también se citaron a los estudiantes involucrados). Además de socializar el proyecto, a cada estamento educativo se le hizo énfasis en el papel que tendría dentro de la investigación.

Momento 3: Diseño de encuesta para evaluar nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, plásticos y microplásticos y estandarización del test de actitudes proambientales. En esta fase se usó un modelo de test de actitudes proambientales previamente validado en estudiantes de España, razón por la cual se ajustó al contexto de la presente investigación por medio de un experto en psicología del campo educativo. Asimismo, se procedió con la aplicación de un pilotaje y finalmente con una validación del instrumento por parte de dos expertos, uno en el campo educativo y otro en ecosistemas marinos y contaminación.

Momento 4: Implementación de encuesta y test de actitudes proambientales (Pretest). En este momento se realizó la implementación de los instrumentos previamente ajustados, estandarizados y validados por expertos. Esta implementación se realizó en una muestra representativa de estudiantes de todo el bachillerato (N=378), pero en el caso de grado noveno, se realizó un mayor esfuerzo de muestreo (N= 108) debido a que este es el grado que sería intervenido posteriormente.

Momento 5: Análisis de información de resultados del instrumento. A partir de la información recopilada del Plan de área de Ciencias Naturales y el PRAE de la I.E y, la aplicación de la encuesta de conocimientos y el test de actitudes proambientales se verificó que el currículo se integrara con la estrategia ApS, de este modo se aseguró que el currículo sirviera de base para la estrategia.

Momento 6: Formular la estrategia de intervención de Aprendizaje-Servicio. Para esto se consultaron diferentes enfoques pedagógicos y todo lo referente a la estrategia de ApS como herramienta de educación y otras experiencias, especialmente dirigidas a problemáticas ambientales. De este modo, a partir de sesiones reflexivas entre el doctorando y la tutora se consideraron las categorías que abarcó la investigación, esto es, educación ambiental (E.A.), aprendizaje servicio (ApS), ecosistemas marinos y contaminación por microplásticos. Asimismo, basándose en la revisión de experiencias previas en la EA en Colombia, se identificaron y contemplaron las actividades didácticas más usadas en estrategias de EA y que han demostrado mayor eficiencia al ser aplicadas con estudiantes de básica secundaria. Estas actividades fueron los conversatorios, el uso de videos, experimentos y actividades de diagnóstico de problemáticas. En consecuencia con lo anterior, se entrelazaron las categorías y las actividades didácticas para la formulación de la estrategia de intervención ApS.

Con el fin de obtener una estrategia con secuencia lógica y que estuviera interconectada en cada una de sus actividades, se propuso su desarrollo en cuatro fases, en las que se entrelazan las categorías abordadas y las actividades didácticas escogidas con fines de sensibilización, formación crítica, motivación, solidaridad a partir del servicio (lo experiencial), promover habilidades investigativas y generar situaciones que permita la resolución de problemáticas contextualizadas. Finalmente se destaca que toda la estrategia está estrechamente relacionada con el currículo, lo cual se verificó a partir de la revisión del Plan Educativo Institucional, Plan de Área de Ciencias Naturales y el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la I.E.

Momento 7: Revisión por expertos e implementación de la estrategia metodológica de Aprendizaje-Servicio. Una vez formulada la estrategia de intervención, ésta fue revisada por dos expertos, uno en educación y otro en biología y ecotoxicología ambiental marina. Éstos

sugirieron algunos ajustes y validaron la estrategia. Posteriormente se socializó con los docentes y, finalmente, se implementó la estrategia con 54 estudiantes (grupo experimental - GE) del grado noveno durante siete meses del año académico 2022. Al ser un grupo numeroso, se tomó la decisión de dividirlos en dos grupos, cada uno de 27 estudiantes. Lo anterior facilitó el desarrollo de las actividades de servicio que debían realizar los estudiantes del grado noveno con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa (IE). Finalmente se destaca que, desde el inicio de la fase de implementación de la presente investigación, se contextualizó a los estudiantes sobre el proyecto de investigación, los objetivos propuestos y la importancia de su participación constante.

Momento 8: Implementación del postest. Con el fin de evidenciar un impacto positivo en el nivel de conocimientos (sobre ecosistemas marinos y sus bondades y servicios que ofrecen a la humanidad, la contaminación ambiental con plásticos y los microplásticos) y actitudes proambientales en los estudiantes intervenidos con la estrategia ApS propuesta, se aplicó nuevamente la encuesta y el test de actitudes proambientales previamente usados en el pretest tanto al grupo control como al experimental (N= 108). Con esto es posible realizar una comparación entre los dos grupos de trabajo mencionados en el componente anterior.

Momento 9: Análisis de la información. Esta fase se realizó con ayuda de estadística básica descriptiva e inferencial. Para esto, a partir de los datos obtenidos en el pretest y postest, se aplicaron pruebas estadísticas de comparación de dos muestras pareadas (t pareada) e independientes (t de student). Estas dos pruebas (de estadística paramétrica) se aplicaron en los casos en los que los datos se ajustaron a una distribución normal ( $p > 0,05$ ) y existió homogeneidad de varianzas ( $p > 0,05$ ) los cuales se verificaron usando pruebas Shapiro-Wilks y

Levene, respectivamente (Guisande et al. 2006). Para los casos en los que no se cumplieron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks;  $p < 0,05$ ) y homocedasticidad (Levene;  $p < 0,05$ ) de los datos de las muestras, se procedió a aplicar pruebas no paramétricas de comparación de dos muestras pareadas (Prueba de signos de Wilcoxon) e independientes (Prueba U de Mann Whitney). Con los resultados de estas pruebas de estadística inferencial fue posible conocer el impacto sobre el nivel de conocimientos (cuestionario) y actitudes (test) sobre los ecosistemas marinos y la problemática de su contaminación por microplásticos marinos. La estadística básica descriptiva se realizó con el software MINITAB (Alin, 2010) y la estadística inferencial con los software PAST versión 4.09 (Hammer et al., 2001) y Statistica 7.0 ® (Statsoft, 2004).

Momento 10: Resultados y conclusiones. Ésta comprendió la descripción de los resultados encontrados a partir del análisis de datos obtenidos en el pretest y posttest y aquellos obtenidos durante la implementación de la estrategia metodológica de Aprendizaje-Servicio.

## Capítulo IV: Resultados

El presente capítulo muestra los resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis doctoral. Este componente comprende inicialmente los resultados de la medición del nivel de conocimientos sobre la contaminación plástica en ecosistemas marinos y las actitudes proambientales en estudiantes de educación básica secundaria. (**objetivo 1**). Posteriormente se muestran los resultados derivados de la revisión del plan del área de ciencias naturales y el PRAES de la I.E. Luis Carlos López, para identificar si se encuentran los ecosistemas marinos y su problemática de contaminación por microplásticos inmersos en el currículo (**objetivo 2**). Como tercer componente importante de los resultados de la tesis doctoral, se evidencia la estrategia metodológica aprendizaje servicio (ApS) diseñada y la implementación de dicha estrategia en el ámbito escolar y en el hogar de los estudiantes intervenidos (**objetivo 3**). Finalmente, se presentan los resultados del postest (cuestionario de nivel de conocimientos y test de actitudes proambientales) y la estadística inferencial que demuestran diferencias significativas entre las comparaciones de respuestas del pretest y el postest de ambos instrumentos entre (y dentro) los grupos de estudiantes control y experimental (**objetivo 4**).

***Resultados correspondientes al objetivo 1: Identificar el nivel de conocimiento sobre la contaminación plástica en los ecosistemas marinos y las actitudes proambientales en estudiantes de educación básica secundaria.***

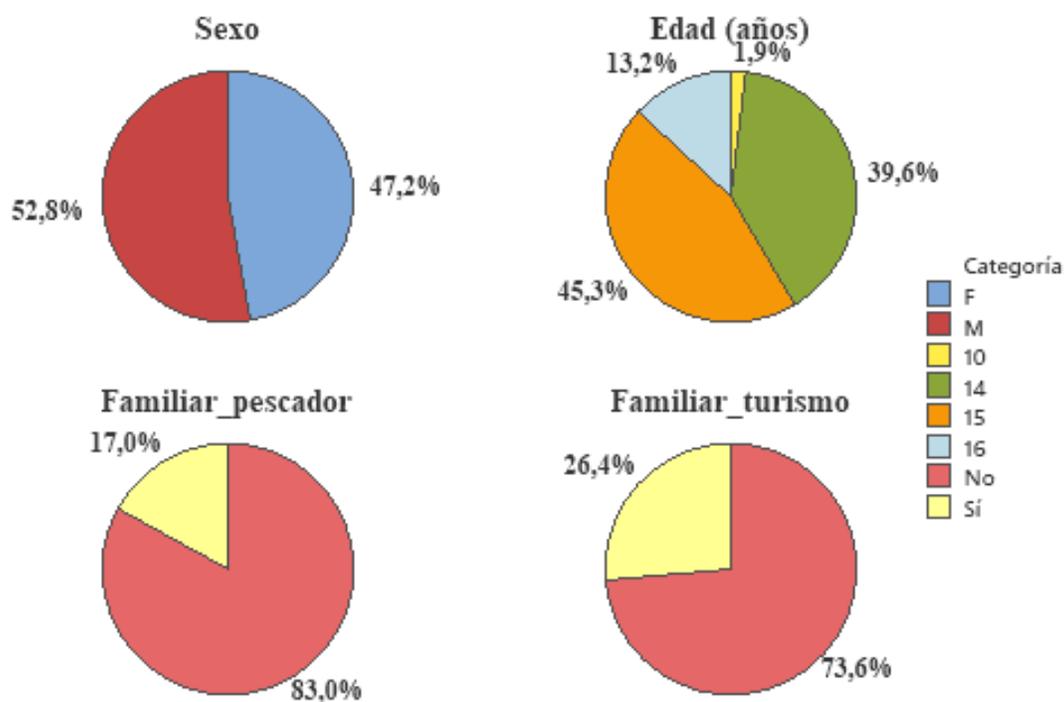
En este componente se muestra la caracterización sociodemográfica de los estudiantes que conformaron los dos grupos de trabajo (control y experimental), seguido por los resultados del pretest realizado con la aplicación del cuestionario y test de actitudes proambientales, lo cual en conjunto, permite dar cumplimiento al primer objetivo planteado en la investigación.

***Caracterización sociodemográfica de la población objeto de estudio***

*El grupo Experimental (GE)* resultó homogéneo entre la proporción de hombres y mujeres. La mayoría de los estudiantes (45,3%) presentaron una edad de 15 años. Como dato relevante, se obtuvo que el 17% de los estudiantes tienen algún familiar que se dedica al oficio de la pesca de subsistencia y un 26,4% tienen algún familiar que trabaja en el sector turístico de la ciudad de Cartagena (**Figura 12**).

**Figura 12**

*Características sociodemográficas de los estudiantes del grupo experimental.*

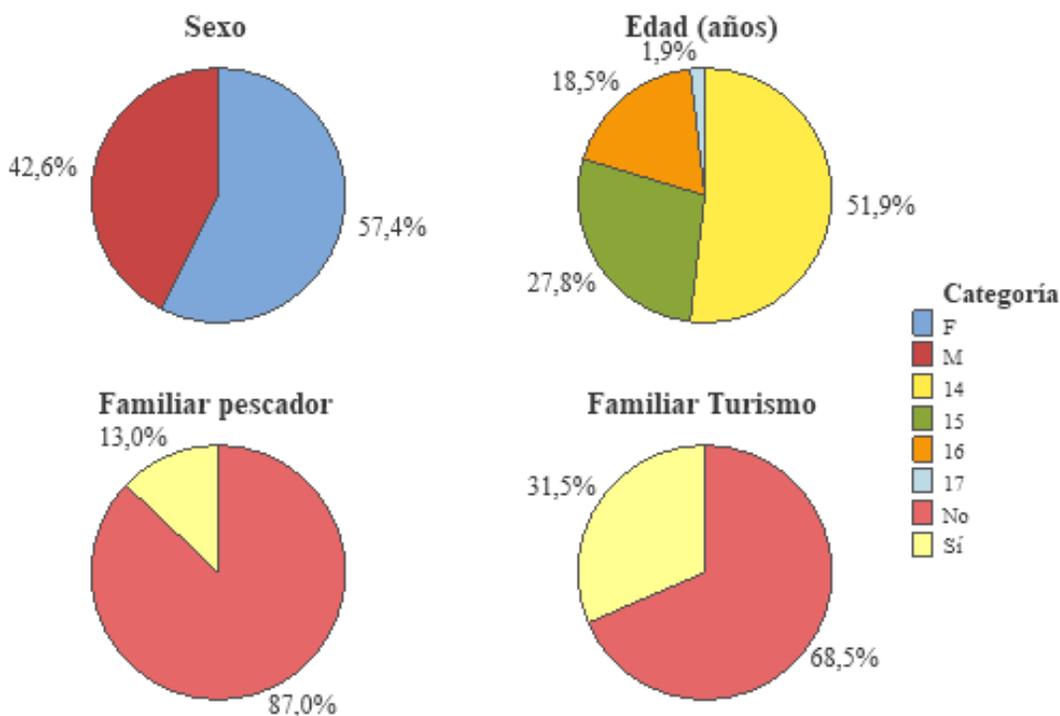


*Nota.* Fuente: elaboración propia.

*El Grupo control (GC)* se conformó por 42,6 mujeres y 57,4 de hombres, siendo en su mayoría estudiantes de 14 y 15 años con 51,9 y 27,8%, respectivamente (**Figura 13**). De este grupo, el 13% manifestó tener un familiar pescador y el 31,5% indicó que tiene algún familiar que labora en el sector turístico de la ciudad de Cartagena.

### Figura 13

*Características sociodemográficas de los estudiantes del grupo control.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Una vez caracterizados demográficamente los dos grupos de estudiantes, se procedió a aplicar el cuestionario de conocimientos y el test de actitudes proambientales.

### ***Implementación del Pretest***

**Cuestionario Nivel de Conocimientos – Pretest.** El cuestionario de nivel de conocimientos aplicado se compuso de 28 preguntas (**Tabla 2**), de las cuales las primeras 16 se enfocaron en la temática de conocimientos sobre ecosistemas marinos como arrecifes de coral, manglares, praderas de pastos marinos y litoral de playa arenosa; y las bondades y servicios ecosistémicos que prestan a la humanidad. Las preguntas de 18 hasta la 23 abordaron la problemática de la contaminación ambiental y marina. Finalmente, las preguntas 24 a 28

indagaron sobre el nivel de conocimientos sobre los microplásticos, especialmente en el ambiente marino.

**Grupo Control (GC).** El porcentaje de acierto osciló entre 27,8 y 98,9%, encontrando los porcentajes más bajos en conocimientos sobre los ecosistemas marinos y las bondades y servicios que prestan a la humanidad (**Tabla 2**). En general, los estudiantes respondieron correctamente en el 62,25% de los casos, siendo las preguntas 4, 2 y 17 las que obtuvieron mayor porcentaje de acierto en sus respuestas (98,9, 92,6 y 85,2%, respectivamente). Con lo anterior, se infiere que más del 70% no tiene claro que los arrecifes de coral son ecosistemas costeros y dependen de la luz solar para su sobrevivencia, por lo que se encuentran en zonas cercanas a la costa y someras (menos de 30 metros de profundidad). En el caso de las praderas de pastos marinos, para el 68,5% de los estudiantes, no es clara la definición de estos ecosistemas y, para el 63% tampoco es claro que estos ecosistemas se ubican en zonas someras (entre 0 y 5 m de profundidad; dato general) pues dependen de la disponibilidad de luz solar para la subsistencia (hacen fotosíntesis) de los pastos marinos.

También se destaca que, en general, los estudiantes comprenden el concepto de contaminación y algunos de sus efectos negativos sobre la biodiversidad marina y la humanidad.

## **Tabla 2**

*Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación*

*ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en grupo control-  
pretest.*

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
1. Los arrecifes de coral son estructuras construidas básicamente por organismos vertebrados como peces, tiburones y cangrejos	F	37	63
2. Los arrecifes de coral son ecosistemas que sirven como refugio para las larvas de muchos peces y otras especies marinas.	V	92,6	7,4
3. Los arrecifes de coral son ecosistemas que se encuentran en zonas lejanas a la costa y muy profundas en los océanos.	F	72,2	27,8
4. Los arrecifes de coral son un importante atractivo turístico, debido a atraen gran cantidad de turistas y buceadores por la gran variedad de especies animales como peces, crustáceos, moluscos, que aportan belleza y colorido.	V	98,9	1,1
5. Un manglar es un ecosistema marino-costero en el cual la especie fundamental es el mangle, un árbol que resiste altos grados de salinidad combinados con agua dulce. Los manglares forman bosques en espacios inundados ubicados a nivel del mar en zonas costeras como estuarios, bahías, ensenadas y lagunas.	V	74,1	25,9
6. Los manglares son considerados principalmente territorios de apareamiento, cría y alimentación para muchos peces y moluscos.	V	74,1	25,9
7. Los manglares son ecosistemas constituidos principalmente por crustáceos, esponjas y moluscos.	F	42,6	57,4
8. Los manglares pueden disminuir la energía de las olas y disminuir el impacto de los maremotos.	V	57,4	42,6
9. Los manglares ayudan a limpiar el agua reteniendo los sedimentos ricos en materia orgánica y nutrientes.	V	77,8	22,2

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
10. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas cuya base son especies vegetales, en estos, es común encontrar cangrejos, insectos y aves; además, las tortugas marinas buscan estos ecosistemas para anidar y depositar sus huevos.	F	68,5	31,5
11. Las praderas de pastos marinos sirven como trampas que atrapan sedimentos o material sólido que llega al mar.	V	51,9	48,1
12. Las praderas de pastos marinos se encuentran en las zonas profundas de los océanos.	F	63	37
13. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas importantes porque ayudan a combatir los cambios a largo plazo en la temperatura y los patrones climáticos del planeta (es decir, el cambio climático).	V	57,4	42,6
14. Las playas son sitios donde se encuentran sedimentos acumulados, no consolidados (como la arena) que han sido transportados a la costa y moldeados por corrientes, oleaje y vientos, por lo que es un medio modificable.	V	74,1	25,9
15. Las playas de arena tienen poca presencia de especies de organismos animales y vegetales ya que solo sirven para el turismo.	F	66,7	33,3
16. En las playas de arena se llevan a cabo procesos muy importantes, pues allí se reproducen animales como los moluscos, crustáceos y las tortugas marinas.	V	66,7	33,3
17. La contaminación consiste en la acumulación de sustancias no deseadas en el medio ambiente, es decir, en el suelo, agua, aire y en los organismos. La presencia de estas sustancias provoca graves impactos negativos en los ecosistemas.	V	85,2	14,8
18. Cuando el plástico llega al océano, es destruido por el oleaje, las corrientes, las sales, la luz solar por la radiación ultravioleta y los	F	31,5	68,5

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
fuertes vientos, de este modo, no se acumulan en el medio marino ni afecta a los organismos.			
19. La presencia de residuos plásticos en los mares y océanos no es un tema que deba preocuparnos, porque mares y océanos son sistemas muy grandes que pueden almacenar muchos residuos sin impactar los seres vivos que habitan allí.	F	31,2	68,8
20. La contaminación puede afectar a los alimentos que consumimos, amenazando la supervivencia, desarrollo y reproducción de los seres vivos, incluidos los seres humanos.	V	77,8	22,2
21. La contaminación del mar puede deberse a causas naturales y por actividades del hombre.	V	79,6	20,4
22. La contaminación de los ecosistemas marinos no afecta los servicios que estos prestan a la humanidad como el turismo, la reducción de los impactos del cambio climático y la variedad de especies de organismos, entre otros.	F	46,3	53,7
23. La basura que algunas personas arrojan a la calle tiene muy poca posibilidad de llegar a los océanos.	F	27,8	72,2
24. ¿Sabes qué son los microplásticos?	NA	55,6 (Sí)	44,9 (No)
25. Si en la pregunta anterior, su respuesta fue afirmativa, por favor escoja la opción que considere correcta de la definición de microplásticos.	Partículas de plástico < 5 mm que se acumulan y no se degradan fácilmente.	37 (correcto)	63 (incorrecto)
26. Los microplásticos se encuentran en ambientes terrestres y acuáticos como ríos, lagos y mares, sin contaminarlos.	F	48,2	51,8
27. Los microplásticos que se encuentran en los océanos pueden absorber contaminantes presentes en el agua, y debido a su tamaño pueden ser fácilmente ingeridos por una gran	V	55,6	44,4

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
variedad de organismos marinos, como peces, crustáceos y moluscos.			
28. Los organismos marinos no comen microplásticos porque saben que no son parte normal de su alimentación.	F	44,4	55,6

*Nota.* Respuesta verdadera (V), respuesta falsa (F). En color rojo se resaltaron las respuestas acertadas. Los datos se muestran en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Específicamente sobre los microplásticos, se encontró que los conocimientos sobre este asunto son bajos. El 55,6% indicó que sí sabía qué eran los microplásticos, sin embargo, al preguntar sobre la definición correcta, tan solo el 37% respondió acertadamente (**Tabla 2**). Finalmente, entre el 51,8 y 55,6% comprenden sobre la ubiquidad de los microplásticos, así como algunos de los impactos negativos que generan sobre los ecosistemas marinos y su biodiversidad.

**Grupo Experimental (GE).** En general se evidenció que las respuestas acertadas superaron el 40% en la mayoría de los casos a excepción de las preguntas 10 y 25 con 20,4 y 33,3%, respectivamente (**Tabla 3**). Las preguntas con mayor porcentaje de acierto (92,6%) fueron la segunda y cuarta que coincidieron con la temática de los arrecifes de corales. Las praderas de pastos marinos, a pesar de su importancia y lo comunes en las zonas costeras de Cartagena (zona continental e insular), obtuvieron el menor porcentaje de acierto que osciló entre 20,4 - 48,1%.

**Tabla 3**

*Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en grupo experimental-pretest.*

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
1. Los arrecifes de coral son estructuras construidas básicamente por organismos vertebrados como peces, tiburones y cangrejos	F	53,7	46,3
2. Los arrecifes de coral son ecosistemas que sirven como refugio para las larvas de muchos peces y otras especies marinas.	V	92,6	7,4
3. Los arrecifes de coral son ecosistemas que se encuentran en zonas lejanas a la costa y muy profundas en los océanos.	F	50	50
4. Los arrecifes de coral son un importante atractivo turístico, debido a atraen gran cantidad de turistas y buceadores por la gran variedad de especies animales como peces, crustáceos, moluscos, que aportan belleza y colorido.	V	92,6	7,4
5. Un manglar es un ecosistema marino-costero en el cual la especie fundamental es el mangle, un árbol que resiste altos grados de salinidad combinados con agua dulce. Los manglares forman bosques en espacios inundados ubicados a nivel del mar en zonas costeras como estuarios, bahías, ensenadas y lagunas.	V	90,7	9,3
6. Los manglares son considerados principalmente territorios de apareamiento, cría y alimentación para muchos peces y moluscos.	V	72,2	27,8
7. Los manglares son ecosistemas constituidos principalmente por crustáceos, esponjas y moluscos.	F	44,4	55,6
8. Los manglares pueden disminuir la energía de las olas y disminuir el impacto de los maremotos.	V	59,3	40,7

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
9. Los manglares ayudan a limpiar el agua reteniendo los sedimentos ricos en materia orgánica y nutrientes.	V	61,1	38,9
10. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas cuya base son especies vegetales, en estos, es común encontrar cangrejos, insectos y aves; además, las tortugas marinas buscan estos ecosistemas para anidar y depositar sus huevos.	F	79,6	20,4
11. Las praderas de pastos marinos sirven como trampas que atrapan sedimentos o material sólido que llega al mar.	V	42,6	57,4
12. Las praderas de pastos marinos se encuentran en las zonas profundas de los océanos.	F	51,9	48,1
13. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas importantes porque ayudan a combatir los cambios a largo plazo en la temperatura y los patrones climáticos del planeta (es decir, el cambio climático).	V	46,3	53,7
14. Las playas son sitios donde se encuentran sedimentos acumulados, no consolidados (como la arena) que han sido transportados a la costa y moldeados por corrientes, oleaje y vientos, por lo que es un medio modificable.	V	77,8	22,2
15. Las playas de arena tienen poca presencia de especies de organismos animales y vegetales ya que solo sirven para el turismo.	F	44,4	55,6
16. En las playas de arena se llevan a cabo procesos muy importantes, pues allí se reproducen animales como los moluscos, crustáceos y las tortugas marinas.	V	79,6	20,4
17. La contaminación consiste en la acumulación de sustancias no deseadas en el medio ambiente, es decir, en el suelo, agua, aire y en los organismos. La presencia de estas	V	81,5	18,5

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
sustancias provoca graves impactos negativos en los ecosistemas.			
18. Cuando el plástico llega al océano, es destruido por el oleaje, las corrientes, las sales, la luz solar por la radiación ultravioleta y los fuertes vientos, de este modo, no se acumulan en el medio marino ni afecta a los organismos.	F	22,2	77,8
19. La presencia de residuos plásticos en los mares y océanos no es un tema que deba preocuparnos, porque mares y océanos son sistemas muy grandes que pueden almacenar muchos residuos sin impactar los seres vivos que habitan allí.	F	18,5	81,5
20. La contaminación puede afectar a los alimentos que consumimos, amenazando la supervivencia, desarrollo y reproducción de los seres vivos, incluidos los seres humanos.	V	85,2	14,8
21. La contaminación del mar puede deberse a causas naturales y por actividades del hombre.	V	88,9	11,1
22. La contaminación de los ecosistemas marinos no afecta los servicios que estos prestan a la humanidad como el turismo, la reducción de los impactos del cambio climático y la variedad de especies de organismos, entre otros.	F	27,8	72,2
23. La basura que algunas personas arrojan a la calle tiene muy poca posibilidad de llegar a los océanos.	F	16,7	83,3
24. ¿Sabe qué son los microplásticos?	NA	51,9 (Sí)	48,1 (No)
25. Si en la pregunta anterior, su respuesta fue afirmativa, por favor escoja la opción que considere correcta de la definición de microplásticos.	Partículas de plástico < 5 mm que se acumulan y no se degradan fácilmente.	33,3 (correcto)	66,7 (incorrecto)
26. Los microplásticos se encuentran en ambientes terrestres y acuáticos como ríos, lagos y mares, sin contaminarlos.	F	44,4	55,6

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
27. Los microplásticos que se encuentran en los océanos pueden absorber contaminantes presentes en el agua, y debido a su tamaño pueden ser fácilmente ingeridos por una gran variedad de organismos marinos, como peces, crustáceos y moluscos.	V	72,2	27,8
28. Los organismos marinos no comen microplásticos porque saben que no son parte normal de su alimentación.	F	29,6	70,4

*Nota.* Respuesta verdadera (V), respuesta falsa (F). En color rojo se resaltaron las respuestas acertadas. Los datos se muestran en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, para el componente de contaminación ambiental y microplásticos, los resultados indican que el 72,2% de los estudiantes del grupo experimental maneja conocimientos sólidos sobre esta problemática a nivel general. Sin embargo, en ninguna de las preguntas (relacionadas con esta temática) se contó con aciertos superiores al 89%.

Finalmente, específicamente para la problemática ambiental de los microplásticos, se registró que el 48,1% de los estudiantes manifestó no saber qué eran los microplásticos. No obstante, de aquellos estudiantes que indicaron que sí sabían la definición de microplásticos, solo el 33,3% respondieron de manera correcta. Con esto se asume que más del 85% de los estudiantes desconocen qué son los microplásticos per, aparentemente, sí saben que se pueden encontrar en el océano y absorber contaminantes y ser ingeridos por organismos marinos (72,2% responde correctamente la pregunta 27; **Tabla 3**).

### **Test De Actitudes Proambientales**

**Grupo Control (GC).** Como resultados destacables sobre la actitudes proambientales de este grupo de estudiantes, se pudo evidenciar que la mayoría estuvo en desacuerdo (valor promedio de escala Likert = 3,87; **Tabla 4**) con no hacer nada para reducir la contaminación (ítem 1). Algo similar se encontró con los ítems 5 y 9 con valores promedio de 3,98 y 3,67, respectivamente (**Tabla 4**). Todo esto se refleja en que, para estos ítems, más del 20% de estudiantes estuvo en muy en desacuerdo, y más del 30%, estuvo en desacuerdo (**Figura 14**). Adicionalmente, los valores promedio para los ítems 2, 8 y 10, resultaron ser los más bajos (2,04, 2,0 y 2,07; **Tabla 4**), lo que indica que, en general, los estudiantes estuvieron de acuerdo, por lo que coinciden en que se debe prevenir la extinción de animales, también que la contaminación es peligrosa y, además, sí estarían muy de acuerdo (24,1%) y de acuerdo (48,1%) en donar parte del valor de su merienda (dinero que le dan sus padres para comprar alimentos y bebidas en el colegio) para promover el uso prudente de residuos naturales (**Figura 14**). Con todo lo anterior, es posible inferir que para el factor I (reducción de la contaminación y extinción de animales), la mayoría de los estudiantes presentan actitudes proambientales adecuadas. A pesar de lo anterior, se destaca que en siete ítems (de los 12 de este factor), más del 20,4% (y hasta un 31,5%) de los estudiantes se mostraron indiferentes ante los planteamientos (**Figura 14**), por lo que se hace necesario realizar trabajos de educación ambiental que permitan disminuir el nivel de indiferencia hacia el cuidado del ambiente con este grupo.

**Tabla 4**

*Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo control – Pretest.*

<b>Ítem</b>	<b>Media</b>	<b>EE</b>	<b>DS</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
1. No deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos.	3,87	0,169	1,245	1	5
2. Debemos prevenir la extinción de cualquier tipo de animal, aun cuando signifique renunciar a algunas cosas para nosotros mismos.	2,04	0,137	1,009	1	5
3. Con el fin de reducir la contaminación ambiental, en el centro de las grandes ciudades, debería restringirse el uso de vehículos, permitiendo circular únicamente a los del servicio público, bicicletas o vehículos eléctricos.	2,63	0,148	1,087	1	5
4. La producción de energía no produce ninguna contaminación, ya que el gobierno establece vigilancia y control.	2,87	0,145	1,065	1	5
5. Los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados.	3,98	0,128	0,942	1	5
6. Estaría dispuesto (a) a hacer concesiones personales para reducir el ritmo de la contaminación, aunque los resultados inmediatos no fueran significativos.	2,02	0,086	0,629	1	3
7. Aun cuando el transporte público fuese más eficiente de lo que es, preferiría ir en mi propio carro, aunque no lo tuviese.	2,48	0,142	1,041	1	5
8. Incluso la gente de los países ricos no podrá sobrevivir si la contaminación llega a niveles peligrosos.	2,00	0,13	0,952	1	5
9. No creo que casi todas las criaturas vayan a extinguirse por la contaminación a niveles exagerados.	3,67	0,145	1,064	1	5
10. Estaría dispuesto a donar una parte del valor de mi merienda cada semana para promover el uso prudente de los recursos naturales.	2,07	0,109	0,797	1	4
11. No estoy dispuesto (a) a tolerar molestias para reducir la contaminación si para ello tengo que restringir el uso de aparatos como la TV, el celular, el internet o el aire acondicionado.	3,22	0,139	1,022	1	5

Ítem	Media	EE	DS	Min	Max
12. La contaminación no es una consecuencia de haber infringido las leyes naturales del medio ambiente.	3,31	0,149	1,096	1	5
13. Me gustaría establecer contacto con la oficina local del medio ambiente para obtener información sobre programas para prevenir la contaminación.	2,09	0,122	0,896	1	4
14. Me gustaría leer algunos libros sobre contaminación, medio ambiente y ecología.	2,11	0,126	0,925	1	4
15. Me gustaría tomar un papel activo en la solución de problemas que originan la contaminación.	2,39	0,125	0,92	1	5
16. Aunque hay contaminación continua de lagos, ríos y aire, la naturaleza se encarga de autolimpiarse y purificar el ambiente.	3,20	0,153	1,122	1	5
17. Me interesa cambiar los productos que he utilizado siempre por otros nuevos que contaminen menos, incluso aunque esta medida signifique que mis padres gasten más dinero.	2,44	0,142	1,04	1	5
18. La actividad habitual de las organizaciones que trabajan para prevenir la contaminación están más interesadas en beneficiarse y enriquecerse con los proyectos que contribuir al medio ambiente.	2,33	0,142	1,046	1	5
19. Si pudiera daría tiempo, dinero o ambos a una organización que trabaje para mejorar la calidad del ambiente.	1,93	0,105	0,773	1	4
20. Cuando compro algo miro seriamente lo que cuesta y el rendimiento, y no tomo en cuenta si contamina o no el medio ambiente.	2,63	0,128	0,938	1	5
21. Me gustaría informar a la gente de la importancia que tienen la contaminación y los problemas medioambientales.	1,98	0,104	0,765	1	5
22. Creo que en la formación de los docentes se debe incluir la Educación Ambiental.	1,74	0,096	0,705	1	4
23. Los profesores de mi colegio deberían recibir un Seminario de Educación Ambiental, formación que transmitirían a sus alumnos en los programas transversales	1,85	0,093	0,684	1	4
24. Me siento triste después de ver en la TV un programa sobre destrucción ambiental.	2,02	0,114	0,835	1	4
25. Los productos alimenticios envasados, como bebidas y conservas, deberían ser de vidrio retornable, para evitar la acumulación, en el ambiente, de latas y botellas.	2,02	0,123	0,901	1	5

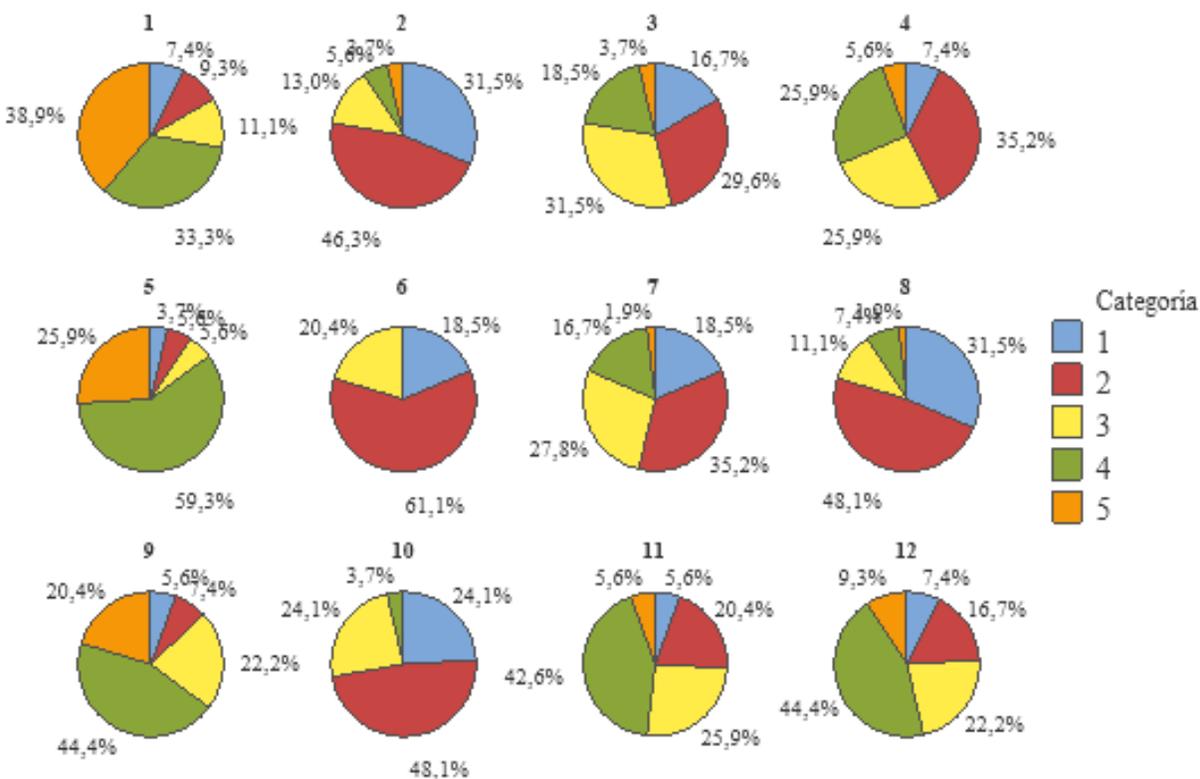
Ítem	Media	EE	DS	Min	Max
26. La basura debería recogerse utilizando métodos menos ruidosos que los utilizados.	2,00	0,109	0,801	1	5
27. Debería controlarse el uso y el abuso de las bolsas de plástico.	1,61	0,077	0,564	1	3
28. La naturaleza y el medio ambiente son bienes sociales, patrimonio de toda la humanidad y de las generaciones futuras, por tanto, no tenemos derecho a deteriorarlo y explotarlo como lo estamos haciendo.	1,81	0,121	0,892	1	4
29. El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana.	2,00	0,102	0,752	1	4
30. Lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra. sino la propia vida del organismo.	1,70	0,105	0,768	1	5

*Nota.* Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 21 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental. Error estándar (EE), desviación estándar (DE), valor mínimo (Min) y valor máximo (Max). Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente: Elaboración propia.

#### **Figura 14**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo control-pretest.*



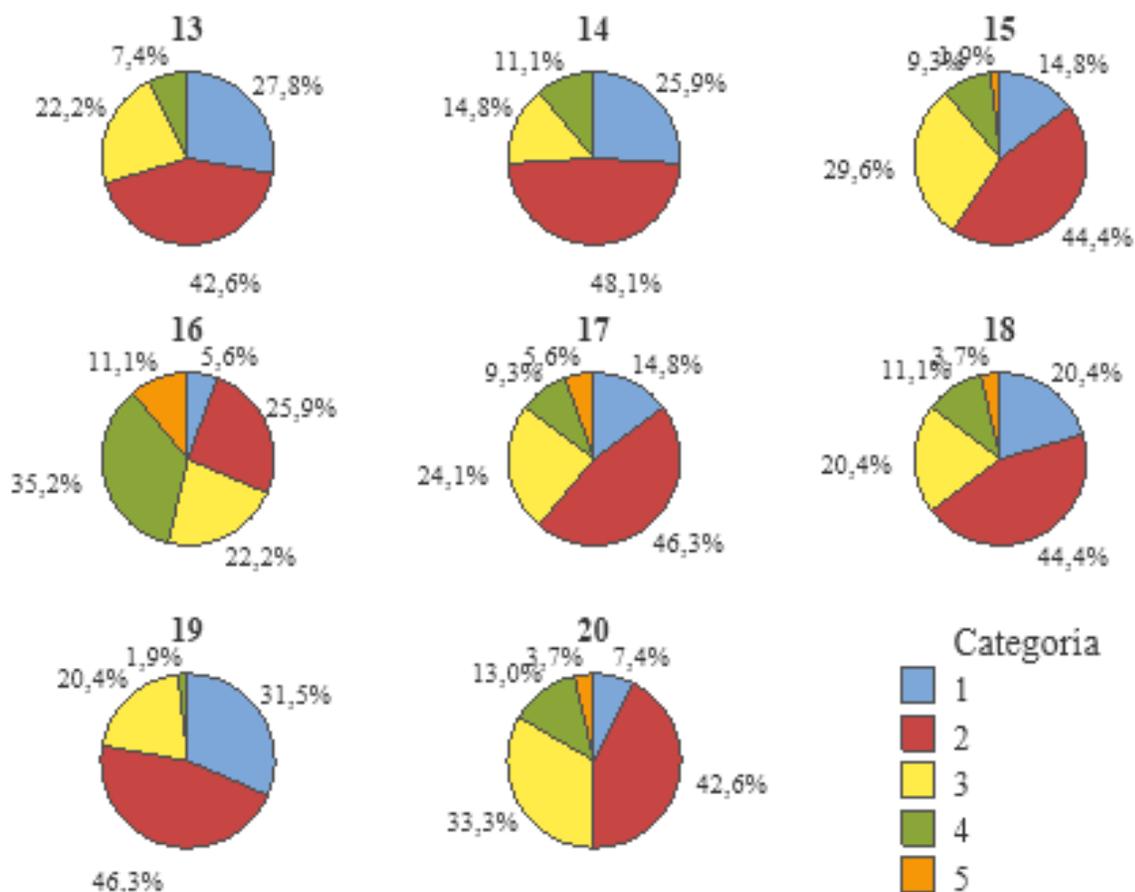
*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

Con respecto al factor II (ítems 13 a 20), se encontró que todos los ítems evidenciaron una indiferencia alta (> 10%; Castanedo, 1995) que osciló entre 14,8 y 33,3% (**Figura 15**), lo cual sugiere que un número importante de estudiantes no presentan actitudes proambientales altas hacia la participación en la resolución de problemas medioambientales. Por otro lado, se destaca que el mayor porcentaje de *muy de acuerdo* (35,1%) y un porcentaje alto de “*de acuerdo*” (46,3%), manifestó que si pudieran darían tiempo, dinero o ambos a una organización que trabaje para mejorar la calidad del ambiente.

**Figura 15**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo control-Pretest.*



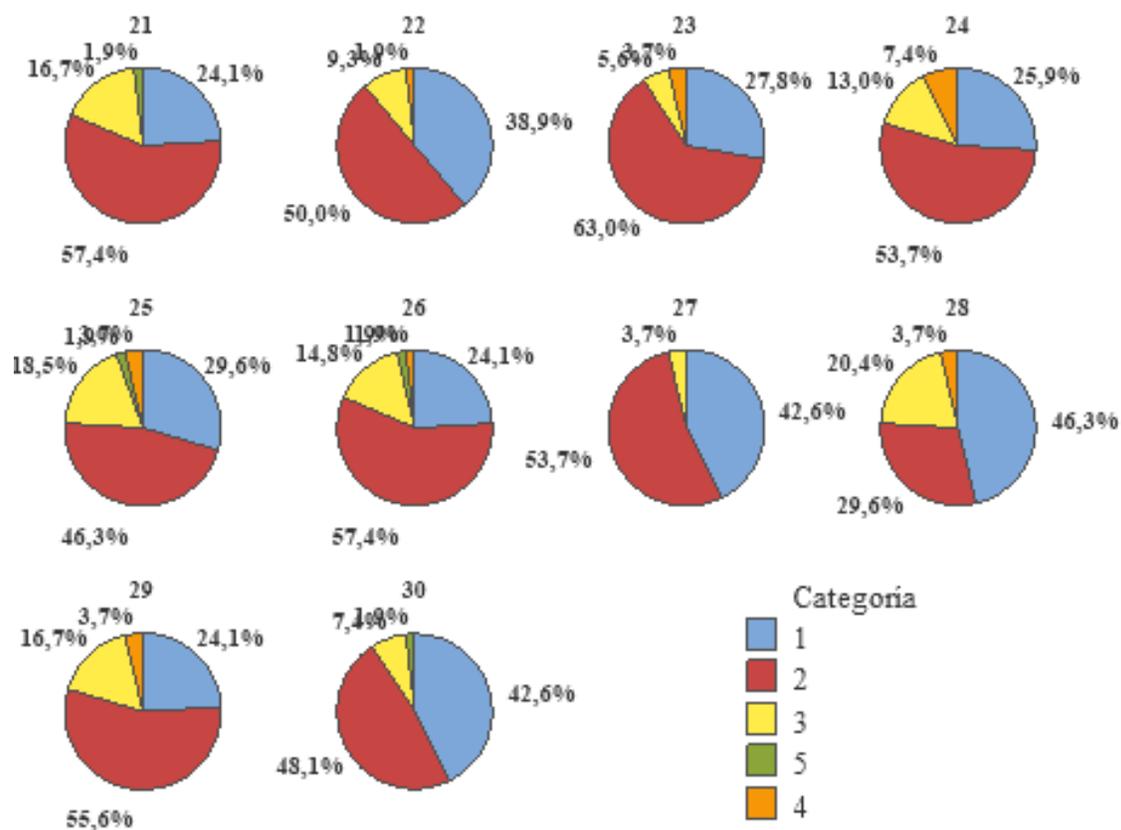
*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Finalmente, sobre la recolección de residuos y formación medioambiental, este resultó ser el factor con los valores promedio de escala Likert más bajos (1,61 – 2,02; **Tabla 4**) en

estudiantes del grupo control, lo cual es consistente con el mayor porcentaje (>24,1%) de *Muy de acuerdo* en todos los ítems (**Figura 16**).

**Figura 16**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo control-pretest.*



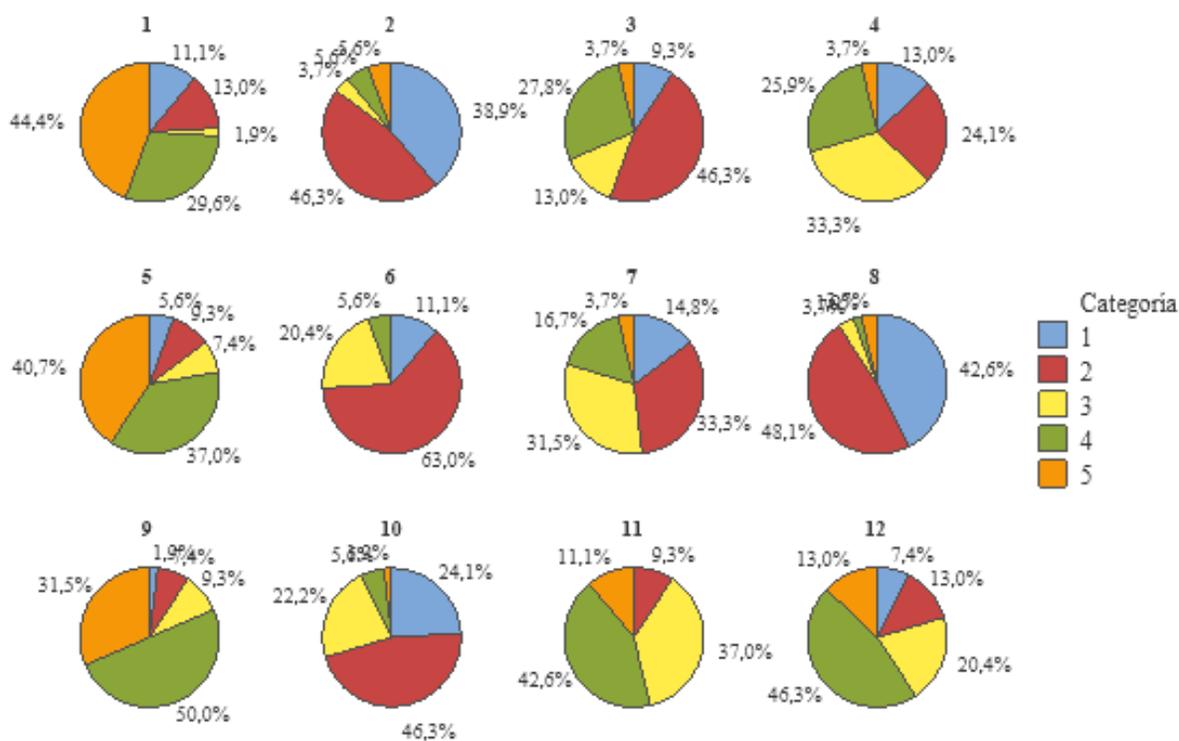
*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

**Grupo Experimental.** En general se encontró que para el factor I (reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales), la mayoría de los estudiantes (> 50%; **Figura 17**) estuvieron de acuerdo (2) y muy de acuerdo (1) en los ítems 2, 3, 6, 7, 8 y 10 con promedios de valoración entre 1,76 y 2,70 (**Tabla 5**). Por el contrario, en los ítems 1, 5, 9, 11 y 12, la mayoría de los estudiantes (entre el 53,7 al 81,5%) respondieron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo. Finalmente, los ítems 4, 7 y 11 presentaron mayor indiferencia por parte de los estudiantes (entre el 31,5 y 37%). Esto indica que en general los estudiantes están de acuerdo con reducir la contaminación y hacer algunas concesiones para contribuir con la mitigación de la problemática ambiental, sin embargo, es importante resaltar que fue común encontrar porcentajes de indiferencia superiores al 20% (en 6 de los 12 ítems), lo que sugiere la necesidad de trabajar la Educación Ambiental (EA) en el contexto escolar, pues según Castanedo (1995), los valores de indiferencia superiores al 10% se consideran altos y sugieren actitudes proambientales bajas.

**Figura 17**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo experimental-pretest.*



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

*Fuente.* Elaboración propia.

**Tabla 5**

*Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo experimental – pretest. Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 23 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.*

<b>Ítem</b>	<b>Media</b>	<b>EE</b>	<b>DE</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
1. No deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos.	3,83	0,19	1,41	1	5
2. Debemos prevenir la extinción de cualquier tipo de animal, aun cuando signifique renunciar a algunas cosas para nosotros mismos.	1,93	0,15	1,08	1	5
3. Con el fin de reducir la contaminación ambiental, en el centro de las grandes ciudades, debería restringirse el uso de vehículos, permitiendo circular únicamente a los del servicio público, bicicletas o vehículos eléctricos.	2,70	0,15	1,09	1	5
4. La producción de energía no produce ninguna contaminación, ya que el gobierno establece vigilancia y control.	2,83	0,15	1,08	1	5
5. Los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados.	3,98	0,16	1,17	1	5
6. Estaría dispuesto (a) a hacer concesiones personales para reducir el ritmo de la contaminación, aunque los resultados inmediatos no fueran significativos.	2,20	0,10	0,71	1	4
7. Aun cuando el transporte público fuese más eficiente de lo que es, preferiría ir en mi propio carro, aunque no lo tuviese.	2,61	0,14	1,05	1	5
8. Incluso la gente de los países ricos no podrá sobrevivir si la contaminación llega a niveles peligrosos.	1,76	0,12	0,91	1	5
9. No creo que casi todas las criaturas vayan a extinguirse por la contaminación a niveles exagerados.	4,02	0,13	0,94	1	5

Ítem	Media	EE	DE	Min	Max
10. Estaría dispuesto a donar una parte del valor de mi merienda cada semana para promover el uso prudente de los recursos naturales.	2,15	0,13	0,92	1	5
11. No estoy dispuesto (a) a tolerar molestias para reducir la contaminación si para ello tengo que restringir el uso de aparatos como la TV, el celular, el internet o el aire acondicionado.	3,56	0,11	0,82	2	5
12. La contaminación no es una consecuencia de haber infringido las leyes naturales del medio ambiente.	3,44	0,15	1,11	1	5
13. Me gustaría establecer contacto con la oficina local del medio ambiente para obtener información sobre programas para prevenir la contaminación.	2,00	0,12	0,85	1	4
14. Me gustaría leer algunos libros sobre contaminación, medio ambiente y ecología.	2,04	0,10	0,73	1	3
15. Me gustaría tomar un papel activo en la solución de problemas que originan la contaminación.	2,19	0,13	0,95	1	5
16. Aunque hay contaminación continua de lagos, ríos y aire, la naturaleza se encarga de autolimpiarse y purificar el ambiente.	3,46	0,15	1,13	1	5
17. Me interesa cambiar los productos que he utilizado siempre por otros nuevos que contaminen menos, incluso aunque esta medida signifique que mis padres gasten más dinero.	2,83	0,15	1,11	1	5
18. La actividad habitual de las organizaciones que trabajan para prevenir la contaminación están más interesadas en beneficiarse y enriquecerse con los proyectos que contribuir al medio ambiente.	2,65	0,16	1,15	1	5
19. Si pudiera daría tiempo, dinero o ambos a una organización que trabaje para mejorar la calidad del ambiente.	1,98	0,10	0,77	1	4
20. Cuando compro algo miro seriamente lo que cuesta y el rendimiento, y no tomo en cuenta si contamina o no el medio ambiente.	2,76	0,14	0,99	1	5
21. Me gustaría informar a la gente de la importancia que tienen la contaminación y los problemas medio ambientales.	1,94	0,13	0,94	1	5
22. Creo que en la formación de los docentes se debe incluir la Educación Ambiental.	1,63	0,10	0,71	1	4
23. Los profesores de mi colegio deberían recibir un Seminario de Educación Ambiental, formación que transmitirían a sus alumnos en los programas transversales	1,80	0,09	0,68	1	4

Ítem	Media	EE	DE	Min	Max
24. Me siento triste después de ver en la TV un programa sobre destrucción ambiental.	1,93	0,12	0,87	1	4
25. Los productos alimenticios envasados, como bebidas y conservas, deberían ser de vidrio retornable, para evitar la acumulación, en el ambiente, de latas y botellas.	1,94	0,13	0,94	1	5
26. La basura debería recogerse utilizando métodos menos ruidosos que los utilizados.	2,13	0,10	0,75	1	4
27. Debería controlarse el uso y el abuso de las bolsas de plástico.	1,69	0,09	0,64	1	3
28. La naturaleza y el medio ambiente son bienes sociales, patrimonio de toda la humanidad y de las generaciones futuras, por tanto, no tenemos derecho a deteriorarlo y explotarlo como lo estamos haciendo.	1,91	0,13	0,94	1	5
29. El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana.	1,70	0,11	0,77	1	4
30. Lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra. sino la propia vida del organismo.	1,56	0,09	0,66	1	4

*Nota.* Error estándar (EE), desviación estándar (DE), valor mínimo (Min) y valor máximo (Max).

Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente: Elaboración propia.

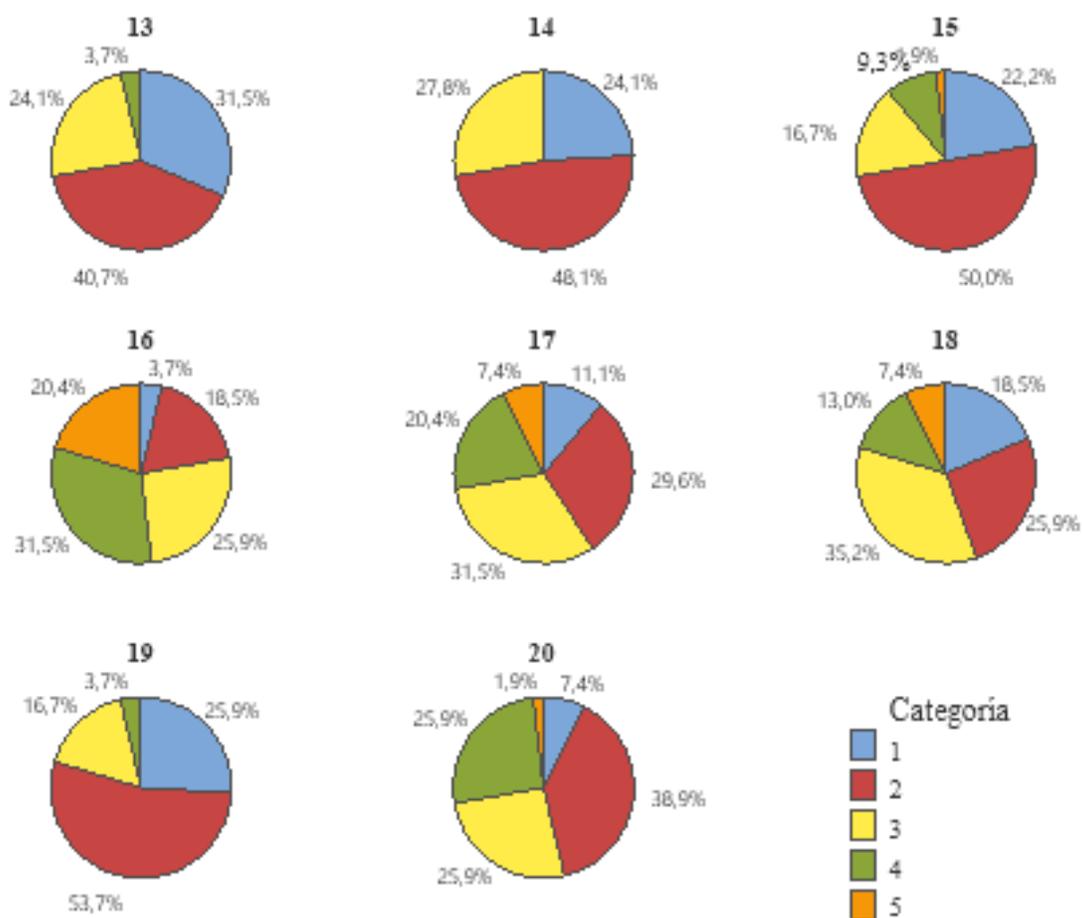
En cuanto al factor II: participación en la resolución de problemas medioambientales, se encontró que los estudiantes se muestran altamente indiferentes (>20%) en seis de los ocho ítems de este factor (

**Figura 18**), sumado a que, en todos los ítems de este mismo factor la indiferencia resultó mayor al 16%. Esto coincide con la ponderación del promedio de las respuestas en la escala de likert, la cual osciló entre 1,98 y 3,46 (**Tabla 5**), presentando cuatro (de ocho) ítems de este factor con valores promedio superiores a 2,6; siendo estos cercanos a la opción “indiferente”

dentro de la escala. Lo anterior, comparado con los factores I y III, sugiere aptitudes bajas en la participación en la resolución de problemas en los estudiantes.

### Figura 18

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo experimental-pretest.*



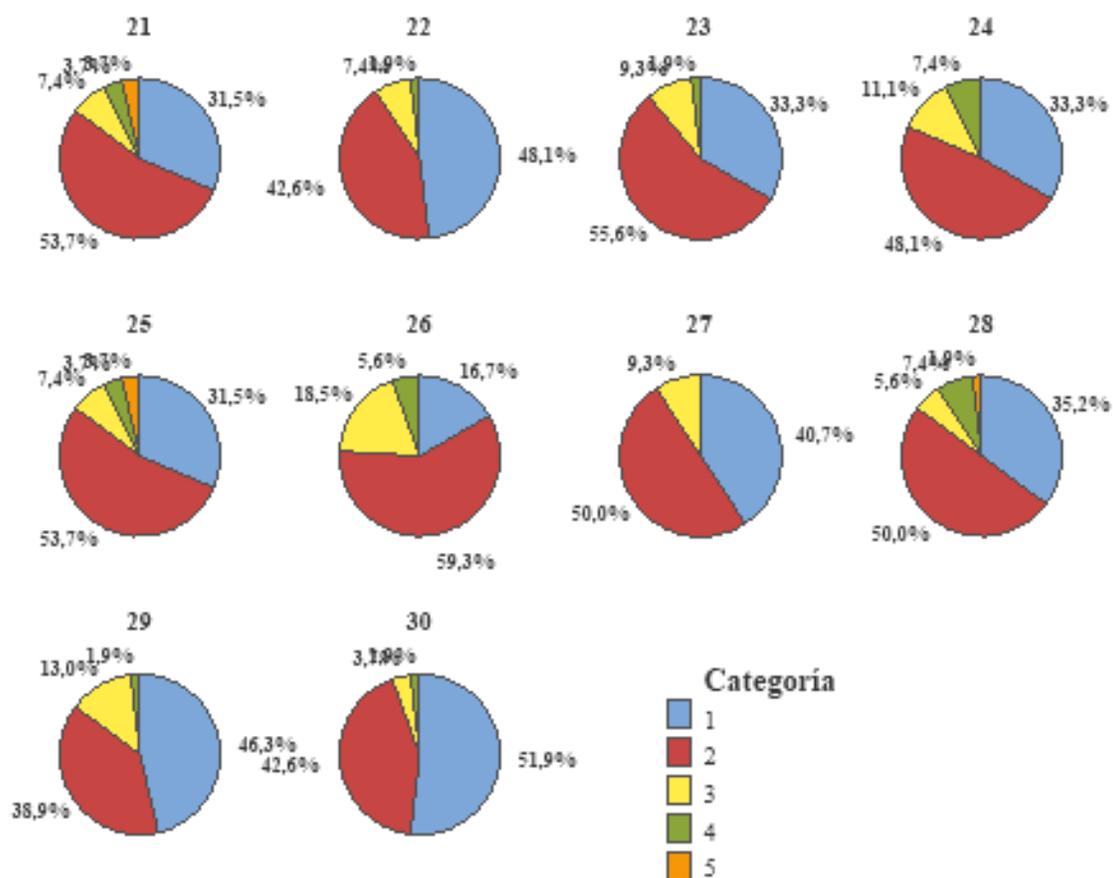
*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

Referente al factor III: recolección de residuos y formación medioambiental (**Figura 19**), se evidenció que la mayoría de los estudiantes estuvieron de acuerdo (valor = 2) y muy de acuerdo (valor = 1) con los ítems planteados, registrándose valores promedio de la escala de likert entre 1,63 – 2,13 (**Tabla 5**). Es decir que, de los nueve ítems que presenta el factor analizado, ocho tuvieron porcentajes superiores al 80% sumando las opciones de muy de acuerdo y de acuerdo. Cabe destacar que los ítems 22, 27, 29 y 30; obtuvieron las mayores ponderaciones (>40%) de la opción “de acuerdo” en la escala de Likert, demostrando un amplio entendimiento sobre los efectos negativos de los residuos plásticos en el medio ambiente y la humanidad. Finalmente, se resalta que los estudiantes consideraron que la Educación Ambiental no solo es pertinente para los estudiantes, sino que debe incluirse en la formación de los docentes (ítem 22; valor promedio 1,63).

**Figura 19**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo experimental-pretest.*



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

**Resultados correspondientes al objetivo 2: Analizar el plan de área de ciencias naturales y el PRAES de la I.E. Luis Carlos López, para identificar si se encuentran los ecosistemas marinos y su problemática de contaminación por microplásticos.**

El presente componente permitió cumplir con la integración curricular de la estrategia metodológica de Aprendizaje Servicio en la problemática abordada en la tesis doctoral.

En ese orden de ideas, la integración consistió en la relación del aprendizaje servicio con el currículo de la institución educativa (en esta investigación la IE Luis Carlos López -IELCL), especialmente, en el área de las ciencias naturales y ambientales. Para esto, se realizó una indagación en el documento Plan de Área de Ciencias Naturales (PACN), encontrando que esta I.E. ha priorizado una formación integral de sus estudiantes que requiere conocer procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales y ambientales. Asimismo, el PACN pone de manifiesto la necesidad del desarrollo de pensamientos y de acción, así como las competencias propias de la actividad científica (identifica, indaga y explica). Para la IE también es clara la interdisciplinariedad y, como aspecto relevante, referencia la Política Nacional de Educación Ambiental (MEN y MAVDT, 2003), resaltando la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, todo esto, dentro de una cultura ecológica. Asimismo, acogiendo lo establecido en el decreto 1860 de 1994, incluye entre otros aspectos el Proyecto Educativo Institucional (PEI) que entre sus componentes pedagógicos ubica al Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como uno de los ejes transversales del currículo de la educación básica.

Otro aspecto fundamental en el PACN de la IELCL es el uso de la metodología científica. Esta brinda la oportunidad al estudiante de desarrollar habilidades de pensamiento científico, p. ej. el planteamiento de problemas, la percepción directa e indirecta, la comparación, la búsqueda y organización de información, la interpretación y análisis de dicha información, finalizando con la presentación de resultados.

Dentro del Plan de Área también se encuentra inmerso el Plan de Unidad para cada asignatura en los diferentes niveles educativos de la básica secundaria. Aquí fue posible evidenciar que la problemática ambiental abordada en la presente investigación (ecosistemas marinos y su contaminación por microplásticos) se articula con el currículo en la asignatura de Biología del grado noveno, específicamente relacionada con la siguiente evidencia de aprendizaje establecida en Los Derechos Básicos de Aprendizaje: “predice posibles adaptaciones de los seres vivos a los cambios que ocurrirán en el planeta si continúan o aumentan los niveles actuales de contaminación del agua, suelo y aire”. Con esto se pretende trabajar componentes ecosistémico y orgánico que permitirá el desarrollo de las competencias 1) explicación de fenómenos y 2) uso comprensivo del conocimiento científico.

En cuanto al Proyecto Ambiental Escolar de la IELCL, se pudo establecer que desde su misión se contemplan los ecosistemas marinos y la problemática ambiental de la mala disposición (y acumulación) de residuos sólidos tipo plástico de un solo uso. Por tal razón entre los objetivos establecidos, existen tres que se relacionan íntimamente con el proyecto de investigación desarrollado. Estos son: 1) formar a estudiantes, padres de familia y docentes en cultura ambiental que se traduzca en mejores prácticas ambientales dentro de la comunidad educativa, 2) promover la participación de la comunidad educativa en el desarrollo de las

actividades de sensibilización ambiental propuestas en el marco del PRAE, y 3) educar a estudiantes, docentes y padres de familia sobre el manejo adecuado de residuos sólidos.

Partiendo de lo anterior, el PRAE de la IE presenta cinco componentes de los cuales dos de ellos tratan temáticas relacionadas con la biodiversidad (componente Biodiversidad y Medio Ambiente), en el que la IE ha hecho esfuerzos por fomentar el conocimiento sobre los ecosistemas marinos del país, especialmente de la Región Caribe y la importancia de proteger la biodiversidad en general. El segundo componente articulado con la propuesta metodológica de la presente investigación es el de la Cultura Ambiental. Este último se propone tres objetivos que son: 1) sensibilizar a la comunidad educativa sobre el manejo integral de los Residuos Sólidos, 2) mantener los espacios locativos, sean salones, oficinas, cafetería, pasillos, patios de la IE en un estado limpio y aseado, y 3) proyectar el programa hacia las comunidades, sensibilizando a las familias y vecinos de la IE sobre la importancia de tener un entorno limpio y saludable.

Con todo lo anterior, se cumple una de las principales bases conceptuales de la metodología de Aprendizaje Servicio en la que hay una integración con el currículo en la medida que los estudiantes aprenden sirviendo a su comunidad.

**Resultados correspondientes al objetivo 3: Adecuar el aprendizaje servicio como estrategia metodológica para la educación ambiental en la problemática de los microplásticos en los ecosistemas marinos y su articulación con el área de ciencias y el PRAES de la Institución.**

Partiendo de los resultados del pretest y del análisis de documentos curriculares, la estrategia metodológica propuesta en el presente estudio contempló una amplia gama de actividades pedagógicas para cumplir los objetivos planteados. Cabe destacar que la estrategia metodológica que se presenta a continuación tiene sus fundamentos conceptuales en el marco

teórico de esta investigación. Dicha estrategia comprendió cuatro fases que se enfocaron en procesos clave y complementarios entre las actividades, las cuales fueron 1) fase de sensibilización, la cual pretende abordar el manejo de emociones y la motivación, 2) fase de formación crítica, 3) fase de diagnóstico de problemática en contexto escolar y en el hogar, y 4) fase de experimentación en contexto escolar y en el hogar. En general, las actividades realizadas tienen una intencionalidad pedagógica. En el caso de las fases 3 y 4, se evidencia el servicio que prestan los participantes a diferentes actores de su comunidad educativa (grados sexto y en los hogares).

A continuación, se describen las fases de la estrategia metodológica de Aprendizaje Servicio para la Educación Ambiental sobre ecosistemas marinos y su contaminación por microplásticos, y se muestran todos los componentes y actividades didácticas que las comprenden.

**Fase 1. Sensibilización.** La fase de sensibilización pretende generar en primera instancia un estado emocional en los estudiantes, con la finalidad que se motiven y se sensibilicen sobre el tema de la contaminación ambiental, comprendiendo sus causas y consecuencias no solo hacia la humanidad sino hacia el planeta y todos los seres vivos que lo habitan. La sensibilización busca generar responsabilidad y compromiso como ciudadanos sobre nuestro actuar frente al medio ambiente. Para esto, se proponen dos talleres con diferentes recursos didácticos como videos de internet que hablan de la problemática ambiental de acumulación de plásticos y microplásticos en los océanos, incluyendo sus efectos sobre la biodiversidad de distintos ecosistemas marinos.

**TALER No1.****LOS PLÁSTICOS Y SUS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL PLANETA**

**Objetivo:** Sensibilizar sobre la problemática de la mala disposición, sobreuso y acumulación de residuos plásticos y la contaminación ambiental, especialmente en los ecosistemas marinos

Número de participantes

Duración del taller

Saludo o bienvenida y presentación de los asistentes y

**Inicio:** talleristas.

Se explica el objetivo del taller y la dinámica que se trabajará.

**Desarrollo:**

1. Se proyecta video titulado "Plásticos en el mar, causas, consecuencias y soluciones", el cual tiene una duración de 7:02 minutos. El enlace web es

<https://www.youtube.com/watch?v=VmNen39jXHE> y también se proyecta el video titulado

"Contaminación marina", el cual tiene una duración 4:42 minutos y el enlace web es

<https://www.youtube.com/watch?v=b8cfWYPd5iI>

2. Se solicita que se organicen en grupos de trabajo. Máximo 6 integrantes por grupo.

3. Se indica a los participantes que dialoguen en grupos de trabajo y generen una gran conclusión del video visto. La conclusión la anotará un integrante de cada grupo en una ficha de cartulina, la cual ha sido entregada al inicio del taller.

4. Se le solicita a cada grupo que escriba una reflexión sobre cómo han contribuido desde su contexto (colegio y hogar) para que se presente esta problemática en su entorno.

#### **Reflexiones y conclusiones:**

5. El tallerista solicita que cada uno de los grupos lea las conclusiones escritas en las fichas.

6. Se pide que entre todos los participantes del taller generen una conclusión unificada sobre el video y la enseñanza que les ha dejado la actividad. Esta conclusión se escribirá en un pliego de cartulina.

#### **Cierre**

:

7. Se les pide a los participantes que contribuyan con mitigar la problemática desde su cotidianidad y se les solicita que enumeren acciones que podrían desarrollar para dar algunas soluciones a la problemática desde su contexto. Para esto, a cada participante se le suministrará una tarjeta de cartulina en la que escribirán las acciones individuales, estas se depositarán en una urna y se les indica que en otro momento se revisarán con el fin de establecer si han cumplido con dichos compromisos.

#### **Materiales:**

Videobeam y computador

Fichas (octavos) de cartulina, marcadores permanentes

Aula con capacidad de 60 participantes

Cinta pegante

Caja de cartón (urna)

## TALER No2.

### DE LA CHARLA A LA ACCIÓN: ¿CÓMO AYUDAR?

**Objetivo:** Socializar una experiencia positiva de una comunidad local que ha realizado esfuerzos para contribuir con la mitigación de la problemática de la contaminación por plásticos en los ecosistemas marinos.

Número de participantes


Duración del taller

**Inicio:** Saludo o bienvenida y presentación de los asistentes y talleristas.

Se explica el objetivo del taller y la dinámica que se trabajará.

#### **Desarrollo:**

1. Se proyecta video titulado "El desafío del reciclaje: gran especial de Discovery", el cual tiene una duración de 22:32 minutos. El enlace web es <https://www.youtube.com/watch?v=nES2QNKUUpZI>

2. Se solicita que se organicen en grupos de trabajo. Máximo 6 integrantes por grupo.
3. Se le solicita a cada grupo que escriban (en ficha de cartulina) una idea de propuesta que podrían realizar en el colegio para disminuir la contaminación en las aulas de clase y zonas comunes de la institución educativa.

**Reflexiones y conclusiones:**

4. El tallerista solicita que cada uno de los grupos lea las propuestas y las expliquen.
5. Se pide que entre todos los participantes del taller generen una propuesta general que se pudiera implementar en el corto plazo. Esta se escribirá en un pliego de cartulina.

**Cierre:**

6. A partir de los compromisos establecidos en taller anterior, se solicita a cinco participantes que socialicen la manera en la que han cumplido con dichos compromisos (se retoma actividad de la urna que se hizo en taller anterior).
7. Se les pide a los participantes que contribuyan con mitigar la problemática desde su cotidianidad y propongan a sus docentes de Ciencias Naturales la estrategia (propuesta) para implementar en la jornada académica, al menos por dos semanas.

**Materiales:**

Videobeam y computador

Fichas (octavos) de cartulina, marcadores permanentes

Aula con capacidad de 60 participantes

Cinta pegante

Seis pliegos de cartulina

**Fase 2. Formación Crítica.** Esta fase, además de estar en armonía con la ley general de educación del país (Ley 115 de 1994), contempla el desarrollo y fortalecimiento de habilidades como el análisis, la inferencia, la evaluación, la explicación y la interpretación (Facione, 2007). Con esto es posible conducir al estudiante hacia una transformación metacognitiva y social (Loaiza y Osorio, 2018). Es precisamente esto último lo que se pretende con la presente investigación, pero relacionado con la problemática ambiental de la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos. Esta fase asegura no solo que los estudiantes adquieran conocimientos sobre los ecosistemas marinos y los servicios ecosistémicos (conversatorio 1), y la contaminación por microplásticos marinos (conversatorio 2), sino que apliquen dichos conocimientos para participar activamente en la reflexión, el juicio analítico y la resolución adecuada de problemas, especialmente en sus contextos.

Coherente con lo anterior, esta fase contempla el desarrollo de dos conversatorios dirigidos por expertos en las temáticas abordadas y apoyados de material didáctico como presentaciones con diapositivas, las cuales incluyen principalmente imágenes y algunos videos cortos.

**CONVERSATORIO No1.**

## ECOSISTEMAS MARINOS ESTRATÉGICOS DEL CARIBE COLOMBIANO

**Objetivo:** Socializar los tipos de ecosistemas marinos estratégicos que se presentan en el Caribe colombiano y las bondades y servicios que ofrecen a la humanidad.

Número de  
participantes


Duración de actividad

**Inicio:** Saludo o bienvenida y presentación de los asistentes y conferencista (s).  
Se explica el objetivo del conversatorio y la dinámica que se trabajará.  
El conversatorio tendrá un invitado experto en la temática, en este caso, de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

### **Desarrollo:**

1. El conferencista/experto realiza charla magistral de 20 minutos sobre los diferentes ecosistemas presentes en zona insular y continental de la ciudad de Cartagena (arrecifes de corales, praderas de pastos marinos, manglares y litorales de playa).
2. A medida que se explica uno de los ecosistemas, el experto indaga con los participantes aspectos clave que han sido previamente mencionados. Por ejemplo, en el

caso de arrecifes de corales, pregunta por la importancia de peces herbívoros y otras especies claves en el ecosistema.

3. Finalizado la charla, se realiza una sesión de preguntas en las que se solicita a los participantes que comenten si conocían cada uno de los ecosistemas explicados durante el conversatorio.

4. Se realiza una sesión de conclusiones colectivas en las que los participantes destaquen la importancia de los temas tratados y la relación que tienen con su cotidianidad. Las conclusiones realizadas por los participantes son anotadas en fichas y luego pegadas en un cartel para la socialización con todo el grupo.

**Materiales:**

Videobeam y computador

Fichas (octavos) de cartulina, marcadores permanentes

Aula con capacidad de 60 participantes

Cinta pegante

Seis pliegos de

cartulina

**CONVERSATORIO No2.**

**CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMAS MARINOS POR MICROPLÁSTICOS**

**Objetivo:** Socializar la problemática de la presencia y efectos de los microplásticos en los ecosistemas marinos.

Número de  
participantes

--

Duración de actividad

--

**Inicio:** Saludo o bienvenida y presentación de los asistentes y conferencista (s).

Se explica el objetivo del conversatorio y la dinámica que se trabajará.

El conversatorio tendrá un invitado experto en la temática, en este caso, de la Universidad de Cartagena.

**Desarrollo:**

1. El/la conferencista/experto (a) realiza charla magistral de 20 minutos sobre la problemática de la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos, socializando algunos estudios de caso para el Caribe colombiano. Inicialmente explica la definición de los microplásticos, luego sigue con su origen y tipos de microplásticos. Posteriormente continua con los efectos negativos de los microplásticos sobre los ecosistemas y organismos marinos.

2. Finalizada la charla, se realiza una sesión de preguntas de participantes. De este modo, se da claridad a inquietudes sobre los temas abordados por parte del conferencista.

3. Para dar cierre a la actividad se realiza una sesión de conclusiones colectivas en las que los participantes destaquen la importancia de los temas tratados y la relación que tienen con su cotidianidad. Las conclusiones realizadas por los participantes son anotadas en fichas y luego pegadas en un cartel para la socialización con todo el grupo.

**Materiales:**

Videobeam y computador

Fichas (octavos) de cartulina, marcadores permanentes

Aula con capacidad de 60 participantes

Cinta pegante

Seis pliegos de

cartulina

**Fase 3. Diagnóstico de Problemática en el Contexto Escolar y en el Hogar.**

Por otra parte, uno de los aspectos innovadores de la estrategia propuesta es que se establecieron dos poblaciones objetivo con el fin de trascender del contexto escolar hacia un contexto social de vital importancia para jóvenes en formación, esto es, en el contexto de sus hogares. Por esta razón, se contemplan dos actividades de diagnóstico; una en la institución educativa y la otra en sus casas. Es preciso aclarar que para evitar la sobrecarga de actividades a los estudiantes y seguir manteniendo su motivación y la coherencia de la estrategia metodológica, en ambas actividades se abordó la misma problemática (acumulación y mala disposición de residuos sólidos tipo plástico). A continuación, se detallan las dos actividades de diagnóstico.

**ACTIVIDAD No 1.****DIAGNÓSTICO DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS TIPO  
PLÁSTICO DE UN SOLO USO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA**

**Objetivo 1:** Sensibilizar a los estudiantes de noveno de la cantidad de basura, especialmente de tipo plástico en una zona de importancia de su institución educativa, a la vez que los niños de grado sexto, al observar el trabajo de caracterización y diagnóstico de basura en sus zonas de estudio, se dan cuenta de la problemática existente en su cotidianidad.

**Objetivo 2:** Registrar cantidades y tipos de residuos sólidos tipo plástico antes y después del descanso y finalizando la jornada académica en la zona de los grados sexto de la Institución Educativa.

Número de  
participantes

2 semanas

Duración de actividad

**Premisas:**

1. Esta actividad tiene una intencionalidad pedagógica que redundará en fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los participantes en torno a la problemática de la contaminación de plásticos y sus efectos negativos sobre la humanidad.

2. Esta actividad será liderada e implementada por los estudiantes (grado noveno), en este sentido, el docente se convierte en orientador y observador, de este modo se asegura que se cumpla con lo estipulado por la estrategia de Aprendizaje-Servicio.

**Inicio:** Los estudiantes del grado noveno dialogarán con los docentes del área de Ciencias Naturales de grado sexto para socializar la actividad que pretenden realizar y los objetivos a cumplir. Esto con el fin de obtener el apoyo de los docentes en lo que se requiera.

**Desarrollo:**

Durante dos semanas, los estudiantes de grado noveno en grupos de 8 personas se dirigirán a la zona de grados sexto diez (10) minutos antes a iniciar la hora de descanso y media hora antes de finalizar la jornada académica. Cada grupo se enfocará en una de las zonas del área de interés, como por ejemplo: dos grupos en la cancha, dos grupos en los corredores de los salones, otros dos en la zona del parqueadero y un grupo en la zona detrás de la cancha. Durante este tiempo, cada grupo buscará, recolectará y contará todos los residuos sólidos que encuentren. Los

depositarán en una bolsa para tal fin y los dispondrán en los recipientes de basura con los que cuenta la institución educativa.

Los datos registrados de la abundancia y tipo de residuos serán anotados por uno de los integrantes de cada grupo en una bitácora.

Posterior a cada momento de recolecta de información, los estudiantes socializarán con aquellos de grado sexto la cantidad de residuos (y el tipo) que se han encontrado.

### **Reflexiones y conclusiones:**

El docente sugiere a los estudiantes de grado noveno que realicen unas conclusiones sobre la actividad, las cuales serán socializadas entre todos los participantes.

Se pide que entre todos los participantes del taller generen una conclusión unificada sobre la enseñanza que les ha dejado la actividad. Esta conclusión se escribirá en un pliego de cartulina.

### **Cierre:**

Se les pide a los participantes que contribuyan con mitigar la problemática desde su cotidianidad y se les solicita que enumeren acciones que podrían desarrollar para dar algunas soluciones a la problemática desde su contexto. Para esto, a cada participante se le suministrará una tarjeta de cartulina en la que escribirán las acciones individuales. Posteriormente, se solicitará que al menos 10 estudiantes lean algunas de las acciones que anotaron en sus fichas.

**Materiales:**

Bitácora y lapicero

Bolsas de basura

Guantes de nitrilo

**ACTIVIDAD No 2.****DIAGNÓSTICO DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS TIPO  
PLÁSTICO DE UN SOLO USO EN LOS HOGARES**

**Objetivo 1:** Sensibilizar a los estudiantes de noveno de la cantidad de basura, especialmente de tipo plástico, que se genera en sus hogares, a la vez que los familiares, al observar el trabajo de caracterización y diagnóstico de basura, se dan cuenta de la problemática existente en su cotidianidad.

**Objetivo 2:** Registrar cantidades y tipos de residuos sólidos tipo plástico generados diariamente en los hogares de los estudiantes

Número de  
participantes

Duración de actividad

**Premisas:**

1. Esta actividad tiene una intencionalidad pedagógica que redundará en fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los participantes en torno a la problemática de la contaminación de plásticos y sus efectos negativos sobre la humanidad.

2. Esta actividad será liderada e implementada por los estudiantes (grado noveno), en este sentido, el docente se convierte en orientador y observador, de este modo se asegura que se cumpla con lo estipulado por la estrategia de Aprendizaje-Servicio.

**Inicio:**

Los estudiantes dialogarán con sus padres o tutores legales para socializar la actividad que pretenden realizar y los objetivos a cumplir.

**Desarrollo:**

Durante una semana, los estudiantes de grado noveno registrarán diariamente en sus hogares el número de residuos tipo plástico que se generan en sus hogares. Este dato será anotado en sus bitácoras y, finalizando la semana, socializarán con sus familiares (padres, tíos, hermanos, etc.) la cantidad de elementos encontrados y clasificados en botellas, vasos, pitillos, bolsas, entre otros. De este modo, propondrán a sus familiares reducir en el corto plazo el uso de elementos plásticos. En este mismo

momento, los estudiantes explicarán a sus familiares la problemática de la mala disposición de residuos sólidos y cómo esto deriva en la producción de microplásticos en ecosistemas marinos.

**Reflexiones y conclusiones:**

El docente orientador sugiere a los estudiantes que realicen unas conclusiones sobre la actividad, las cuales serán socializadas entre todos los participantes.

Se pide que entre todos los participantes del taller generen una conclusión unificada sobre la enseñanza que les ha dejado la actividad. Esta conclusión se escribirá en un pliego de cartulina.

**Cierre:**

Se les pide a los participantes que contribuyan con mitigar la problemática desde su cotidianidad y se les solicita que enumeren acciones que podrían desarrollar para dar algunas soluciones a la problemática desde su contexto. Para esto, a cada participante se le suministrará una tarjeta de cartulina en la que escribirán las acciones individuales. Posteriormente, se solicitará que al menos 10 estudiantes lean algunas de las acciones que anotaron en sus fichas.

**Materiales:**

Bitácora y lapicero

Bolsas de basura
Guantes de nitrilo

**Fase 4. Experimentación en el Contexto Escolar y en el Hogar.** La fase de experimentación presentada se articula con la visión del PACN, el PRAE y el PEI de la institución educativa, por lo que tiene una estrecha relación con el ámbito curricular. Además, comprende un gran componente experiencial, situacional y de contexto. Con esta se pretende promover habilidades investigativas a la vez que los estudiantes plantean posibles soluciones a la problemática abordada. Todo esto se realiza en este caso por medio de la experimentación científica.

En esta fase se plantea el desarrollo de dos experimentos que requieren poco material y, además, son de fácil obtención. Para la presente investigación, el experimento que requiere productos cosméticos (los exfoliantes de piel) solo se plantea para ejecutar exclusivamente en el ámbito escolar, mientras que el experimento que permite abordar la problemática de la generación de microplásticos secundarios producto del sobreuso e inadecuada disposición de residuos sólidos tipo plástico se plantea para desarrollarse en el ámbito escolar y en el hogar. Esto último obedece a razones de practicidad, sin descuidar el rigor y el cumplimiento de los objetivos planteados en la estrategia metodológica propuesta. A continuación, se describe detalladamente la fase de experimentación dentro de la estrategia de ApS propuesta.

<b>EXPERIMENTACIÓN</b>
------------------------

## COMPRENDIENDO EL PROBLEMA DE LOS MICROPLÁSTICOS

**Objetivo 1:** Indagar sobre experimentos simples para implementar en el aula y en los hogares de estudiantes de grado noveno que contribuyan con entender la problemática de la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos.

**Objetivo 2:** Sensibilizar sobre la problemática de contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos a estudiantes de grado sexto y en los hogares de estudiantes de grado noveno.

Número de participantes

--

Duración de actividad

--

### Premisas:

1. Esta actividad pretende reforzar la sensibilización sobre la problemática abordada, a la vez que contribuye con complementar el conocimiento de los estudiantes de grado noveno sobre esa problemática. Asimismo, presenta una intencionalidad pedagógica. Es así como estas actividades en conjunto contribuirán sinérgicamente en fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los participantes en torno a la problemática de la contaminación de ecosistemas marinos por plásticos (y microplásticos) y sus efectos negativos sobre la humanidad.

2. Esta actividad será liderada e implementada por los estudiantes de grado noveno. En este sentido, el docente se convierte en orientador y observador, de este modo se asegura que se cumpla con lo estipulado por la estrategia de Aprendizaje-Servicio.

**Inicio:** Los estudiantes del grado noveno realizarán una sesión de indagación sobre experimentos sencillos de implementar en el aula de clases y en sus hogares relacionados con la presencia de microplásticos y los posibles mecanismos como son generados por las actividades antropogénicas. Para esto, se usarán la sala de informática de la institución educativa. Esta sesión se realizará con el acompañamiento del docente de Biología del curso, quien ha sido previamente informado y capacitado para orientar y observar el proceso.

Con el fin de orientar a los estudiantes, se les propondrá revisar con detalle la página web [https://seagrant.oregonstate.edu/sites/seagrant.oregonstate.edu/files/e-16-001\\_kowalski\\_conway\\_m-a-02.pdf](https://seagrant.oregonstate.edu/sites/seagrant.oregonstate.edu/files/e-16-001_kowalski_conway_m-a-02.pdf) con información relacionada y algunos ejemplos de experimentos que se han propuesto para estudiantes de secundaria por parte de la Universidad del Estado de Oregon de USA. Esta primera sesión tendrá una duración de 60 minutos.

**Preparación:** Una vez escogidos los dos experimentos que se realizarán con los estudiantes de grado sexto y en los hogares de estudiantes de grado noveno, se procederá a realizar una segunda sesión de trabajo en la que los estudiantes de grado

noveno realizarán los experimentos en el aula de clase y anotarán los materiales (y la cantidad) necesarios para, posteriormente, realizar estos experimentos en el colegio (con sus compañeros de grado sexto) y en los hogares. Esta sesión de trabajo de 60 minutos permitirá que los participantes adquieran las destrezas necesarias para dirigir los experimentos con sus compañeros de grado sexto y con sus familiares en sus respectivos hogares, además de asegurar que cuenten con todo lo necesario para cumplir con el objetivo establecido.

### **Desarrollo**

:

Con el acompañamiento del docente de Ciencias Naturales, durante una clase de Biología o Química, los estudiantes de grado noveno realizarán los experimentos con sus compañeros de grado sexto. Como parte inicial, los estudiantes explican el problema de la presencia y acumulación de microplásticos en los ecosistemas marinos. Es importante destacar que en la medida que se implementan los experimentos, los participantes explicarán paso a paso los resultados obtenidos. También explicarán posibles estrategias que cada estudiante puede implementar para mitigar la problemática de los microplásticos.

Por otra parte, en sus hogares, los estudiantes replicarán los experimentos en presencia de las personas de su núcleo familiar. Asimismo, harán anotaciones en su bitácora, del día y hora en que hicieron los experimentos y el número de familiares que participaron en la actividad.

**Reflexiones y conclusiones:**

Una vez se realizan los experimentos, los estudiantes líderes de la actividad solicitarán a sus compañeros de grado sexto que anoten algunas conclusiones de la actividad y también que comenten cómo pueden contribuir desde su cotidianidad para mitigar la problemática abordada.

Finalmente se pide que entre todos los participantes del taller generen una conclusión unificada sobre la enseñanza que les ha dejado la actividad.

**Cierre:**

Se les pide a los participantes (grado sexto y familiares) que comenten con amigos y familiares sobre la actividad, el problema y cómo podrían ayudar para mitigar la problemática.

**Materiales:**

Bitácora y lapicero

Diez frascos de vidrio de 100 mL

Dos producto exfoliantes con microplásticos que se consigan fácilmente en supermercados y farmacias

Diez bolsas plásticas de supermercado

Cinco tijeras
Dos litros de agua
Cinco cucharas pequeñas
Dos refractarias de vidrio grande
Computadores
Videobeam
Conexión a internet
Fichas de cartulina de colores de 30x10 cm (30 unidades)
10 lapiceros

Como se puede apreciar, la propuesta de la estrategia metodológica comprende y relaciona distintas fases que contienen actividades planeadas de alta complejidad, pero de fácil implementación, por lo que supone una propuesta de innovación educativa (Vived y Díaz, 2021) en la Región Caribe y el país. En ese orden de ideas, si bien la estrategia propuesta responde a la problemática de ecosistemas marinos y su contaminación por microplásticos, también puede ser fácilmente adaptada para abordar cualquier problemática ambiental que se presente en los distintos contextos de las instituciones educativas. Además, es una estrategia equilibrada y transversal entre el currículo y el servicio solidario por parte de los estudiantes. También se destaca el uso de estrategias didácticas como la experimentación científica a partir de materiales y reactivos de fácil obtención y también resulta costo-efectiva, pues los materiales usados por lo general se encuentran en el aula de clases y en los hogares de los estudiantes. Esto último es

importante puesto que, de cierta forma, se asegura su implementación y replicación en otras instituciones educativas (IE) del país.

Por otra parte, cabe anotar que la estrategia propuesta también realiza aportes significativos a los vacíos existentes de opciones para desarrollar la EA en el nivel educativo de básica secundaria, especialmente para Colombia, pues las experiencias reportadas sobre la adaptación del ApS se enfocan principalmente en estudiantes universitarios y docentes en formación. Todo esto sumado a que no existen estudios (en Colombia y el Caribe) de este tipo, que aborden la problemática ambiental de la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos, la cual es considerada actualmente como una de las principales problemáticas ambientales que afecta y afectará la biodiversidad y a la humanidad.

Finalmente, la propuesta puede ser adoptada y adaptada por las IE como referente de soporte para la implementación de sus proyectos ambientales escolares (PRAES), contribuyendo así al fortalecimiento de los procesos de educación ambiental que promuevan una transformación de la cultura ciudadana hacia el cuidado de la naturaleza, evitando así que la EA se agote en lo escolar y se reduzca al simple activismo desarticulado del currículo y contexto socioeconómico de las comunidades escolares.

## **Implementación de la Estrategia Metodológica de Aprendizaje Servicio para la Educación Ambiental en Estudiantes de Básica Secundaria**

### ***Fase de Sensibilización.***

En el mes de mayo se inició la fase de sensibilización (**Figura 20**), la cual comprendió dos talleres. El primero titulado *los plásticos y sus efectos negativos sobre el planeta*, el cual

tuvo como objetivo sensibilizar a los estudiantes sobre la problemática de la mala disposición, sobreuso y acumulación de residuos plásticos y la contaminación ambiental, especialmente en los ecosistemas marinos.

El desarrollo del taller tuvo una duración de 90 minutos. En general los estudiantes estuvieron atentos a los videos mostrados y receptivos a la información suministrada en este recurso didáctico. Entre las conclusiones de la actividad y los videos revisados, los estudiantes manifestaron lo siguiente:

Conclusión video 1, Grupo 1 (**Figura 21a**): “Los plásticos en los mares son unos grandes contaminantes, además matan a los que habitan en el mar ya que algunos quedan atrapados con la basura que arrojamos al mar o lo confunden con alimentos. Por esto debemos comprar plásticos que duren a largo plazo en cambio de comprar a los que les vamos a dar un solo uso”.

## **Figura 20**

*Implementación de fase de sensibilización con los estudiantes*



*Nota.* La figura muestra estudiantes de grado noveno de básica secundaria participando en el desarrollo de talleres que comprenden la fase de sensibilización de la estrategia de Aprendizaje Servicio diseñada e implementada.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión video 1, Grupo 2 (**Figura 21b**): “Hoy en día los elementos más utilizados generalmente son plásticos, y muchos de ellos tienen un solo uso y son desechados y luego llegan al mar causando más del 80% de la contaminación marina. Algunos de ellos son: tapas, botellas, envases de alimentos, los pitillos, productos de higiene y los cosméticos. Actualmente hay 150 millones de toneladas de plásticos en el mar. Causando la muerte de algunos peces”.

Conclusión video 1, Grupo 3 (**Figura 21c**): “Solo el 9% de los desechos plásticos se reciclan y la gran mayoría se disgregan en el medio ambiente que contaminamos las aguas y el aire. Y dañan la fauna en última instancia que son ingeridos. Se podía ver en el video 150

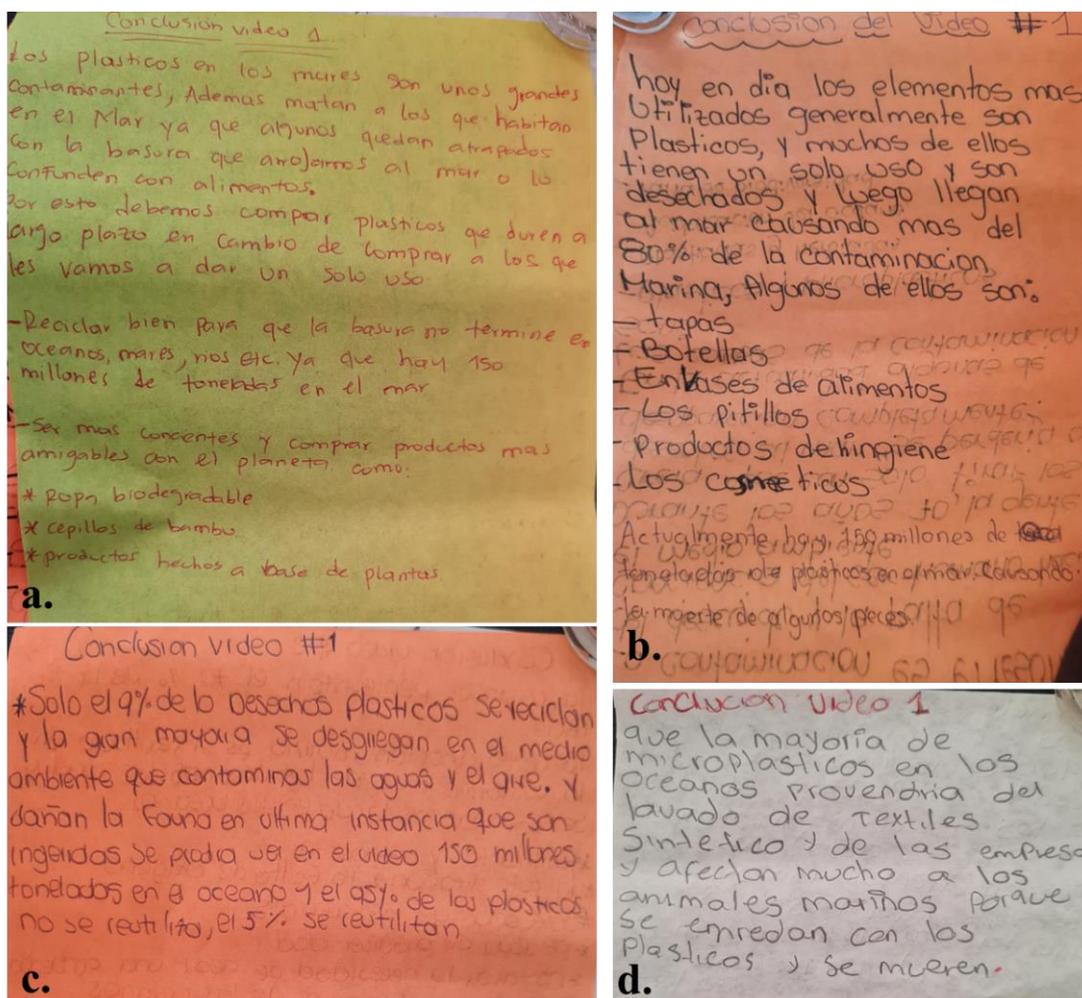
millones de toneladas en el océano y el 95% de los plásticos no se reutilizan, el 5% se reutilizan”.

Conclusión video 1, Grupo 4 (**Figura 21d**): “Que la mayoría de microplásticos en los océanos provendría del lavado de textiles sintéticos y de las empresas y afectan mucho a los animales marinos porque se enredan con los plásticos y se mueren”.

Dentro de las conclusiones grupales del video N° 2, la mayoría de los estudiantes coincidió con comprender conceptos como la contaminación, la contaminación marina, las fuentes de contaminación de los océanos y los efectos a largo plazo de la contaminación por mala disposición de residuos plástico de un solo uso (**Figura 14**). También cabe resaltar que los estudiantes atribuían estas problemáticas a la falta de conciencia del ser humano hacia el medio ambiente y, por lo tanto, algunos grupos destacaron la necesidad de crear una conciencia general de conservación de los océanos (**Figura 14**).

## **Figura 21**

*Fichas de cartulina con conclusiones y reflexiones sobre taller de sensibilización, video No 1.*

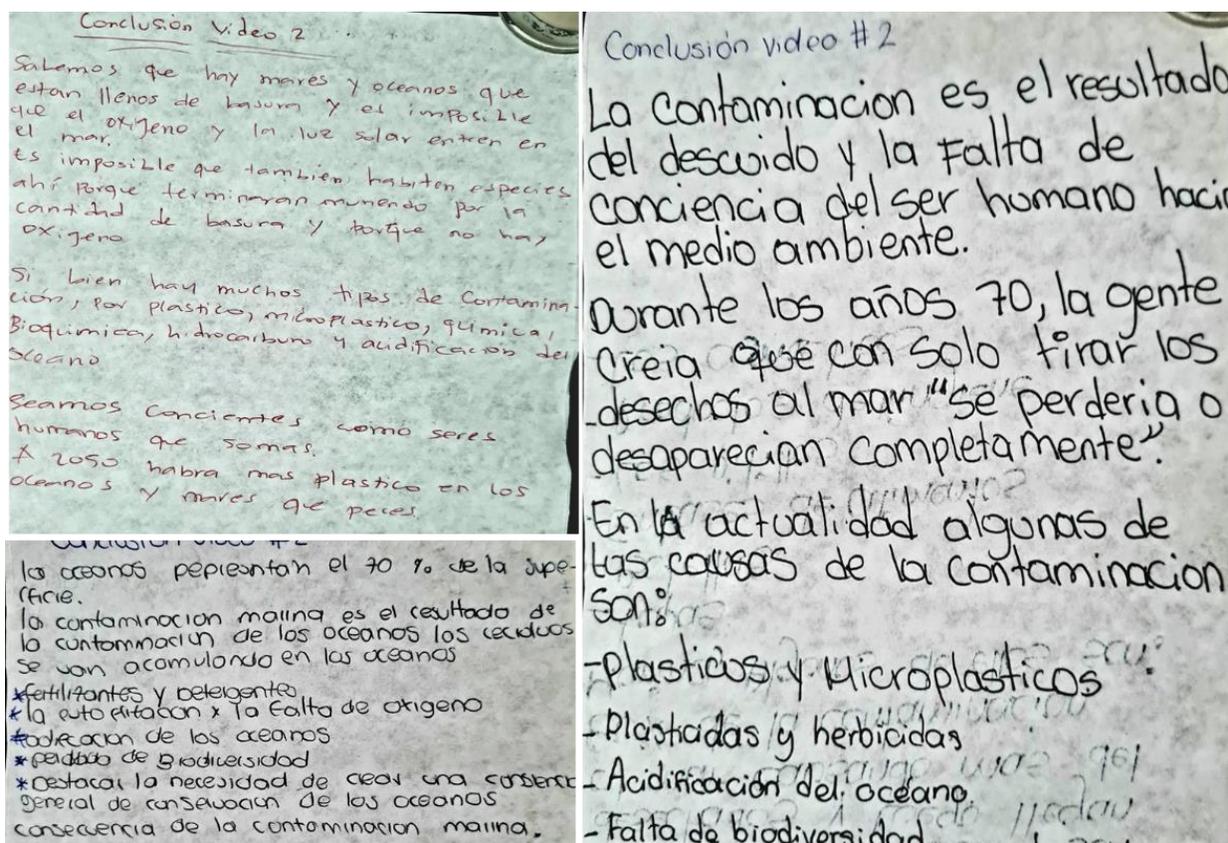


*Nota.* La figura muestra algunas de las fichas que diligenciaron los estudiantes durante el taller N°1 con conclusiones grupales sobre la temática desarrollada. Las letras indican los grupos de trabajos: (a) grupo 1), (b) grupo 2, (c) grupo 3 y (d) grupo 4.

Fuente: elaboración propia.

## Figura 22

*Fichas de cartulina con conclusiones y reflexiones sobre taller de sensibilización, video No 2.*



*Nota.* La figura muestra algunas de las fichas que diligenciaron los estudiantes durante el taller N°1 con conclusiones grupales sobre la temática desarrollada a partir de la observación y reflexión de lo visto en el video N. °2.

Fuente: elaboración propia.

Al finalizar el taller (momento del cierre), los estudiantes leyeron sus propuestas grupales de posibles acciones que podrían desarrollar para dar soluciones a la problemática de la acumulación de residuos tipo plástico en los océanos desde su contexto escolar y familiar. En este punto, la mayoría de los grupos coincidió en que desde el colegio se deberían ubicar canecas de basura que faciliten una adecuada disposición de residuos sólidos, especialmente de tipo plástico. De este modo, se podría reciclar una gran parte del plástico que se genera en la

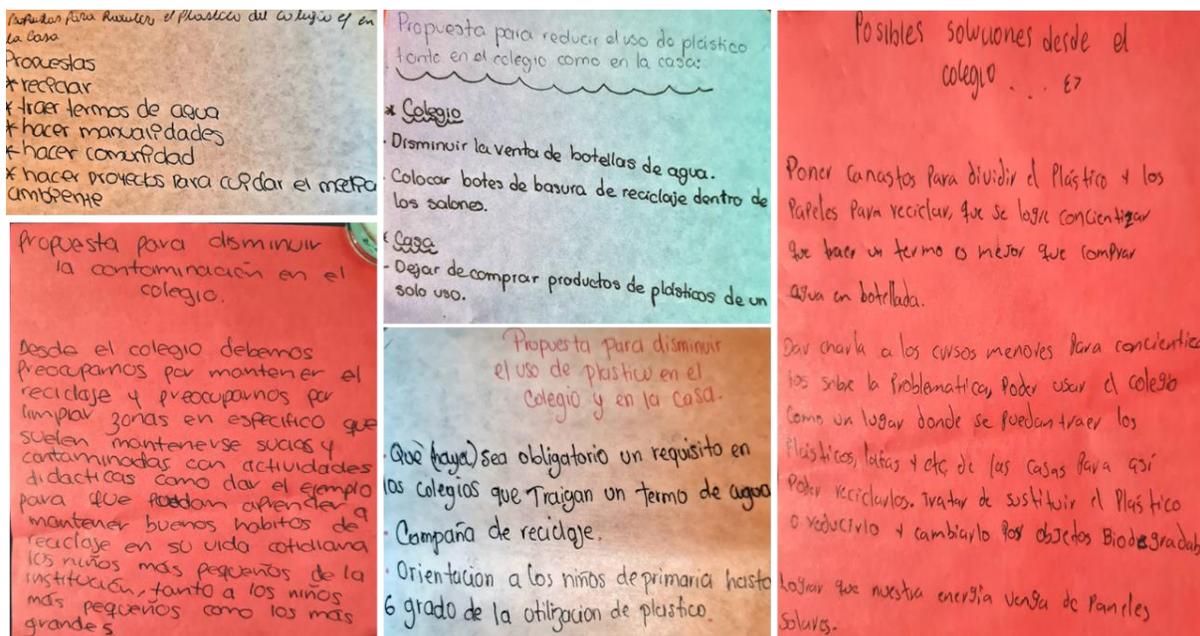
institución educativa (**Figura 23**). Adicionalmente, se destaca que otro aspecto importante que los estudiantes consideraron de gran relevancia, fue el de hacer campañas de reciclaje y dar charlas a los estudiantes de primaria y de grados sexto de básica secundaria.

Llama la atención que algunos estudiantes propusieron que el reciclaje que se realice en el colegio no se limite al que se produce en la IE. Para esto, algunos manifestaron que se debería hacer una campaña que motive a toda la comunidad estudiantil a traer residuos plásticos de un solo uso desde sus hogares hasta la IE para ser reciclados, es decir, pensar en su colegio como un gran centro de acopio (**Figura 23**). Finalmente, las acciones propuestas en sus contextos familiares, evidenció que los estudiantes son conscientes de la alta producción de residuos plásticos en sus hogares, por lo que propusieron evitar el sobre uso de plásticos de un solo uso, así como a llevar desde sus hogares el agua que tomarán en el colegio en envases que no sean de un solo uso.

### **Figura 23**

*Fichas de cartulina con acciones que podrían desarrollar (los estudiantes) para dar soluciones*

a la problemática de la acumulación de residuos tipo plástico en los océanos desde su contexto escolar y familiar.



*Nota.* La figura muestra algunas de las fichas grupales que diligenciaron los estudiantes durante el taller N°1 con acciones que podrían realizar desde la institución educativa y desde sus hogares para mitigar la problemática de contaminación de ecosistemas marinos por plástico y microplástico.

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la fase de sensibilización, se realizó el segundo taller titulado *De la charla a la acción ¿cómo ayudar?* Esta actividad tuvo una duración de 60 minutos y permitió compartir con los estudiantes diferentes experiencias positivas de personas y comunidades de distintos sectores socioeconómicos (p. ej. pescadores, investigadores, industria, recicladores) de la Región Caribe colombiana. De este modo, este taller tuvo como objetivo complementar lo que

se venía trabajando en el taller anterior, pero con una clara intencionalidad de transmitir un mensaje de esperanza. Se pretendió con esto motivar a los estudiantes a que desde la individualidad se pueden unir esfuerzos para mitigar la problemática de la contaminación de los ecosistemas marinos por plásticos y microplásticos. También se logró de este modo mostrarles de manera tangible que sí es posible contribuir con los esfuerzos que otros han hecho y apoyar iniciativas de colectivos sociales en su ciudad. De hecho, durante las indagaciones realizadas por el docente durante el desarrollo del taller, los estudiantes manifestaron sentirse motivados, dejando de lado los sentimientos de frustración y desesperanza al ver la magnitud de la problemática del inadecuado manejo y disposición de residuos plásticos de un solo uso y sus efectos negativos sobre los ecosistemas marinos de su región.

En ese orden de ideas, al socializar las propuestas (grupales) que podrían realizar en el colegio para disminuir la contaminación en las aulas de clase y zonas comunes de su colegio, fue evidente que se generó en los estudiantes una conciencia sobre la problemática que se vive a diario en la institución educativa. Además, también manifestaron que es necesario cambiar los hábitos de arrojar basura al suelo, por lo que muchos coincidieron en que la IE debe ubicar canecas en zonas de alta acumulación de basura que permitan la separación de tipos de residuos. Así será posible realizar campañas de reciclaje constante a medida que se motiva a toda la comunidad estudiantil a disminuir el uso de plásticos de un solo uso.

Como resultado importante de esta actividad, se obtuvo que los participantes identificaron un alto uso de botellas plásticas de un solo uso en la IE. Esto es porque debido a las altas temperaturas que se presentan en la ciudad, los estudiantes compran agua que venden en botellas de menos de 500 ml a precios asequibles. Los estudiantes consideraron que si cada uno trae un termo reutilizable (con agua) desde su casa, se evitaría la producción de más de la mitad

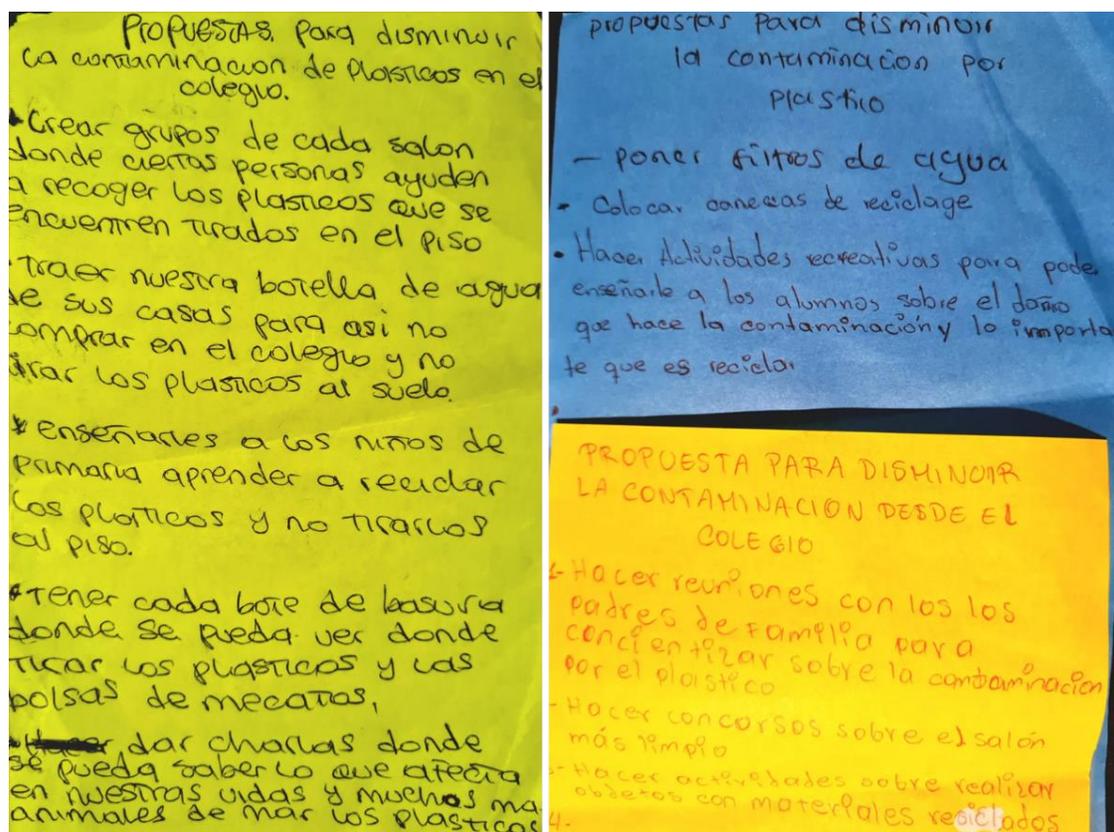
de los residuos plásticos de un solo uso en el colegio. Adicionalmente, complementaron esta idea proponiendo que los directivos de la IE podrían contribuir con esta propuesta si aportan la instalación de filtros (de ozono) de agua en diferentes puntos del colegio, lo cual permitiría a los estudiantes rellenar sus termos (envases reutilizables) y evitar la compra de agua embotellada en caso de que se consuman la que trajeron desde sus hogares. Estas propuestas se pueden apreciar en la **Figura 24**.

En cuanto a la fase del cierre, al indagar sobre el cumplimiento de acciones en el colegio y en sus hogares que propusieron en el taller anterior, los estudiantes respondieron que han hecho esfuerzos importantes por reducir el consumo de productos que contengan plásticos de un solo uso. Adicionalmente, manifestaron que han dialogado con sus familiares para que el compromiso no sea exclusivo de los estudiantes, sino que involucre a todo el núcleo familiar. Esto último fue destacado por el docente, quien explicó en ese momento la importancia de generar conciencia y sensibilizar a sus familiares sobre la problemática ambiental abordada.

Paralelamente, con el fin de hacer seguimiento a la participación de los estudiantes y asegurar que se cumplieran los objetivos de la estrategia, durante cada sesión de trabajo se tomaba lista de los asistentes por medio de formatos que diligenciaban los estudiantes participantes (**Figura 25**).

#### **Figura 24**

*Fichas de cartulina con propuestas que podrían realizar en el colegio para disminuir la contaminación en las aulas de clase y zonas comunes de la institución educativa..*



*Nota.* La figura muestra algunas de las fichas grupales que diligenciaron los estudiantes durante el taller N°2 con propuestas para disminuir la contaminación en aulas y zonas comunes del colegio.

Fuente: elaboración propia.

## Figura 25

*Ejemplos de formatos diligenciados de asistencia a las actividades de la estrategia.*

The image displays three sample forms titled 'FORMATO DE ASISTENCIA' (Attendance Form) for a service-learning project. Each form is a table with columns for student ID, name, course, family name, phone number, and signature. The forms are dated 27, 28, and 04 of September 2022, and 04 and 05 of October 2022. They list various students and their parents' contact information.

*Nota.* La figura muestra algunos de los formatos diligenciados por parte de los estudiantes que participaron en las fases de intervención de la estrategia de Aprendizaje Servicio.

Fuente: elaboración propia.

**Fase de Formación Crítica.**

Para el desarrollo de esta fase se contemplaron dos conversatorios con expertos en las áreas temáticas a abordar. El primero sobre ecosistemas marinos del Caribe colombiano impartido por un Biólogo Marino de Parques Nacionales Naturales de Colombia. El segundo conversatorio abordó la temática específica de la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos (**Figura 26**). En este conversatorio se contó con el apoyo en el diseño y estructura de la actividad por parte de una Bióloga con título de doctorado en Ecotoxicología Ambiental e impartido por un Biólogo Marino con título de maestría en Ciencias Marinas.

**Figura 26**

*Desarrollo de conversatorios con estudiantes de grado noveno de básica secundaria.*



*Nota.* La figura muestra el desarrollo de los conversatorios realizados en la institución educativa con los estudiantes de grado noveno.

Fuente: elaboración propia.

El conversatorio N. °1 se desarrolló en un tiempo de 60 minutos y tuvo como objetivo socializar los tipos de ecosistemas marinos estratégicos que se presentan en el Caribe colombiano y las bondades y servicios que ofrecen a la humanidad. Entre las preguntas formuladas por el experto se pudo constatar que, previo a la conferencia, los estudiantes tenían

poco o nulo conocimiento sobre los ecosistemas marinos que podían encontrarse en el Caribe colombiano. Algunos pocos estudiantes manifestaban haber escuchado o visto documentales sobre arrecifes de corales y, en cuanto a las playas, llamó la atención que éstos solo asociaban este ecosistema con la actividad turística (desconocían que era catalogado como un ecosistema estratégico y de alta relevancia ecológica).

Un resultado importante es que, entre las preguntas hechas por el experto, se logró evidenciar que los estudiantes no estaban familiarizados con el término de servicios ecosistémicos. Aquí se logró profundizar en este tópico, lo que, a su vez permitió llamar la atención de los estudiantes sobre la importancia de la existencia, protección y conservación de los ecosistemas marinos.

Entre las conclusiones generales de esta actividad, los estudiantes expresaron que debería hablarse más de este tipo de ecosistemas en sus clases de Biología y explicar la relación que tienen los habitantes de Cartagena con algunos de los ecosistemas del Caribe. La mayoría manifestó su asombro al aprender que, por ejemplo, los arrecifes de corales pueden albergar el 25% de todas las especies de peces que existen en el océano y, que además, fue para ellos más sorprendente entender que este ecosistema a pesar de su importancia, tan solo representa el 0,1% de todo el fondo oceánico en el planeta. Otro ejemplo puntual de aspectos que llamaron la atención de los estudiantes fue el conocer que los pastos marinos son las únicas plantas marinas que producen flores y, también les impactó que los manglares funcionaran como esponjas que absorben nutrientes y capturan sedimentos purificando el agua que entra al océano.

Por último, se destaca que los estudiantes aprendieron algunas palabras clave de la ecología, entendiendo que uno de los servicios ecosistémicos de manglares y arrecifes de corales

es que estos sirven de sala cunas o guarderías para una alta diversidad de especies de distintos grupos taxonómicos como peces, crustáceos y moluscos.

Referente al conversatorio N. °2, el conferencista pudo establecer que los estudiantes nunca habían escuchado hablar (con excepción de los dos talleres previos de la estrategia ApS de la que hacían parte) de los microplásticos marinos y los efectos deletéreos que estos representan para la biodiversidad y para la humanidad. Entre las inquietudes más frecuentes por parte de los estudiantes fue la de ¿por qué si los plásticos flotan en el agua, entonces pueden encontrarse microplásticos en las zonas más profundas de los océanos como las fosas de las marianas? El experto les aclaró que una vez los plásticos ingresan a los mares, son colonizados inicialmente por microorganismos como virus, bacterias, hongos y microalgas. Posteriormente por otros organismos invertebrados de mayor tamaño, lo cual incrementa su peso y los conduce a las profundidades de los océanos. De esta forma los estudiantes aprendían términos comunes en ecología como lo es la sucesión ecológica primaria.

Otro aspecto clave de la actividad sucedió cuando el experto explicaba cómo una botella de plástico (o una bolsa) de un solo uso, podía fraccionarse en pedazos diminutos por la acción de los rayos ultravioleta producidos por la radiación solar, esto sumado a la acción de los vientos y el oleaje. Además, se reforzó la temática de las medidas de conversión para que entendieran que 5 milímetros corresponden a  $5 \times 10^{-3}$  (0,005) metros. Con esto, el experto aprovechó la oportunidad para explicar que para trabajar problemáticas ambientales no solo basta con el conocimiento de la biología, sino que es necesaria una integración de distintas ciencias, por los que los motivó a estar atentos en sus clases cotidianas pues el conocimiento es la herramienta base para pensar en la solución de problemáticas actuales y futuras.

De otra parte, entre las intervenciones de los estudiantes, dos resultaron las más comentadas. La primera fue el hecho de saber que las llantas de motos y carros al desgastarse por la fricción con el pavimento de las calles, se convierte en partículas de microplásticos que, finalmente, llegan a los ríos y mares por las lluvias y el viento, convirtiéndose esta en una de las principales fuentes de microplásticos marinos. La segunda fue haber aprendido y entendido que la ropa está hecha en su mayoría por plástico, el cual confirmaron mirando las etiquetas de sus camisetas en ese momento (sugerencia hecha por el conferencista experto) y leyendo el nombre de poliéster en dichas etiquetas. Este fue un momento importante en el desarrollo de la actividad, pues los microplásticos (los de tipo fibra) fueron en esta ocasión un fenómeno tangible para ellos y, adicionalmente, pudieron comprender que los microplásticos se relacionan con la cotidianidad en sus vidas dentro y fuera de las aulas. Esto último fue fácilmente evidenciado en las fichas de conclusiones y reflexiones que hicieron los estudiantes durante el desarrollo de la actividad **(Figura 27)**.

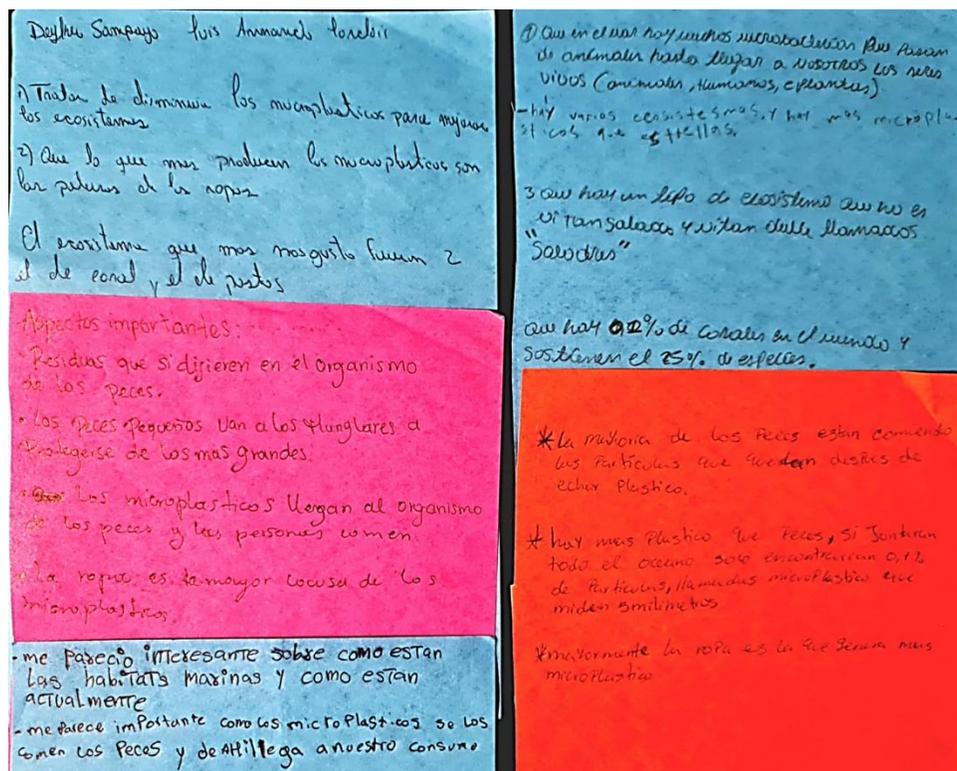
#### ***Fase de Diagnóstico de Problemática en Contexto Escolar y en el Hogar.***

La implementación de esta fase **(Figura 28)** se desarrolló durante dos semanas en la I.E. y una semana en sus hogares. La actividad realizada en la institución educativa permitió que los estudiantes de grado noveno identificaran zonas de alta acumulación de residuos sólidos tipo plástico como aquella ubicada detrás de la cancha. Adicionalmente, a medida que los estudiantes prestaban el servicio de recolecta de basura, en repetidas ocasiones los estudiantes de grado sexto se mostraron interesados y se acercaron a preguntar los motivos del por qué estaban realizando esa actividad. Este resultó tal vez uno de los escenarios más propicios en los que los estudiantes de noveno explicaron la problemática que estaban identificando. Una frase recurrente que usaban

era la de “la idea es que no tengamos que limpiar nada, lo cual sucedería si nadie arrojara la basura al piso”.

### Figura 27

Desarrollo de conversatorios con estudiantes de grado noveno de básica secundaria.



Nota. La figura muestra las fichas de cartulina con las reflexiones grupales hechas por los estudiantes durante el desarrollo de los conversatorios realizados en la institución educativa.

Fuente: elaboración propia.

**Figura 28**

*Estudiantes de grado noveno prestando el servicio de recolecta de basura tipo plástico en zonas de grado sexto.*



*Nota.* La figura muestra estudiantes realizando el servicio en la zona de los grados sexto. Se muestran algunos de los tipos de residuos más frecuentes recolectados durante la implementación de la fase de diagnóstico.

Fuente: elaboración propia.

Durante las jornadas de limpieza, los residuos más comunes resultaron ser empaques de comestibles (p. ej. papas, chitos y galletas), palitos de chupetas, vasos y botellas. Asimismo, los estudiantes concluyeron que aproximadamente el 98% de los residuos correspondieron a plásticos de un solo uso. Con estos resultados, los estudiantes sensibilizaban a los más pequeños sobre la problemática que estaban viviendo de un modo tangible.

Al indagar sobre las emociones que se generaban en los estudiantes en el momento de la recolección de basura, los estudiantes manifestaron sentirse asombrados al ver la cantidad de residuos que arrojan los estudiantes de grado sexto en la zona en la que estudian. También manifestaron frustración, pero a la vez, algunos se sintieron motivados para seguir participando en este tipo de actividades al ver que lo que hacían era muy necesario para contribuir con la causa.

Algo que llamó la atención es que transcurridos unos días en los que los estudiantes de noveno realizaban el servicio, fue común que los niños de grado sexto, de manera voluntaria, se unieran con ellos en la recolecta de basura (esto ocurría durante el descanso). Finalmente, los estudiantes concluyeron que la actividad resultó de gran éxito, pues día a día era evidente que se recolectaba menor cantidad de basura.

Otro aspecto que cautivó a los estudiantes fue el apoyo constante de los docentes que impartían clases en ese sector, pues se involucraron en el proceso de manera voluntaria, especialmente cuando los estudiantes ingresaban a los salones de los estudiantes de sexto para socializar resultados de las jornadas de recolecta de basura. Incluso los docentes realizaban preguntas a los estudiantes de noveno sobre la problemática y algunos aspectos que ellos pudieran destacar de lo que habían aprendido hasta el momento al participar en el proyecto. De hecho, una de las docentes (de informática) manifestó su asombro cuando los estudiantes le

explicaban que la ropa que usaba estaba hecha en gran parte de plástico y que, ese material, posteriormente llegaba a los mares y contaminaba. Este tipo de situaciones generó una especie de orgullo en los estudiantes, pues por un instante experimentaron un cambio de roles en el que ellos le enseñaban algo nuevo a los profesores de su colegio.

Por otra parte, en cuanto a la actividad de diagnóstico realizada en sus hogares, los estudiantes socializaron con el docente orientador sus experiencias vividas. Por ejemplo, la mayoría manifestó que sus padres (en general familiares como abuelos, tíos, hermanos, primos) se mostraron interesados en escuchar las razones del por qué el estudiante contaba la basura. También muchos estudiantes manifestaron una gran preocupación al confirmar con sus resultados que en sus hogares existía un alto consumo de productos que implicaban plásticos de un solo uso. Los más frecuentes fueron las bolsas y empaques de comida.

Por otra parte, una de las estudiantes manifestó que sintió una gran frustración, pues posterior al trabajo realizado y la explicación que le dio a su abuela sobre la problemática ambiental trabajada, su familiar le respondió que “no tenía que creer todo lo que le decían”. Agregó también que ella le indicaba que “igual de algo nos tenemos que morir todos”. Sin embargo, la estudiante se mostró motivada para seguir trabajando por mitigar la contaminación por plásticos y microplásticos desde su cotidianidad, así como continuar socializando a sus conocidos sobre los efectos negativos de los microplásticos en los mares.

Como resultado destacable, durante las sesiones de reflexión de cada componente de la estrategia ApS (cada vez que finalizaba una actividad), los estudiantes indicaron que habían logrado que en sus casas se reutilizara con mayor frecuencia los materiales de tipo plástico. Algunos mencionaron que, previo al desarrollo de la actividad, las bolsas en sus casas no las reutilizaban y que una vez usadas, se desechaban. De hecho, la actividad fue tan interesante para

algunos estudiantes, que incluso manifestaron que seguirían implementándola en sus hogares indefinidamente.

También muchos estudiantes comentaron que todo lo que iban aprendiendo y las actividades que realizaban, también las explicaban a otros familiares que no vivían con ellos, incluso algunos hablaban de esto con sus amigos más cercanos.

Con todo lo anterior, fue posible inferir que se logró el objetivo de trascender de la escuela hacia la comunidad externa, en este caso, los familiares e incluso amistades de los estudiantes que prestaban el servicio.

#### ***Fase de Experimentación en el Contexto Escolar y en el Hogar.***

Debido a la complejidad de esta fase, fue necesario desarrollarla en dos momentos. El primero consistió en la preparación de los experimentos con el acompañamiento del docente orientador (**Figura 29**). El segundo fue la implementación de los experimentos en los grados sexto. De este modo, fue posible cumplir con los dos objetivos planteados en esta fase: 1) Indagar sobre experimentos simples para implementar en el aula y en los hogares de estudiantes de grado noveno que contribuyan con entender la problemática de la contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos, y 2) Sensibilizar sobre la problemática de contaminación de ecosistemas marinos por microplásticos a estudiantes de grado sexto y en los hogares de estudiantes de grado noveno.

### Figura 29

*Estudiantes de grado noveno realizando los experimentos que socializarán con sus compañeros de grado sexto.*



*Nota.* La figura muestra estudiantes de grado noveno realizando la planeación de los experimentos que implementarán con los estudiantes de grado sexto durante el componente de servicio para explicar las causas de los microplásticos primarios y secundarios en los océanos.  
Fuente: elaboración propia.

Debido a que estas actividades integraban lo teórico con lo práctico, los estudiantes se mostraron muy interesados y, muchos de ellos, manifestaron que esta fue la parte que más les gustó de todo el proyecto. El hecho de que ellos prepararan todo inicialmente potenció en ellos empoderamiento sobre la actividad. Algunos manifestaron sentirse nerviosos a la hora de tener que realizar los experimentos con los niños de grado sexto, pero a la vez, estaban entusiasmados pues esto les confería a ellos un rol muy importante, casi como si fueran los profesores de esos

niños menores. El docente orientador fungió en esta ocasión como un facilitador de materiales e instrumentos, pero al mismo tiempo realizaba indagaciones procedimentales y de conocimiento en los estudiantes. Por ejemplo, mientras realizaban la planeación, les preguntaba constantemente cuál era el mensaje que querían transmitir a los estudiantes de sexto. También los ponía en escenarios hipotéticos en los que algunos estudiantes les hicieran desorden. En general las respuestas a esta última incógnita era el buscar apoyo en el docente que se encontrara en el aula, pero algunas veces los estudiantes indicaron que para esto trabajarían en grupo, por lo que se asignarían tareas puntuales, incluyendo las de cuidar el orden en la clase. Posterior a la indagación y planeación de los experimentos, los estudiantes realizaron el servicio por medio de la implementación de los dos experimentos escogidos.

Inicialmente los estudiantes ingresaron a las aulas y, con ayuda del docente que se encontrara impartiendo su clase, organizaban a los estudiantes en forma de mesa redonda (**Figura 30**). Antes de realizar los experimentos, los estudiantes primero explicaban todo el proceso que venían realizando, enfatizando el problema ambiental de los plásticos y microplásticos en el océano. También explicaban la importancia de algunos ecosistemas marinos como arrecifes y manglares. Aquí se pudo apreciar una apropiación del conocimiento y la habilidad que adquirieron los estudiantes de noveno para sensibilizar sobre la problemática a los estudiantes de grado sexto. Una vez explicaron y contextualizaron la actividad a desarrollar y la problemática ambiental, realizaron una corta sesión de preguntas.

**Figura 30**

*Estudiantes de grado noveno realizando los experimentos con sus compañeros de grado sexto.*



*Nota.* La figura muestra estudiantes de grado noveno realizando el servicio de experimentación con sus compañeros de grado sexto para explicar las causas de los microplásticos primarios y secundarios en los océanos.

Fuente: elaboración propia

Los estudiantes manifestaron sentirse muy emocionados al ver la receptibilidad que tuvo la actividad y lo que ellos enseñaban a los más pequeños. Este momento fue aprovechado por el docente, quien continuaba preguntándoles qué otras emociones o sentimientos les generaba el desarrollar la actividad y ver a sus compañeros de grado sexto tan interesados. Ante esto, la

mayoría estuvo de acuerdo en que sentían alegría y que esto los motivaba a continuar participando de este tipo de actividades.

Una de las estudiantes de hecho indicó que en el colegio debería impartirse al menos una hora de clases de Educación Ambiental en todos los grados. Esta sugerencia fue apoyada por todos sus demás compañeros, y otros agregaron que también deberían enseñarle este tipo de actividades y proyectos a todos los profesores, es decir, que no se limitara a los de Ciencias Naturales. También llamó la atención que, en actividades previas, algunos estudiantes no se mostraban con mucho interés, pero en esta actividad en particular, eran quienes hacían parte de los líderes del grupo. Esto sugiere que el servicio despierta sentimientos que otras actividades y recursos didácticos y pedagógicos no generan. Todos coincidían en que vivir la experiencia era algo muy novedoso para ellos.

Por otra parte, referente a la experimentación en sus hogares (**Figura 31**), los estudiantes comunicaron al docente que, a pesar de haber sido una actividad muy sencilla, se sintieron muy bien (y satisfechos) al haber logrado replicar el trabajo con sus familiares y, además, haber podido responder las preguntas que les hacían. Los estudiantes manifestaron que fue común que les preguntaran por soluciones para mitigar la problemática, lo que los transportaba en su mente a los momentos de reflexión que hicieron en las fases previas de la estrategia. También mencionaron que algunos de sus familiares los felicitaron por lo interesante del trabajo y se comprometieron también a contribuir desde sus vidas a disminuir el uso de plástico de un solo uso, pero también a comentarle a sus conocidos sobre los microplásticos y todos los problemas que causan a los organismos marinos y al hombre.

**Figura 31**

*Estudiante de grado noveno prestando el servicio y haciendo actividad de experimentación con familiares de su hogar.*



*Nota.* La figura muestra uno de los estudiantes del grupo experimental realizando el componente de servicio en su hogar con uno de sus familiares. Se muestra al estudiante realizando uno de los experimentos con su familiar.

Fuente: elaboración propia.

***Resultados del diagnóstico y de la implementación de la estrategia***

Cabe destacar que, en todo momento, los estudiantes se mostraron interesados por el proyecto, especialmente por la temática y la problemática que sería abordada durante el desarrollo de este. También resultó frecuente escuchar a los estudiantes mencionar que, a pesar de vivir en una ciudad costera de Colombia, poco sabían de los ecosistemas marinos que tenían

en su región, su importancia y tampoco tenían clara la relación directa o indirecta que ellos tenían con este tipo de ecosistemas en su cotidianidad.

Debido a que todas las actividades se complementaban, fue posible lograr los objetivos que se plantearon en cada fase y, a partir de la indagación del docente orientador, se verificaba en todo momento que los estudiantes adquirieran las habilidades, el conocimiento, las destrezas, competencia y habilidades relacionadas con la estrategia ApS. También fue posible de este modo observar la solidaridad de los estudiantes hacia aquellos más pequeños. Muchos de ellos manifestaron sentirse felices de poder ayudar a sus compañeros enseñándoles y prestándoles un servicio. Y resultó más significativo aún, que la mayoría explicó que fue, precisamente durante el desarrollo del servicio, el momento en el que más aprendieron, pues debían prepararse adecuadamente para ese instante y no querían quedar mal ante los estudiantes más pequeños y los profesores que se encontrarían en el aula, así como con sus familiares cuando trabajan en sus hogares.

**Resultados correspondientes al objetivo 4: Evaluar el nivel de conocimiento adquirido y los cambios actitudinales en los estudiantes sobre la problemática de contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos después de la implementación de la estrategia metodológica**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario de conocimientos y test de actitudes proambientales a los estudiantes del grupo control y experimental de grado noveno. Estos resultados se obtienen posterior a la

implementación de la estrategia de Aprendizaje Servicio desarrollada durante siete meses en la institución educativa.

### **Cuestionario de Nivel de Conocimientos - Postest**

**Grupo Control (GC).** Los resultados mostraron que el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos y las bondades y servicios que ofrecen a la humanidad es moderado-bajo con un porcentaje de respuestas correctas que osciló entre 29,7 – 97,2% (**Tabla 6**). Lo anterior complementado con bajos porcentajes de acierto (promedio < 50%) en conocimientos sobre praderas de pastos marinos. Adicionalmente, se observó que los estudiantes están más familiarizados con los ecosistemas de manglar y de arrecifes de coral, pues en estos se encontraron los valores máximos de respuestas correctas con 97,2 y 83,3%, respectivamente. En cuanto al nivel de conocimientos sobre contaminación y residuos plásticos, los aciertos en todos los ítems resultaron > 59% con valores máximos de 81,5% (**Tabla 6**). Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes conocen la problemática y parte de los efectos negativos que ocasionan en el medio ambiente y a la humanidad. No obstante, se aprecia que es necesario trabajar en la Educación Ambiental con este grupo de estudiantes, pues más del 30% desconoce sobre la problemática ambiental.

### **Tabla 6**

*Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en el grupo control-postest.*

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
1. Los arrecifes de coral son estructuras construidas básicamente por organismos vertebrados como peces, tiburones y cangrejos	F	59,3	40,7
2. Los arrecifes de coral son ecosistemas que sirven como refugio para las larvas de muchos peces y otras especies marinas.	V	83,3	16,7
3. Los arrecifes de coral son ecosistemas que se encuentran en zonas lejanas a la costa y muy profundas en los océanos.	F	68,5	31,5
4. Los arrecifes de coral son un importante atractivo turístico, debido a atraen gran cantidad de turistas y buceadores por la gran variedad de especies animales como peces, crustáceos, moluscos, que aportan belleza y colorido.	V	83,3	16,7
5. Un manglar es un ecosistema marino-costero en el cual la especie fundamental es el mangle, un árbol que resiste altos grados de salinidad combinados con agua dulce. Los manglares forman bosques en espacios inundados ubicados a nivel del mar en zonas costeras como estuarios, bahías, ensenadas y lagunas.	V	97,2	2,8
6. Los manglares son considerados principalmente territorios de apareamiento, cría y alimentación para muchos peces y moluscos.	V	77,8	22,2
7. Los manglares son ecosistemas constituidos principalmente por crustáceos, esponjas y moluscos.	F	50	50
8. Los manglares pueden disminuir la energía de las olas y disminuir el impacto de los maremotos.	V	53,7	46,3
9. Los manglares ayudan a limpiar el agua reteniendo los sedimentos ricos en materia orgánica y nutrientes.	V	66,7	33,3
10. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas cuya base son especies vegetales, en estos, es común encontrar cangrejos, insectos y aves; además, las tortugas marinas buscan	F	64,8	35,2

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
estos ecosistemas para anidar y depositar sus huevos.			
11. Las praderas de pastos marinos sirven como trampas que atrapan sedimentos o material sólido que llega al mar.	V	59,3	40,7
12. Las praderas de pastos marinos se encuentran en las zonas profundas de los océanos.	F	64,8	35,2
13. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas importantes porque ayudan a combatir los cambios a largo plazo en la temperatura y los patrones climáticos del planeta (es decir, el cambio climático).	V	63	37
14. Las playas son sitios donde se encuentran sedimentos acumulados, no consolidados (como la arena) que han sido transportados a la costa y moldeados por corrientes, oleaje y vientos, por lo que es un medio modificable.	V	70,4	29,6
15. Las playas de arena tienen poca presencia de especies de organismos animales y vegetales ya que solo sirven para el turismo.	F	70,4	29,6
16. En las playas de arena se llevan a cabo procesos muy importantes, pues allí se reproducen animales como los moluscos, crustáceos y las tortugas marinas.	V	59,3	40,7
17. La contaminación consiste en la acumulación de sustancias no deseadas en el medio ambiente, es decir, en el suelo, agua, aire y en los organismos. La presencia de estas sustancias provoca graves impactos negativos en los ecosistemas.	V	75,9	24,1
18. Cuando el plástico llega al océano, es destruido por el oleaje, las corrientes, las sales, la luz solar por la radiación ultravioleta y los	F	33,3	66,7

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
fuertes vientos, de este modo, no se acumulan en el medio marino ni afecta a los organismos.			
19. La presencia de residuos plásticos en los mares y océanos no es un tema que deba preocuparnos, porque mares y océanos son sistemas muy grandes que pueden almacenar muchos residuos sin impactar los seres vivos que habitan allí.	F	29,6	70,4
20. La contaminación puede afectar a los alimentos que consumimos, amenazando la supervivencia, desarrollo y reproducción de los seres vivos, incluidos los seres humanos.	V	64,8	35,2
21. La contaminación del mar puede deberse a causas naturales y por actividades del hombre.	V	81,5	18,5
22. La contaminación de los ecosistemas marinos no afecta los servicios que estos prestan a la humanidad como el turismo, la reducción de los impactos del cambio climático y la variedad de especies de organismos, entre otros.	F	33,3	66,7
23. La basura que algunas personas arrojan a la calle tiene muy poca posibilidad de llegar a los océanos.	F	40,7	59,3
24. ¿Sabes qué son los microplásticos?	NA	48,1 (Sí)	51,9 (No)
25. Si en la pregunta anterior, su respuesta fue afirmativa, por favor escoja la opción que considere correcta de la definición de microplásticos.	Partículas de plástico < 5 mm que se acumulan y no se degradan fácilmente.	42,6 (correcto)	57,4 (incorrecto)
26. Los microplásticos se encuentran en ambientes terrestres y acuáticos como ríos, lagos y mares, sin contaminarlos.	F	51,9	48,1
27. Los microplásticos que se encuentran en los océanos pueden absorber contaminantes presentes en el agua, y debido a su tamaño pueden ser fácilmente ingeridos por una gran	V	66,7	33,3

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
variedad de organismos marinos, como peces, crustáceos y moluscos.			
28. Los organismos marinos no comen microplásticos porque saben que no son parte normal de su alimentación.	F	35,2	64,8

*Nota.* Respuesta verdadera (V), respuesta falsa (F). En color rojo se resaltaron las respuestas acertadas. Los datos se muestran en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, aunque el 48,1% de los estudiantes indicaron que sabían qué eran los microplásticos, tan solo el 42,6 de ellos acertó en la respuesta sobre su definición. Con esto se demostró que, en general, la problemática de los microplásticos y los efectos deletéreos que generan sobre la biodiversidad y ecosistemas marinos, y sobre la humanidad, es poco conocida por estudiantes de básica secundaria, todo esto a pesar de vivir en una ciudad costera del Mar Caribe colombiano.

**Grupo Experimental (GE).** Posterior a la implementación de la estrategia Aprendizaje Servicio (ApS), se encontró que en el grupo experimental el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos y bondades y servicios que prestan a la humanidad es medio-alto con porcentajes de acierto entre 31,5 – 88,9%, lo cual es coherente con una mayor frecuencia de porcentajes de respuestas correctas (>59%) en 11 de los 16 ítems correspondientes a esta temática (**Tabla 7**). Adicionalmente, el conocimiento sobre praderas de pastos marinos resultó ser el de menor porcentaje de acierto (31,5 – 66,7%), mientras que los estudiantes tienen

conocimientos importantes sobre los manglares y sus bondades y servicios ecosistémicos para la humanidad (59,3 – 85,2% de porcentaje de acierto).

**Tabla 7**

*Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria en el grupo experimental-postest.*

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
1. Los arrecifes de coral son estructuras construidas básicamente por organismos vertebrados como peces, tiburones y cangrejos	F	44,4	55,6
2. Los arrecifes de coral son ecosistemas que sirven como refugio para las larvas de muchos peces y otras especies marinas.	V	85,2	14,8
3. Los arrecifes de coral son ecosistemas que se encuentran en zonas lejanas a la costa y muy profundas en los océanos.	F	56,7	43,3
4. Los arrecifes de coral son un importante atractivo turístico, debido a atraen gran cantidad de turistas y buceadores por la gran variedad de especies animales como peces, crustáceos, moluscos, que aportan belleza y colorido.	V	88,9	11,1
5. Un manglar es un ecosistema marino-costero en el cual la especie fundamental es el mangle, un árbol que resiste altos grados de salinidad combinados con agua dulce. Los manglares forman bosques en espacios inundados ubicados a nivel del mar en zonas costeras como estuarios, bahías, ensenadas y lagunas.	V	85,2	14,8

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
6. Los manglares son considerados principalmente territorios de apareamiento, cría y alimentación para muchos peces y moluscos.	V	75,1	24,9
7. Los manglares son ecosistemas constituidos principalmente por crustáceos, esponjas y moluscos.	F	37	63
8. Los manglares pueden disminuir la energía de las olas y disminuir el impacto de los maremotos.	V	59,3	40,7
9. Los manglares ayudan a limpiar el agua reteniendo los sedimentos ricos en materia orgánica y nutrientes.	V	77,8	22,2
10. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas cuya base son especies vegetales, en estos, es común encontrar cangrejos, insectos y aves; además, las tortugas marinas buscan estos ecosistemas para anidar y depositar sus huevos.	F	68,5	31,5
11. Las praderas de pastos marinos sirven como trampas que atrapan sedimentos o material sólido que llega al mar.	V	66,7	33,3
12. Las praderas de pastos marinos se encuentran en las zonas profundas de los océanos.	F	48,1	51,9
13. Las praderas de pastos marinos son ecosistemas importantes porque ayudan a combatir los cambios a largo plazo en la temperatura y los patrones climáticos del planeta (es decir, el cambio climático).	V	59,3	40,7
14. Las playas son sitios donde se encuentran sedimentos acumulados, no consolidados (como la arena) que han sido transportados a la costa y moldeados por corrientes, oleaje y vientos, por lo que es un medio modificable.	V	75,9	24,1

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
15. Las playas de arena tienen poca presencia de especies de organismos animales y vegetales ya que solo sirven para el turismo.	F	48,1	51,9
16. En las playas de arena se llevan a cabo procesos muy importantes, pues allí se reproducen animales como los moluscos, crustáceos y las tortugas marinas.	V	81,5	18,5
17. La contaminación consiste en la acumulación de sustancias no deseadas en el medio ambiente, es decir, en el suelo, agua, aire y en los organismos. La presencia de estas sustancias provoca graves impactos negativos en los ecosistemas.	V	85,2	14,8
18. Cuando el plástico llega al océano, es destruido por el oleaje, las corrientes, las sales, la luz solar por la radiación ultravioleta y los fuertes vientos, de este modo, no se acumulan en el medio marino ni afecta a los organismos.	F	22,2	77,8
19. La presencia de residuos plásticos en los mares y océanos no es un tema que deba preocuparnos, porque mares y océanos son sistemas muy grandes que pueden almacenar muchos residuos sin impactar los seres vivos que habitan allí.	F	24,1	75,9
20. La contaminación puede afectar a los alimentos que consumimos, amenazando la supervivencia, desarrollo y reproducción de los seres vivos, incluidos los seres humanos.	V	90,7	9,3
21. La contaminación del mar puede deberse a causas naturales y por actividades del hombre.	V	94,4	5,6
22. La contaminación de los ecosistemas marinos no afecta los servicios que estos prestan a la humanidad como el turismo, la reducción de los impactos del cambio climático y la variedad de especies de organismos, entre otros.	F	20,4	79,6

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta correcta</b>	<b>Opción verdadero</b>	<b>Opción falso</b>
23. La basura que algunas personas arrojan a la calle tiene muy poca posibilidad de llegar a los océanos.	F	20,4	79,6
24. ¿Sabes qué son los microplásticos?	NA	96,3 (Sí)	3,7 (No)
25. Si en la pregunta anterior, su respuesta fue afirmativa, por favor escoja la opción que considere correcta de la definición de microplásticos.	Partículas de plástico < 5 mm que se acumulan y no se degradan fácilmente.	83,3 (correcto)	16,7 (incorrecto)
26. Los microplásticos se encuentran en ambientes terrestres y acuáticos como ríos, lagos y mares, sin contaminarlos.	F	31,5	68,5
27. Los microplásticos que se encuentran en los océanos pueden absorber contaminantes presentes en el agua, y debido a su tamaño pueden ser fácilmente ingeridos por una gran variedad de organismos marinos, como peces, crustáceos y moluscos.	V	85,2	14,8
28. Los organismos marinos no comen microplásticos porque saben que no son parte normal de su alimentación.	F	16,7	83,3

*Nota.* Respuesta verdadera (V), respuesta falsa (F). En color rojo se resaltaron las respuestas acertadas. Los datos se muestran en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Referente a las temáticas de contaminación ambiental, se pudo evidenciar un alto nivel de conocimientos, pues entre el 75,9 y 94,4% de los estudiantes respondieron correctamente a los ítems planteados. De otra parte, los estudiantes (96,3%) manifestaron conocer sobre los microplásticos y el 83,3% de estos acertó en la respuesta sobre su definición. Finalmente, los resultados sugieren que el 68,5% de estudiantes del grupo experimental lograron reconocer la

ubiquidad de los microplásticos (presentes en ambientes terrestres y acuáticos) y, entre el 83,3 y 85,2%, son conscientes de los efectos negativos de los microplásticos en los ecosistemas marinos.

### **Test de Actitudes Proambientales - Postest**

**Grupo Control (GC).** En términos de actitudes proambientales de los estudiantes del grupo control (postest), se encontró que estos muestran una tendencia hacia la indiferencia cuando se trata de restringir el uso de dispositivos electrónicos (p. ej. celular y televisor) para reducir la contaminación (Valor promedio de Escala Likert de 3,13;

Tabla 8). Sin embargo, valores promedio bajos de la escala (2,28 y 20,06 para ítems 6 y 10, respectivamente;

Tabla 8), sugieren que en muchos casos sí estarían dispuestos a hacer concesiones, e incluso donar parte de su merienda, para reducir el ritmo de la contaminación y promover el uso prudente de los recursos naturales.

Por otra parte, los resultados permitieron evidenciar que los estudiantes, en su mayoría, están de acuerdo con los ítems que se refieren al factor (III) de recolección de residuos sólidos y formación medioambiental (21 – 30) con valores promedio de la Escala Likert de 1,80 a 2,22.

### **Tabla 8**

*Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo control – postest. Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los*

*ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 21 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.*

<b>Ítems</b>	<b>Media</b>	<b>EE</b>	<b>DE</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
1. No deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos.	3,96	0,14	0,99	1	5
2. Debemos prevenir la extinción de cualquier tipo de animal, aun cuando signifique renunciar a algunas cosas para nosotros mismos.	2,07	0,14	1,01	1	5
3. Con el fin de reducir la contaminación ambiental, en el centro de las grandes ciudades, debería restringirse el uso de vehículos, permitiendo circular únicamente a los del servicio público, bicicletas o vehículos eléctricos.	2,69	0,13	0,95	1	4
4. La producción de energía no produce ninguna contaminación, ya que el gobierno establece vigilancia y control.	2,87	0,15	1,10	1	5
5. Los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados.	3,59	0,14	1,04	1	5
6. Estaría dispuesto (a) a hacer concesiones personales para reducir el ritmo de la contaminación, aunque los resultados inmediatos no fueran significativos.	2,28	0,13	0,94	1	4
7. Aun cuando el transporte público fuese más eficiente de lo que es, preferiría ir en mi propio carro, aunque no lo tuviese.	2,52	0,12	0,89	1	5
8. Incluso la gente de los países ricos no podrá sobrevivir si la contaminación llega a niveles peligrosos.	2,15	0,14	1,05	1	5
9. No creo que casi todas las criaturas vayan a extinguirse por la contaminación a niveles exagerados.	3,57	0,15	1,09	1	5
10. Estaría dispuesto a donar una parte del valor de mi merienda cada semana para promover el uso prudente de los recursos naturales.	2,06	0,09	0,63	1	3
11. No estoy dispuesto (a) a tolerar molestias para reducir la contaminación si para ello tengo que restringir el uso de aparatos como la TV, el celular, el internet o el aire acondicionado.	3,13	0,13	0,93	1	5

Ítems	Media	EE	DE	Min	Max
12. La contaminación no es una consecuencia de haber infringido las leyes naturales del medio ambiente.	3,22	0,14	1,06	1	5
13. Me gustaría establecer contacto con la oficina local del medio ambiente para obtener información sobre programas para prevenir la contaminación.	2,32	0,13	0,99	1	5
14. Me gustaría leer algunos libros sobre contaminación, medio ambiente y ecología.	2,24	0,14	1,01	1	5
15. Me gustaría tomar un papel activo en la solución de problemas que originan la contaminación.	2,30	0,11	0,82	1	4
16. Aunque hay contaminación continua de lagos, ríos y aire, la naturaleza se encarga de autolimpiarse y purificar el ambiente.	3,11	0,16	1,19	1	5
17. Me interesa cambiar los productos que he utilizado siempre por otros nuevos que contaminen menos, incluso aunque esta medida signifique que mis padres gasten más dinero.	2,59	0,17	1,28	1	5
18. La actividad habitual de las organizaciones que trabajan para prevenir la contaminación están más interesadas en beneficiarse y enriquecerse con los proyectos que contribuir al medio ambiente.	2,94	0,15	1,09	1	5
19. Si pudiera daría tiempo, dinero o ambos a una organización que trabaje para mejorar la calidad del ambiente.	2,00	0,11	0,82	1	4
20. Cuando compro algo miro seriamente lo que cuesta y el rendimiento, y no tomo en cuenta si contamina o no el medio ambiente.	2,76	0,14	1,01	1	5
21. Me gustaría informar a la gente de la importancia que tienen la contaminación y los problemas medioambientales.	1,94	0,11	0,79	1	4
22. Creo que en la formación de los docentes se debe incluir la Educación Ambiental.	1,80	0,10	0,71	1	4
23. Los profesores de mi colegio deberían recibir un Seminario de Educación Ambiental, formación que transmitirían a sus alumnos en los programas transversales	1,93	0,13	0,93	1	4
24. Me siento triste después de ver en la TV un programa sobre destrucción ambiental.	2,15	0,11	0,81	1	4
25. Los productos alimenticios envasados, como bebidas y conservas, deberían ser de vidrio retornable, para evitar la acumulación, en el ambiente, de latas y botellas.	2,22	0,13	0,95	1	4
26. La basura debería recogerse utilizando métodos menos ruidosos que los utilizados.	2,04	0,12	0,87	1	5

Ítems	Media	EE	DE	Min	Max
27. Debería controlarse el uso y el abuso de las bolsas de plástico.	1,87	0,11	0,78	1	5
28. La naturaleza y el medio ambiente son bienes sociales, patrimonio de toda la humanidad y de las generaciones futuras, por tanto, no tenemos derecho a deteriorarlo y explotarlo como lo estamos haciendo.	2,04	0,11	0,80	1	4
29. El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana.	2,00	0,10	0,73	1	4
30. Lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra. sino la propia vida del organismo.	1,89	0,10	0,72	1	5

*Nota.* Error estándar (EE), desviación estándar (DE), valor mínimo (Min) y valor máximo (Max).

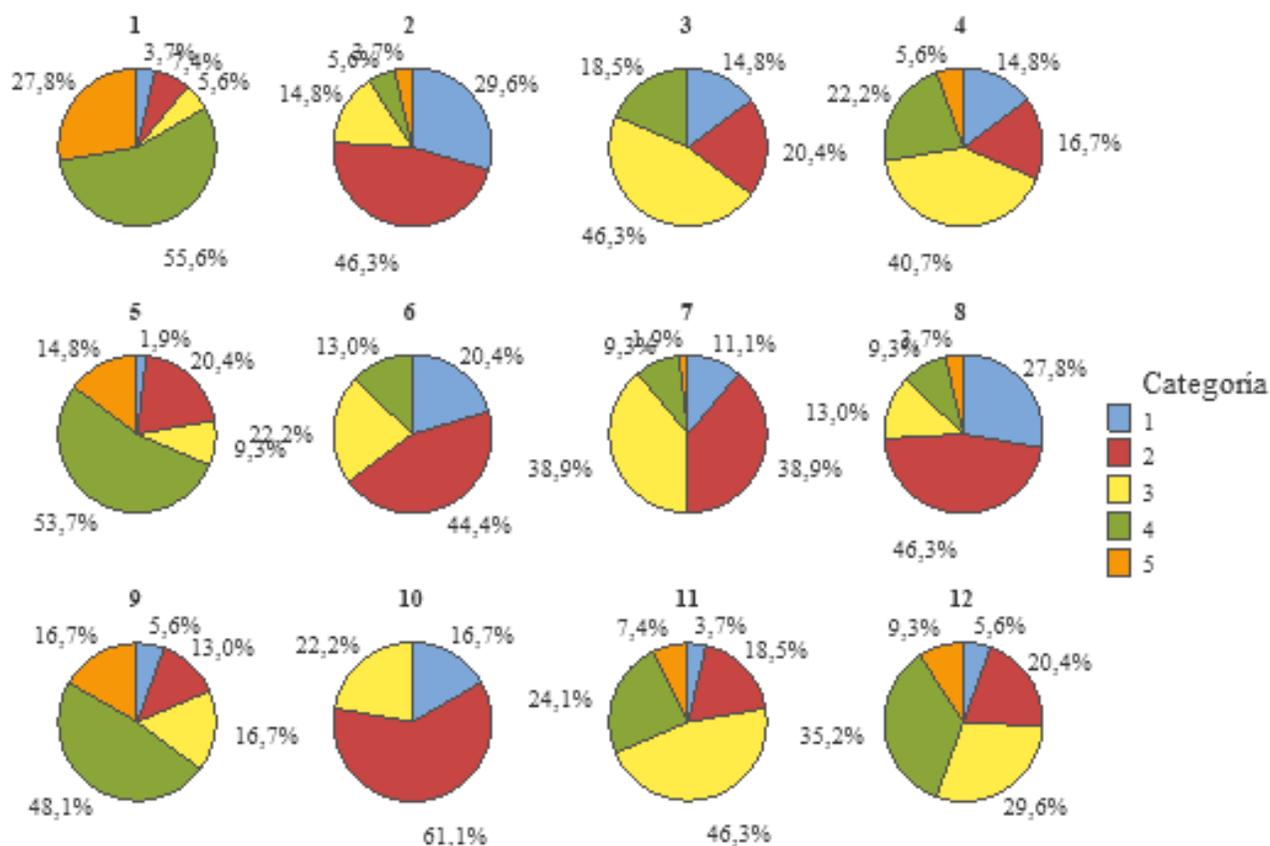
Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente: Elaboración propia.

Discriminando por porcentajes de respuestas, es importante señalar que, debido a la alta tendencia a la indiferencia evidenciada en los estudiantes de este grupo para el factor I (**Figura 32**), se asume que no existen actitudes proambientales altas. En este contexto, se destacan los ítems 3, 11, 4 y 7, los cuales tuvieron porcentajes de indiferencia entre 38,9 y 46,3%.

### **Figura 32**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo control-postest.*



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

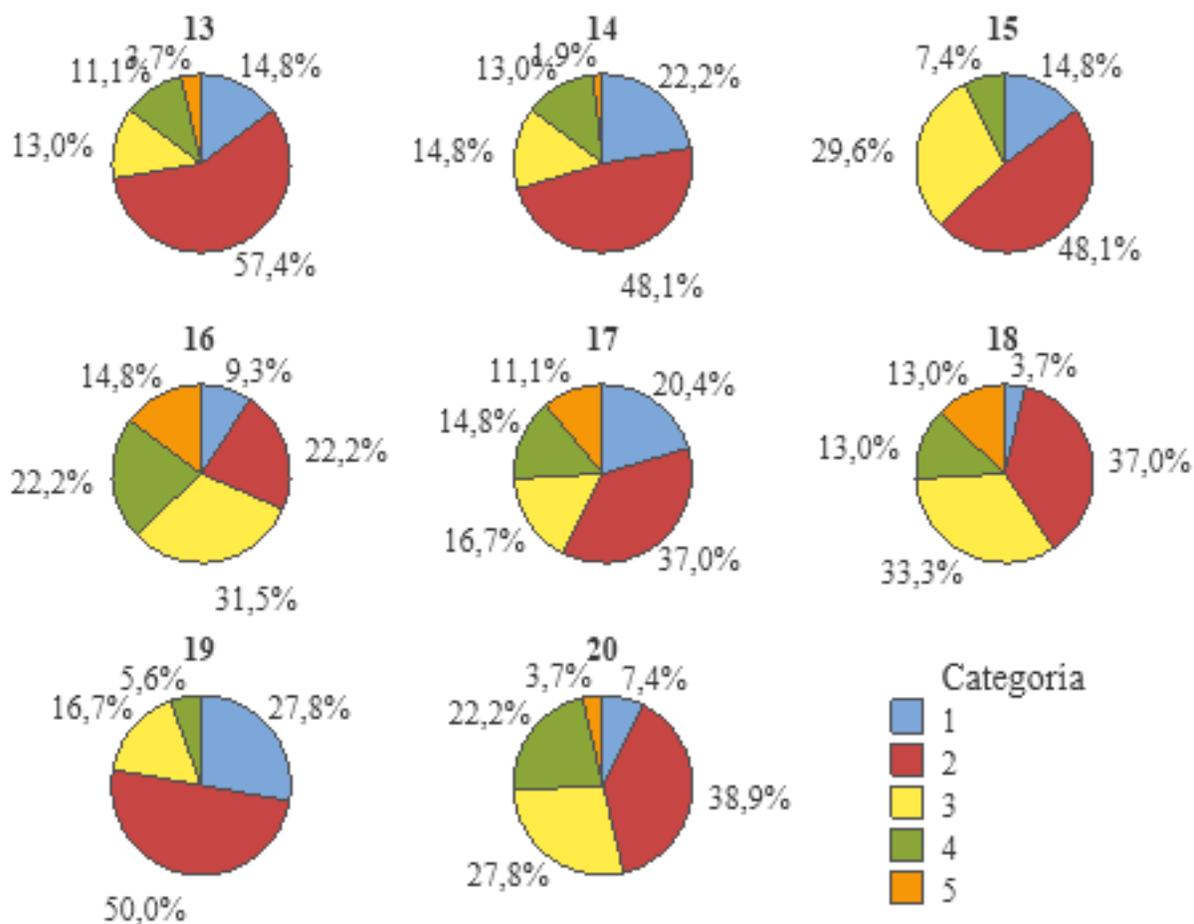
Fuente. Elaboración propia.

Por otra parte, los resultados mostraron que los ítems 13, 14, 15 y 19 (pertenecen al factor II), tuvieron una alta tasa de aceptación por parte de los estudiantes de este grupo, con porcentajes (sumados) altos (> 62%; **Figura 33**) para categorías 1 y 2 (Muy de acuerdo y de acuerdo, respectivamente). Si bien esto refleja actitudes altas hacia la participación en resolución de problemas medioambientales, el hecho de obtener porcentajes de indiferencia altos en todos

los ítems (>13%), sugiere que este componente debe priorizarse en dicho grupo de estudiantes para trabajar la Educación Ambiental, pues es el reflejo de bajas actitudes proambientales.

**Figura 33**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo control-postest.*



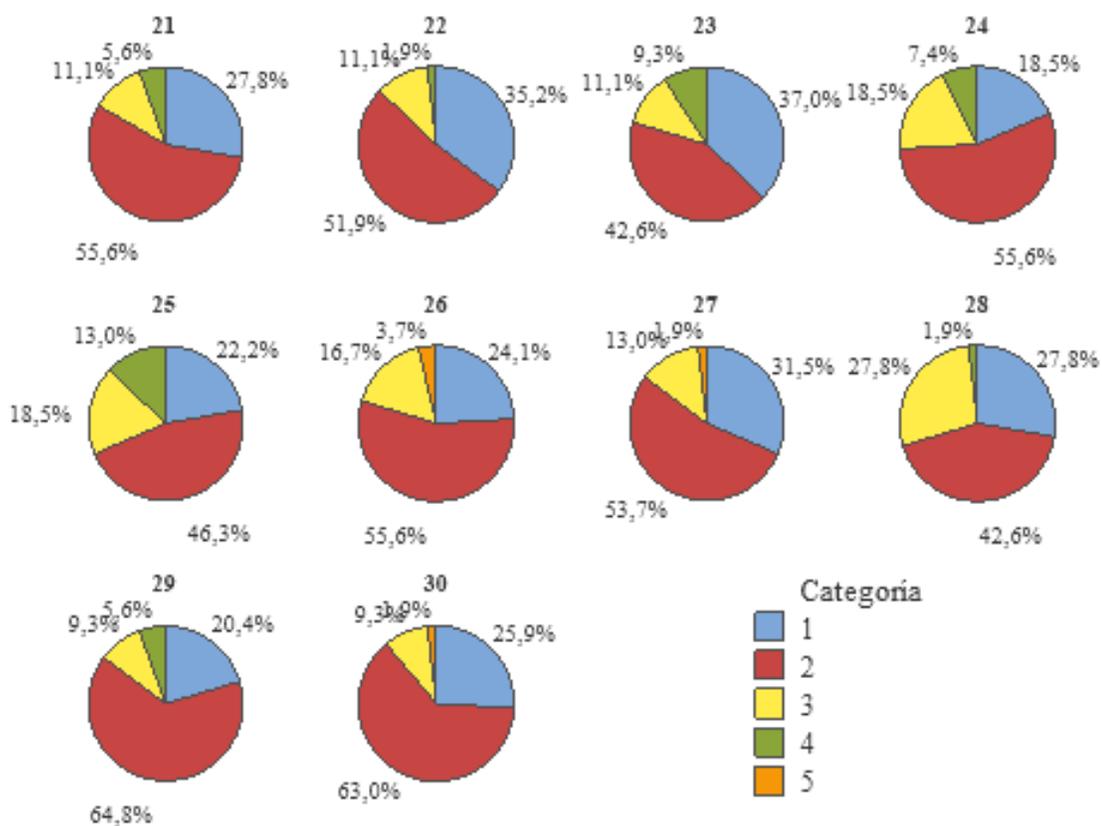
*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, se observó que las actitudes proambientales respecto al factor de recolección de residuos y formación medioambiental son altas en la mayoría de los estudiantes, pues los valores de *Muy de acuerdo* y *De acuerdo* (en conjunto) corresponden a más del 68%. Sin embargo, al igual que en los factores anteriores, el porcentaje de respuestas que muestran indiferencia hacia los ítems planteados en este factor resultan ser altos (en 8 de los 10; **Figura 34**) con rango entre 11,1 – 27,8%, siendo indicativos de bajas actitudes proambientales en los estudiantes de este grupo.

**Figura 34**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo control-postest.*



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

**Grupo Experimental (GE).** A partir de los resultados, es posible inferir que los estudiantes tienden a estar *muy en desacuerdo* (valor promedio de Escala Likert= 4,43) cuando se les plantea el ítem “no deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos” (**Tabla 9**). También se encontró que, para este ítem, se reportó el menor porcentaje de indiferencia (1,9%), seguido por los ítems 2 y 8 con 5,6% y 7,4%, respectivamente (**Figura 35**) que sugieren que los estudiantes se muestran preocupados por prevenir la extinción de animales, además de ser conscientes de la amenaza que representa la contaminación ambiental para la humanidad (Factor I).

### Tabla 9

*Estadística básica descriptiva para los 30 ítems del test de actitudes proambientales en el grupo experimental – posttest. Estudiantes encuestados: 54. Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 23 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.*

Ítem	Media	EE	DS	Mín	Max
1. No deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos.	4,43	0,16	1,14	1	5

Ítem	Media	EE	DS	Min	Max
2. Debemos prevenir la extinción de cualquier tipo de animal, aun cuando signifique renunciar a algunas cosas para nosotros mismos.	1,94	0,12	0,86	1	5
3. Con el fin de reducir la contaminación ambiental, en el centro de las grandes ciudades, debería restringirse el uso de vehículos, permitiendo circular únicamente a los del servicio público, bicicletas o vehículos eléctricos.	2,35	0,12	0,89	1	4
4. La producción de energía no produce ninguna contaminación, ya que el gobierno establece vigilancia y control.	3,22	0,13	0,93	1	5
5. Los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados.	4,04	0,12	0,91	1	5
6. Estaría dispuesto (a) a hacer concesiones personales para reducir el ritmo de la contaminación, aunque los resultados inmediatos no fueran significativos.	2,07	0,09	0,70	1	4
7. Aun cuando el transporte público fuese más eficiente de lo que es, preferiría ir en mi propio carro, aunque no lo tuviese.	2,50	0,13	0,97	1	5
8. Incluso la gente de los países ricos no podrá sobrevivir si la contaminación llega a niveles peligrosos.	1,87	0,12	0,91	1	5
9. No creo que casi todas las criaturas vayan a extinguirse por la contaminación a niveles exagerados.	3,70	0,15	1,11	1	5
10. Estaría dispuesto a donar una parte del valor de mi merienda cada semana para promover el uso prudente de los recursos naturales.	2,35	0,13	0,94	1	5
11. No estoy dispuesto (a) a tolerar molestias para reducir la contaminación si para ello tengo que restringir el uso de aparatos como la TV, el celular, el internet o el aire acondicionado.	3,19	0,14	1,03	1	5
12. La contaminación no es una consecuencia de haber infringido las leyes naturales del medio ambiente.	3,44	0,16	1,19	1	5
13. Me gustaría establecer contacto con la oficina local del medio ambiente para obtener información sobre programas para prevenir la contaminación.	1,94	0,10	0,71	1	4
14. Me gustaría leer algunos libros sobre contaminación, medio ambiente y ecología.	1,91	0,12	0,88	1	5
15. Me gustaría tomar un papel activo en la solución de problemas que originan la contaminación.	2,11	0,11	0,77	1	4

Ítem	Media	EE	DS	Min	Max
16. Aunque hay contaminación continua de lagos, ríos y aire, la naturaleza se encarga de autolimpiarse y purificar el ambiente.	3,56	0,16	1,19	1	5
17. Me interesa cambiar los productos que he utilizado siempre por otros nuevos que contaminen menos, incluso aunque esta medida signifique que mis padres gasten más dinero.	2,32	0,12	0,91	1	5
18. La actividad habitual de las organizaciones que trabajan para prevenir la contaminación están más interesadas en beneficiarse y enriquecerse con los proyectos que contribuir al medio ambiente.	2,87	0,15	1,13	1	5
19. Si pudiera daría tiempo, dinero o ambos a una organización que trabaje para mejorar la calidad del ambiente.	1,94	0,10	0,71	1	4
20. Cuando compro algo miro seriamente lo que cuesta y el rendimiento, y no tomo en cuenta si contamina o no el medio ambiente.	2,72	0,14	1,05	1	5
21. Me gustaría informar a la gente de la importancia que tienen la contaminación y los problemas medio ambientales.	1,87	0,12	0,87	1	4
22. Creo que en la formación de los docentes se debe incluir la Educación Ambiental.	1,65	0,09	0,68	1	3
23. Los profesores de mi colegio deberían recibir un Seminario de Educación Ambiental, formación que transmitirían a sus alumnos en los programas transversales	1,67	0,09	0,67	1	3
24. Me siento triste después de ver en la TV un programa sobre destrucción ambiental.	2,00	0,13	0,95	1	5
25. Los productos alimenticios envasados, como bebidas y conservas, deberían ser de vidrio retornable, para evitar la acumulación, en el ambiente, de latas y botellas.	1,83	0,10	0,72	1	4
26. La basura debería recogerse utilizando métodos menos ruidosos que los utilizados.	2,20	0,11	0,81	1	4
27. Debería controlarse el uso y el abuso de las bolsas de plástico.	1,46	0,08	0,57	1	3
28. La naturaleza y el medio ambiente son bienes sociales, patrimonio de toda la humanidad y de las generaciones futuras, por tanto, no tenemos derecho a deteriorarlo y explotarlo como lo estamos haciendo.	1,59	0,10	0,77	1	4
29. El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana.	1,65	0,09	0,65	1	3

Ítem	Media	EE	DS	Min	Max
30. Lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra, sino la propia vida del organismo.	1,56	0,08	0,60	1	4

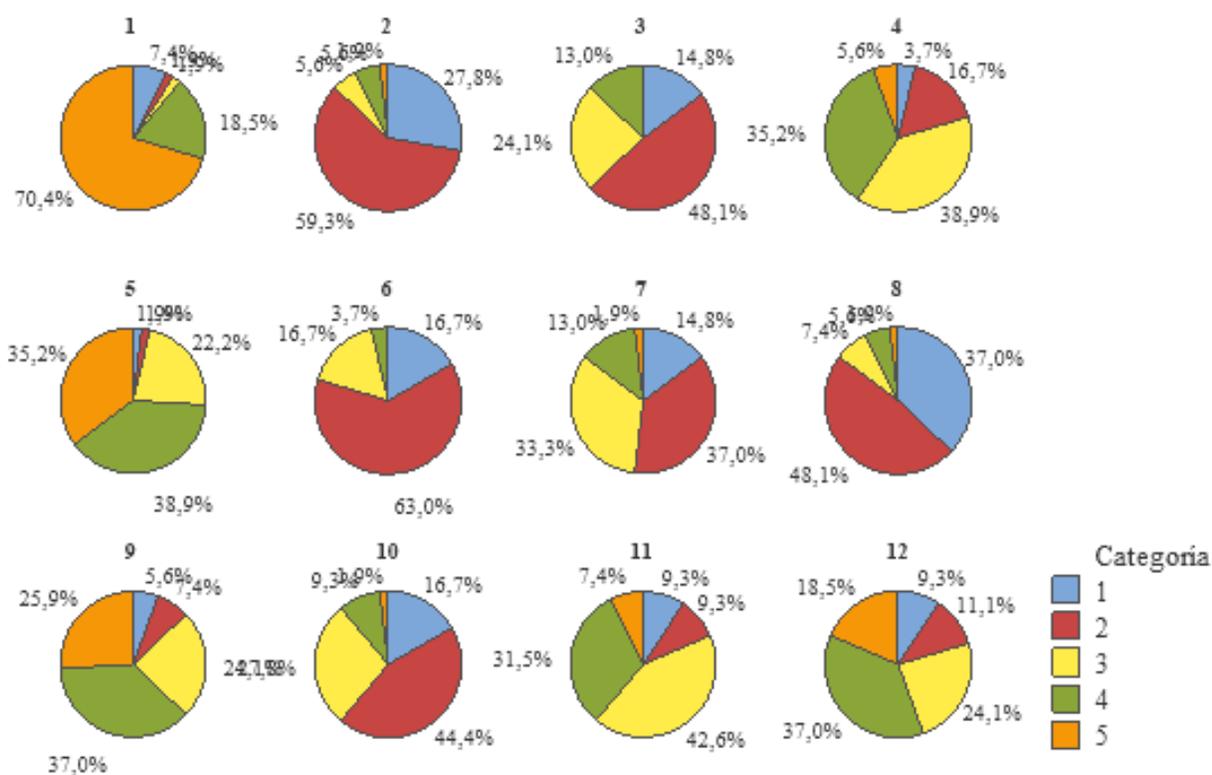
*Nota.* Error estándar (EE), desviación estándar (DE), valor mínimo (Min) y valor máximo (Max).

Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 1 al 12 del factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales en el grupo experimental-postest*



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

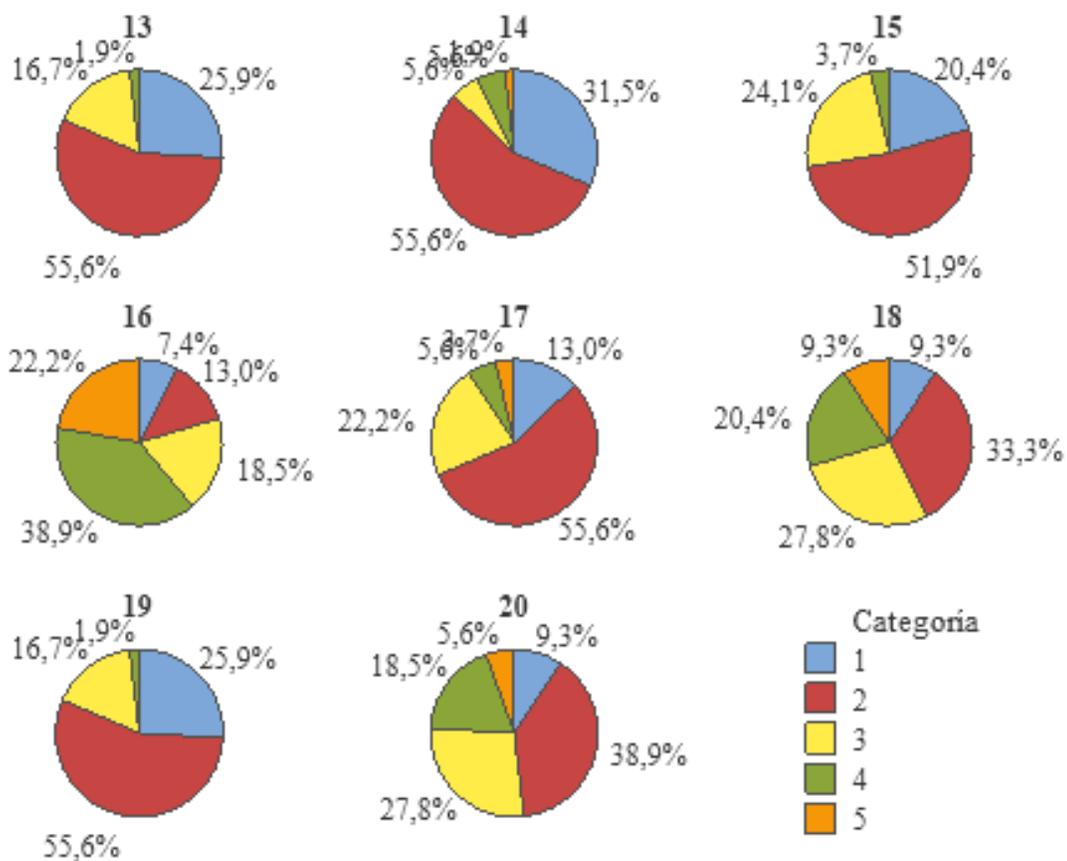
En cuanto al factor II, los valores promedio de Escala Likert oscilaron entre 1,91 – 3,56, lo que indica que en general los estudiantes están de acuerdo y muy de acuerdo en participar en la solución de problemas ambientales. A pesar de lo anterior, los porcentajes de indiferencia superaron el 10% en 7 de los 8 ítems de este factor (**Figura 36**).

Por otra parte, se evidenció que los ítems 13, 14, 15 y 19 registraron valores altos (>20%) para la categoría 1 (muy de acuerdo), indicando que los estudiantes desean tener un papel más activo en la solución de problemas que originan la contaminación.

Finalmente, los resultados obtenidos mostraron que este grupo de estudiantes presentaron actitudes proambientales altas referente a la recolección de residuos y formación medioambiental (factor III). Esto sustentado en los porcentajes altos para las categorías 1 y 2 (muy de acuerdo y de acuerdo, respectivamente) que en conjunto representaron más del 70% de las respuestas para todos los ítems (**Figura 37**). Como resultado destacable, el ítem 30 (lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra. sino la propia vida del organismo) no tuvo respuestas de indiferencia, siendo coherente con actitudes proambientales altas que se traduce en una consciencia sobre los efectos negativos de la contaminación para todos los seres vivos.

**Figura 36**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 13 al 20 del factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales en el grupo experimental-postest.*

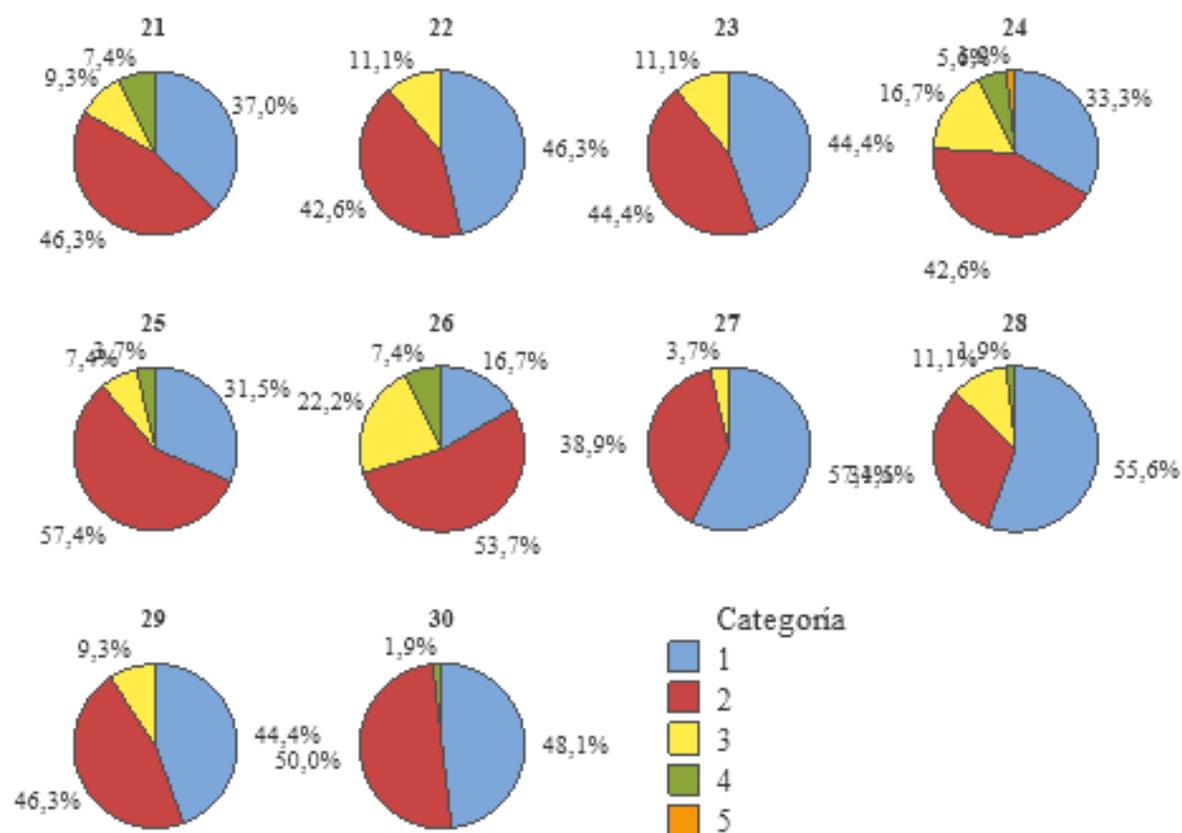


*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 37**

*Respuestas (porcentaje relativo) de los ítems 21 al 30 del factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental en el grupo experimental-postest.*



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente. Elaboración propia.

***Resultados de la Comparación Estadística Pretest-Postest de los Grupos Control y Experimental (Estadística Inferencial).***

A continuación, se muestran los resultados estadísticos producto de las comparaciones de las respuestas del cuestionario de nivel de conocimientos (

**Tabla 10**) y del test de actitudes proambientales (**Tabla 11**). Para esto se tuvieron en cuenta dos factores, el primero es el momento de aplicación de prueba (pre y postest), y el segundo es el grupo de estudiantes (control y experimental).

**Tabla 10**

*Cuestionario para medir el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, servicios y bondades de ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria de una ciudad costera del Caribe colombiano.*

---

**Preguntas**

---

1. Los arrecifes de coral son estructuras construidas básicamente por organismos vertebrados como peces, tiburones y cangrejos
  2. Los arrecifes de coral son ecosistemas que sirven como refugio para las larvas de muchos peces y otras especies marinas.
  3. Los arrecifes de coral son ecosistemas que se encuentran en zonas lejanas a la costa y muy profundas en los océanos.
  4. Los arrecifes de coral son un importante atractivo turístico, debido a que atraen gran cantidad de turistas y buceadores por la gran variedad de especies animales como peces, crustáceos, moluscos, que aportan belleza y colorido.
- 
5. Un manglar es un ecosistema marino-costero en el cual la especie fundamental es el mangle, un árbol que resiste altos grados de salinidad combinados con agua dulce. Los manglares forman bosques en espacios inundados ubicados a nivel del mar en zonas costeras como estuarios, bahías, ensenadas y lagunas.
  6. Los manglares son considerados principalmente territorios de apareamiento, cría y alimentación para muchos peces y moluscos.

---

**Preguntas**

---

**7.** Los manglares son ecosistemas constituidos principalmente por crustáceos, esponjas y moluscos.

**8.** Los manglares pueden disminuir la energía de las olas y disminuir el impacto de los maremotos.

**9.** Los manglares ayudan a limpiar el agua reteniendo los sedimentos ricos en materia orgánica y nutrientes.

**10.** Las praderas de pastos marinos son ecosistemas cuya base son especies vegetales, en estos, es común encontrar cangrejos, insectos y aves; además, las tortugas marinas buscan estos ecosistemas para anidar y depositar sus huevos.

**11.** Las praderas de pastos marinos sirven como trampas que atrapan sedimentos o material sólido que llega al mar.

**12.** Las praderas de pastos marinos se encuentran en las zonas profundas de los océanos.

**13.** Las praderas de pastos marinos son ecosistemas importantes porque ayudan a combatir los cambios a largo plazo en la temperatura y los patrones climáticos del planeta (es decir, el cambio climático).

**14.** Las playas son sitios donde se encuentran sedimentos acumulados, no consolidados (como la arena) que han sido transportados a la costa y moldeados por corrientes, oleaje y vientos, por lo que es un medio modificable.

**15.** Las playas de arena tienen poca presencia de especies de organismos animales y vegetales ya que solo sirven para el turismo.

**16.** En las playas de arena se llevan a cabo procesos muy importantes, pues allí se reproducen animales como los moluscos, crustáceos y las tortugas marinas.

**17.** La contaminación consiste en la acumulación de sustancias no deseadas en el medio ambiente, es decir, en el suelo, agua, aire y en los organismos. La presencia de estas sustancias provoca graves impactos negativos en los ecosistemas.

**18.** Cuando el plástico llega al océano, es destruido por el oleaje, las corrientes, las sales, la luz solar por la radiación ultravioleta y los fuertes vientos, de este modo, no se acumulan en el medio marino ni afecta a los organismos.

**19.** La presencia de residuos plásticos en los mares y océanos no es un tema que deba preocuparnos, porque mares y océanos son sistemas muy grandes que pueden almacenar muchos residuos sin impactar los seres vivos que habitan allí.

**20.** La contaminación puede afectar a los alimentos que consumimos, amenazando la supervivencia, desarrollo y reproducción de los seres vivos, incluidos los seres humanos.

**21.** La contaminación del mar puede deberse a causas naturales y por actividades del hombre.

**22.** La contaminación de los ecosistemas marinos no afecta los servicios que estos prestan a la humanidad como el turismo, la reducción de los impactos del cambio climático y la variedad de especies de organismos, entre otros.

---

## Preguntas

---

**23.** La basura que algunas personas arrojan a la calle tiene muy poca posibilidad de llegar a los océanos.

**24.** ¿Sabes qué son los microplásticos?

**25.** Si en la pregunta anterior, su respuesta fue afirmativa, por favor escoja la opción que considere correcta de la definición de microplásticos.

**26.** Los microplásticos se encuentran en ambientes terrestres y acuáticos como ríos, lagos y mares, sin contaminarlos.

**27.** Los microplásticos que se encuentran en los océanos pueden absorber contaminantes presentes en el agua, y debido a su tamaño pueden ser fácilmente ingeridos por una gran variedad de organismos marinos, como peces, crustáceos y moluscos.

**28.** Los organismos marinos no comen microplásticos porque saben que no son parte normal de su alimentación.

---

*Nota.* El cuestionario indaga sobre el conocimientos en ecosistemas de arrecifes de corales (preguntas 1-4), ecosistemas de manglares (preguntas 5-9), ecosistemas de praderas de pastos marinos (10-13), ecosistemas de playas de arena (preguntas 14-16), contaminación ambiental (preguntas 17-23) y microplásticos-microplásticos marinos (preguntas 24-28)

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla 11

*Test de actitudes proambientales Según Castanedo (1995), los ítems 1 a 12 corresponden al factor I: Reducción de los niveles de contaminación y extinción de animales, los ítems 13 a 20 corresponden al factor II: Participación en la resolución de problemas medioambientales, y los ítems 21 a 30 corresponden al factor III: Recolección de residuos y formación medioambiental.*

---

## Ítems

---

**1.** No deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos.

**2.** Debemos prevenir la extinción de cualquier tipo de animal, aun cuando signifique renunciar a algunas cosas para nosotros mismos.

---

**Ítems**

---

- 3.** Con el fin de reducir la contaminación ambiental, en el centro de las grandes ciudades, debería restringirse el uso de vehículos, permitiendo circular únicamente a los del servicio público, bicicletas o vehículos eléctricos.
  - 4.** La producción de energía no produce ninguna contaminación, ya que el gobierno establece vigilancia y control.
  - 5.** Los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados.
  - 6.** Estaría dispuesto (a) a hacer concesiones personales para reducir el ritmo de la contaminación, aunque los resultados inmediatos no fueran significativos.
  - 7.** Aun cuando el transporte público fuese más eficiente de lo que es, preferiría ir en mi propio carro, aunque no lo tuviese.
  - 8.** Incluso la gente de los países ricos no podrá sobrevivir si la contaminación llega a niveles peligrosos.
  - 9.** No creo que casi todas las criaturas vayan a extinguirse por la contaminación a niveles exagerados.
  - 10.** Estaría dispuesto a donar una parte del valor de mi merienda cada semana para promover el uso prudente de los recursos naturales.
  - 11.** No estoy dispuesto (a) a tolerar molestias para reducir la contaminación si para ello tengo que restringir el uso de aparatos como la TV, el celular, el internet o el aire acondicionado.
  - 12.** La contaminación no es una consecuencia de haber infringido las leyes naturales del medio ambiente.
- 
- 13.** Me gustaría establecer contacto con la oficina local del medio ambiente para obtener información sobre programas para prevenir la contaminación.
  - 14.** Me gustaría leer algunos libros sobre contaminación, medio ambiente y ecología.
  - 15.** Me gustaría tomar un papel activo en la solución de problemas que originan la contaminación.
  - 16.** Aunque hay contaminación continua de lagos, ríos y aire, la naturaleza se encarga de autolimpiarse y purificar el ambiente.
  - 17.** Me interesa cambiar los productos que he utilizado siempre por otros nuevos que contaminen menos, incluso aunque esta medida signifique que mis padres gasten más dinero.
  - 18.** La actividad habitual de las organizaciones que trabajan para prevenir la contaminación están más interesadas en beneficiarse y enriquecerse con los proyectos que contribuir al medio ambiente.
  - 19.** Si pudiera daría tiempo, dinero o ambos a una organización que trabaje para mejorar la calidad del ambiente.
  - 20.** Cuando compro algo miro seriamente lo que cuesta y el rendimiento, y no tomo en cuenta si contamina o no el medio ambiente.
-

---

**Ítems**


---

21. Me gustaría informar a la gente de la importancia que tienen la contaminación y los problemas medio ambientales.
  22. Creo que en la formación de los docentes se debe incluir la Educación Ambiental.
  23. Los profesores de mi colegio deberían recibir un Seminario de Educación Ambiental, formación que transmitirían a sus alumnos en los programas transversales
  24. Me siento triste después de ver en la TV un programa sobre destrucción ambiental.
  25. Los productos alimenticios envasados, como bebidas y conservas, deberían ser de vidrio retornable, para evitar la acumulación, en el ambiente, de latas y botellas.
  26. La basura debería recogerse utilizando métodos menos ruidosos que los utilizados.
  27. Debería controlarse el uso y el abuso de las bolsas de plástico.
  28. La naturaleza y el medio ambiente son bienes sociales, patrimonio de toda la humanidad y de las generaciones futuras, por tanto, no tenemos derecho a deteriorarlos y explotarlos como lo estamos haciendo.
  29. El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana.
  30. Lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra. sino la propia vida del organismo.
- 

*Nota.* Modificado de Castanedo (1995).

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al cuestionario del nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre las respuestas (correctas) del *grupo control (GC) antes y después* de la aplicación de la prueba con promedios de porcentajes de 62,01 y 60,42%, respectivamente (**Tabla 12**). No obstante, fue posible observar que en 11 ítems de los 28 que comprendía el cuestionario (**Figura 38a**), los estudiantes (GC) obtuvieron mayor porcentaje de respuestas correctas en el postest, posiblemente atribuido a los esfuerzos realizados por la Institución Educativa (IE) en trabajar la Educación Ambiental (EA) desde su proyecto ambiental escolar (PRAE). Contrario a esto, 17 ítems presentaron menores porcentajes de acierto en las preguntas

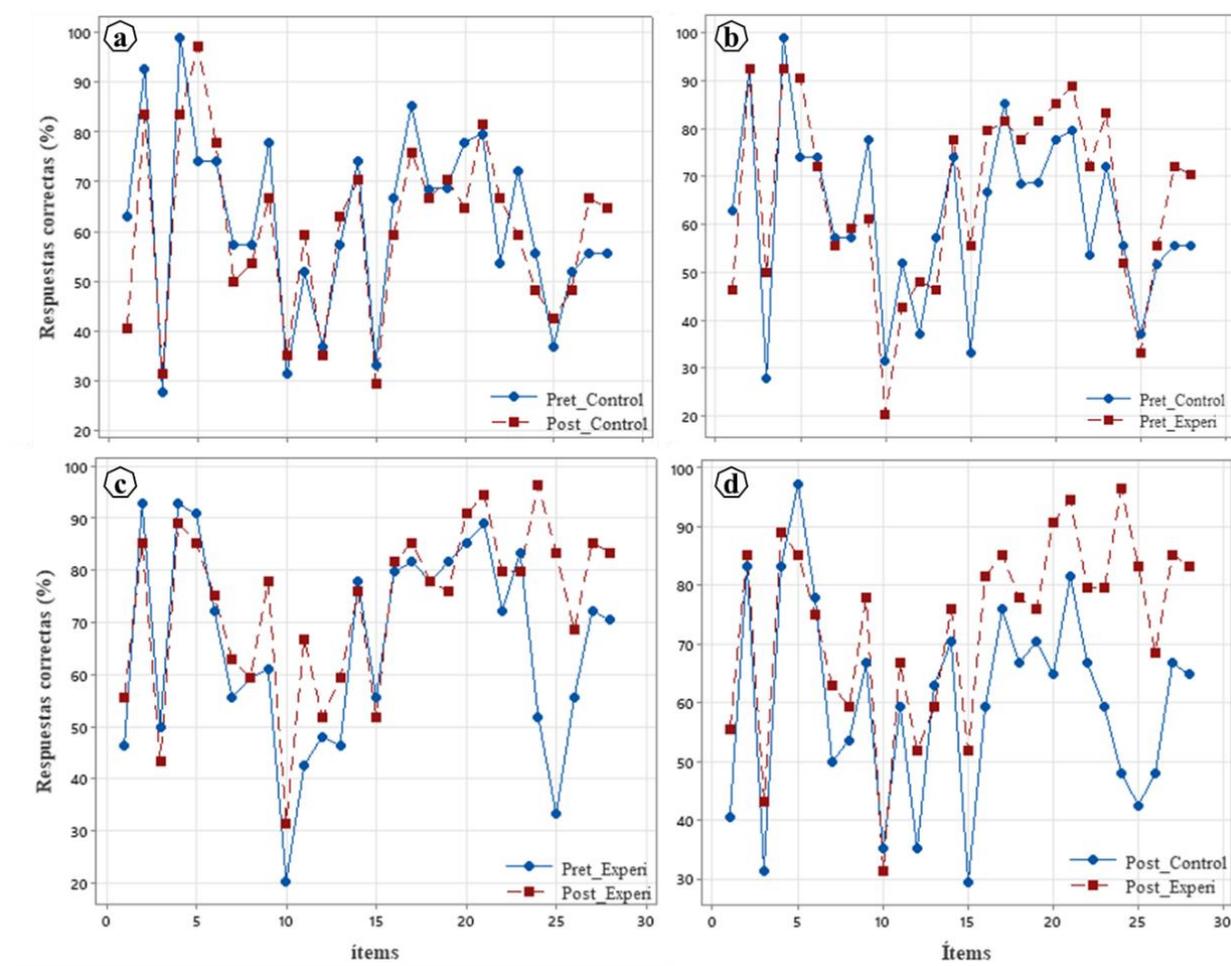
en el postest (GC), destacándose aquellas que abordaron la problemática de los microplásticos marinos, pues 48,1% de los estudiantes refirieron conocer qué eran los microplásticos (ítem 24) pero solo el 42,6% de esos estudiantes escogieron la respuesta correcta (**Figura 38a**) sobre su definición (ítem 25). En general estos resultados evidencian la necesidad de trabajar metodologías educativas innovadoras que permitan adquirir conocimientos sobre problemáticas actuales y contextualizadas en el ámbito de la EA en estudiantes de básica secundaria, especialmente problemáticas que afectan los ecosistemas marinos de la región Caribe colombiana. Asimismo, a pesar de haberse trabajado con estudiantes de una ciudad costera que depende directamente de las bondades y servicios de los ecosistemas marinos de la Región Caribe colombiana, en esta investigación se evidencia un bajo nivel de conocimientos sobre ecosistemas marino-costeros.

Contrario a lo ocurrido en la comparación de resultados pretest-postest del grupo control; los resultados mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) en el porcentaje de respuestas correctas *antes y después* de aplicar la estrategia aprendizaje servicio (ApS) en el *grupo experimental* (**Tabla 12**), observándose un incremento significativo ( $p = 0,0082$ ) de 8,5 puntos porcentuales en la media de las respuestas acertadas. Estas diferencias se atribuyen a un incremento de acierto en 18 (preguntas 1, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27 y 28) de las 28 preguntas en el postest (**Figura 38c**), lo que sugiere un mayor conocimiento en los diferentes tópicos y problemáticas ambientales abordadas en los estudiantes que fueron intervenidos con la estrategia metodológica ApS. Esto último permite afirmar que se cumplió una de las hipótesis científicas propuestas en la presente investigación, demostrando la eficacia de la estrategia metodológica diseñada e implementada, por lo que se justifica su aplicación en estudiantes de básica secundaria de ciudades costeras de Colombia.

De otra parte, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el grupo control y grupo experimental antes de realizar la intervención, sin embargo, sí se evidenciaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) cuando se realizaron las mismas comparaciones posterior a la implementación de la estrategia ApS, notándose un incremento ( $> 12\%$ ) en el porcentaje promedio de las respuestas correctas (**Tabla 12**).

### Figura 38

*Respuestas correctas (%) pretest y postest de los grupos control y experimental del cuestionario de nivel de conocimientos en ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos.*



*Nota.* Fuente: elaboración propia.

Lo anterior también demuestra lo exitosa que resultó la estrategia de aprendizaje servicio implementada en el GE, pues en 24 de las 28 preguntas, los estudiantes intervenidos obtuvieron mayores puntuaciones de respuestas correctas. De hecho, preguntas como ¿sabe qué son los microplásticos? y la definición correcta de microplásticos superaron el 40% de acierto en el GE con respecto al GE (**Figura 39c**), mientras que en las preguntas 5, 7, 10 y 13, el GC obtuvo mayor número de respuestas correctas, pero con diferencias menores al 5% en 3 de estas cuatro preguntas (**Figura 38c**).

### Tabla 12

*Resultados de estadística inferencial de la comparación del porcentaje de respuestas correctas entre grupos (experimental y control) y dentro de los grupos (pretest y postest) del cuestionario de nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, servicios y bondades ecosistémicas, contaminación ambiental y microplásticos.*

Prueba	Comparación		N	Media	Mediana	t	Significancia (p)
t pareada	Grupo control	Pretest	28	62,014	60,2	0,8583	0,3982
		Postest	28	60,421	63,9		
	Grupo experimental	Pretest	28	65,879	71,3	-2,8525	0,0082
		Postest	28	73,282	77,8		
t student	Grupo control	Pretest	28	62,014	60,2	0,3364	0,7378
	Grupo experimental	Pretest	28	65,879	71,3		
	Grupo control	Postest	28	60,421	63,9	2,8925	0,0054
	Grupo experimental	Postest	28	73,282	77,8		

*Nota.* En color rojo se muestran significancias estadísticas ( $p < 0,05$ ). Número de datos por muestra (N), valor calculado de prueba estadística (t).

Fuente: Elaboración propia.

Complementando lo anterior, se suma que, en promedio los estudiantes incrementaron su desacuerdo (aproximadamente 0,7) en la valoración promedio de Escala Likert en el ítem 1 (no deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos) y un 0,45 en el ítem 4 (la producción de energía no produce ninguna contaminación, ya que el gobierno establece vigilancia y control). Además, es posible afirmar que, en general, en todos los ítems existió una tendencia – no siempre significativa estadísticamente- (**Figura 39c**) de los estudiantes (GE) a presentar mayores actitudes proambientales.

Adicionalmente, si bien se encontraron diferencias significativas entre el promedio del grupo control pre y posttest (Wilcoxon (W): 312(z= 2,78); p= 0,0129 –

**Tabla 13**), a partir de comparaciones pareadas entre los ítems (pre y posttest), fue posible evidenciar que dichas diferencias se atribuyeron a una disminución estadísticamente significativa en los valores de actitudes de los ítems 5 y 18, lo que implica que éstas mostraron una tendencia a la disminución de actitudes proambientales, pues estuvieron inclinados hacia estar de acuerdo con que los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados (ítem 5), y fueron más indiferentes cuando se les planteó que “la actividad habitual de las organizaciones que trabajan para prevenir la contaminación están más interesadas en beneficiarse y enriquecerse con los proyectos que contribuir al medio ambiente” (**Tabla 14**). Lo anterior es de gran relevancia, puesto que permite inferir que en los estudiantes en los que no se aplicó la estrategia, disminuyeron significativamente sus actitudes proambientales. Esto sugiere la necesidad de implementar estrategias metodológicas para trabajar la educación ambiental en todos los estudiantes y, si se consideran los resultados obtenidos en el GE, queda en evidencia el éxito del



*Nota.* Escala Likert: 1-Muy de acuerdo, 2-De acuerdo, 3-Indiferente, 4-En desacuerdo y 5-Muy en desacuerdo.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13**

*Resultados de estadística inferencial de la comparación de la media de respuestas escala Likert entre grupos (experimental y control) y dentro de los grupos (pretest y postest) del test de actitudes proambientales.*

<b>Prueba</b>	<b>Comparación</b>		<b>N</b>	<b>Medi a</b>	<b>Median a</b>	<b>W/ U</b>	<b>Z</b>	<b>Valor p</b>
Wilcoxon (dentro de grupos)	GC	Pre	30	129,7	112,5	312	2,48	0,0129
		Pos	30	133,6	122			
	GE	Pre	30	161,7	141	465	4,78	0,00000171
		Pos	30	129,5	113			
U Mann Whitney (entre grupos)	GC	Pre	30	129,7	112,5	236	3,15	0,0015
	GE	Pre	30	161,7	141			
	GC	Pos	30	133,6	122	371	1,15	0,2486
	GE	Pos	30	129,5	113			

*Nota.* En color rojo se muestran valores significativos ( $p < 0,05$ ). Grupo control (GC), grupo experimental (GE), pretest (pre), postest (pos), significancia estadística (valor p).

Fuente: Elaboración propia.

Consecuente con lo anterior, los resultados también demostraron que los estudiantes del grupo control (GC) presentaron actitudes proambientales distintas (estadísticamente significativas) a las del grupo experimental (GE) en los tratamientos pretest-pretest y postest-postest (**Tabla 14**). Para el primer caso, solo dos ítems mostraron diferencias significativas (17 y

29) con mayores actitudes proambientales en el GE. No obstante, posterior a la implementación de la estrategia en GE y, transcurrido el tiempo de dicha implementación, solo se mantuvo la diferencia en el ítem 29 (El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana) aunque con una ampliación en el rango entre las respuestas, pasando de ser significativo ( $p < 0,05$ ) a altamente significativo ( $p < 0,001$ ). Esto nuevamente evidencia el impacto positivo de la intervención (con la estrategia ApS) de los estudiantes del grupo experimental con respecto a aquellos del grupo control.

**Tabla 14**

*Resultados de comparaciones de respuestas (valoración Escala Likert) con significancia estadística ( $p < 0,05$ ) discriminando por ítems del test de actitudes proambientales.*

Prueba	Grup	Trat	Ítem	Media		Mediana		W/U	Z	Valor p
				Pre	Pos	Pre	Pos			
Wilcoxon (W)	GC- GC	Pre-Pos	5	3,98	3,59	4	4	552,5	1,96	0,0491
			18	2,33	2,94	2	3	567	2,94	0,0032
Wilcoxon (W)	GE- GE	Pre-Pos	1	3,83	4,45	4	5	512,5	2,48	0,0128
			3	2,7	2,35	2	2	369	2,02	0,0424
			11	3,55	3,18	4	3	503	2,40	0,0161
			17	2,83	2,31	3	2	575	2,27	0,0229
			27	1,68	1,46	2	1	284,5	2,06	0,0392
			28	1,9	1,59	2	1	359,5	1,92	0,053*
				<b>Rango promedio</b>						
				<b>Pre</b>	<b>Pre</b>					
Mann-Whitney (U)	GC- GE	Pre-Pre	17	24,39	30,11			1149	1,97	0,0479
			29	30,23	24,27			1136	2,14	0,0319
				<b>Pos</b>	<b>Pos</b>					

Prueba	Grup	Trat	Ítem	Media	Mediana	W/U	Z	Valor p
	GC-		1	22,02	32,47	839,5	3,80	0,0001
	GE		3	30,23	24,26	1135,5	2,07	0,0379
			5	24,15	30,34	1123,5	2,18	0,0286
			16	24,25	30,25	1134	2,04	0,0407
			25	30,28	24,21	1130,5	2,19	0,0282
			27	31,26	23,23	1024	2,95	0,0031
			28	31,47	23,02	1002	3,00	0,0026
			29	30,68	23,81	1087	2,55	0,0106
			30	30,82	23,67	1072	2,70	0,0069

*Nota.* Pretest (Pre) y Postest (Pos). Se marca con asterisco (\*) valores p sin

significancias estadísticas ( $p \geq 0,05$ ). Grupo (Grup), tratamiento (Trat). En color rojo se muestran valores altamente significativos ( $p < 0,01$ ).

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para el caso posttest-postest entre GC y GE, aunque la prueba Mann Whitney no evidenció diferencias estadísticamente significativas cuando se trataron los datos de manera general (

**Tabla 13**), discriminando entre los tres factores evaluados en el test, sí se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas de las actitudes proambientales del factor III (recolección de residuos y formación medioambiental) entre GC y GE (prueba t student(N=10);  $t=2,8922$ ;  $p=0,0097$ ).

Consecuente con lo anterior, y considerando la hipótesis planteada en la presente investigación que propone que los estudiantes intervenidos con la estrategia metodológica de aprendizaje servicio presentarán mayores actitudes proambientales que aquellos que no fueron

intervenidos (GC), se consideró necesario determinar diferencias estadísticas a partir de las comparaciones de cada uno de los ítems del GC y GE en el tratamiento postest. De este modo, fue posible observar que cinco ítems mostraron diferencias significativas (3, 5, 16, 25 y 29) y cuatro ítems altamente significativas (ítems 1, 27, 28 y 30), lo cual se tradujo en actitudes proambientales altas en estudiantes intervenidos con la estrategia diseñada e implementada en la presente investigación. Específicamente, estas actitudes proambientales altas se traducen en que los estudiantes estuvieron *más en desacuerdo* cuando se les plantearon las siguientes situaciones: No deseo hacer nada para reducir la contaminación, es una obligación del gobierno y de los adultos (ítem 1). Los depredadores tales como los halcones, cuervos, zorros y lobos, que viven de las cosechas de granos y aves de corral de los granjeros, deberían ser eliminados (ítem 5). Aunque hay contaminación continua de lagos, ríos y aire, la naturaleza se encarga de autolimpiarse y purificar el ambiente (ítem 16). Por el contrario, los estudiantes *estuvieron más de acuerdo* cuando se les expuso que: Con el fin de reducir la contaminación ambiental, en el centro de las grandes ciudades, debería restringirse el uso de vehículos, permitiendo circular únicamente a los del servicio público, bicicletas o vehículos eléctricos (ítem 3). Los productos alimenticios envasados, como bebidas y conservas, deberían ser de vidrio retornable, para evitar la acumulación, en el ambiente, de latas y botellas (ítem 25). Debería controlarse el uso y el abuso de las bolsas de plástico (ítem 27). La naturaleza y el medio ambiente son bienes sociales, patrimonio de toda la humanidad y de las generaciones futuras, por tanto, no tenemos derecho a deteriorarlos y explotarlos como lo estamos haciendo (ítem 28). El incremento de la contaminación y la progresiva degradación del medio ambiente pueden ser perjudiciales para la salud e incluso para la supervivencia humana (ítem 29). Lo que está en peligro no es solamente la calidad de la vida en la tierra, sino la propia vida del organismo (ítem 30).

Con todo lo anteriormente expuesto, es posible concluir que este estudio demostró que la estrategia metodológica ApS diseñada e implementada contribuye significativamente con un incremento en el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, sus servicios y bondades ecosistémicas para la humanidad, contaminación ambiental y microplásticos marinos, a la vez que promueve actitudes proambientales altas en estudiantes de básica secundaria de una ciudad costera del Caribe colombiano.

## Capítulo V: Discusión de Resultados

La educación ambiental (EA) en Colombia es actualmente un tema de gran relevancia en los diferentes niveles educativos, por lo que el país ha realizado esfuerzos importantes para promoverla en la sociedad colombiana (Rengifo et al., 2012). Lo anterior, atribuido principalmente a la evidente degradación precipitada de los ecosistemas terrestres, dulceacuícolas y marinos del territorio colombiano (Andrade, 2011, Henao-Castro, 2021). Esta degradación se debe a una serie de disturbios de origen natural (p. ej. cambio climático, calentamiento global, acidificación oceánica, entre otros) y antropogénico como la deforestación, contaminación química, la quema de combustible fósil, sobreexplotación de los recursos naturales y la acumulación e inadecuada disposición de residuos sólidos; especialmente aquellos de tipo plástico de un solo uso (Ruiz-Agudelo, et al., 2018; López-Fernández y Franco-Mariscal, 2021; Henao-Castro et al., 2023). Estos últimos, han sido de interés y trabajo en la educación formal del país (Sánchez et al., 2020) debido a las amenazas que representan para la biodiversidad del planeta y la humanidad (Díaz-Mendoza et al., 2020; Ghaffar et al., 2022; Høiberg et al., 2022), no obstante, a pesar del auge significativo que ha tenido la EA, aún existe una necesidad de tratar la importancia de los ecosistemas marinos del país y, más aún, problemáticas ambientales que han sido detectadas en épocas recientes como es el caso de los

microplásticos (Quirós-Rodríguez et al., 2021; Costa y Galindo, 2022; Garcés-Ordóñez et al., 2022).

Partiendo de todo lo anterior, como resultado destacable de la presente investigación, se propone una metodología innovadora para la educación ambiental (EA), específicamente para abordar temáticas poco trabajadas en el país como son los ecosistemas marinos y sus servicios ecosistémicos, la contaminación ambiental y los microplásticos marinos en estudiantes de básica secundaria. Esta estrategia metodológica plantea una articulación estrecha con el currículo y se fundamenta en las vivencias que experimentan los participantes, siguiendo lo sugerido por Chiva-Bartoll et al. (2019), en el que existe un equilibrio entre el aprendizaje que se adquiere y el servicio que se presta. Además, la estrategia propuesta contempla una serie de actividades pedagógicas que aseguran un incremento en el nivel de conocimientos (y sensibilizan) sobre las temáticas y problemáticas abordadas, a la vez que promueven actitudes proambientales altas en los estudiantes. Entre estas actividades se encuentran los talleres, conversatorios, experimentación, indagación a partir de proyectos de diagnóstico y servicio a la comunidad. De éstas, los talleres y conversatorios son quizás las actividades más empleadas en estrategias de educación ambiental en Colombia (Builes et al., 2019), lo que se atribuye a la facilidad de su implementación, al impacto positivo que generan en el proceso enseñanza-aprendizaje, sumado a que son claves en procesos de sensibilización de las personas hacia cualquier problemática que se pretenda abordar (Rentería, 2008; Cejas-Yanes et al., 2009; Montera, 2010). De hecho, de acuerdo con Delgado-García et al. (2013), las estrategias de EA que contemplan diversas actividades como los talleres, aseguran un cambio de percepción y actitudes para mejorar la relación hombre, naturaleza y sociedad.

Adicionalmente, en la presente investigación se ha dado importancia al contexto de la población objetivo, pues los estudiantes intervenidos habitan una ciudad costera del Caribe colombiano, por lo que tienen una relación directa e indirecta con el ambiente marino y sus ecosistemas. Esto se evidencia en los resultados, los cuales mostraron que entre el 14 a 30% de los estudiantes tienen familiares pescadores y/o trabajan en el sector turístico, es decir que tienen una relación de interdependencia con el mar, sus ecosistemas, su biodiversidad, y las bondades y servicios ecosistémicos que ofrecen a la humanidad. Con esto se cumple uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta al momento de trabajar la educación ambiental (Paz et al., 2014).

En ese orden de ideas, entre las bondades destacables de la estrategia metodológica propuesta de aprendizaje servicio (ApS), se resalta que las actividades pedagógicas resultan costo-efectivas, por lo que su implementación no se encuentra atada a temas presupuestales y, adicionalmente, la logística requerida se basa en actividades de fácil desarrollo en las instituciones de educación pública del país. También cabe resaltar que esta estrategia puede ser ajustada a cualquier problemática ambiental que se pretenda abordar, siempre y cuando se cumplan las bases conceptuales de la metodología ApS y se contemple el contexto de los sujetos que serán intervenidos. Considerando lo anterior, es factible asegurar la adopción de la estrategia propuesta en otras instituciones educativas del país, especialmente si se trata de zonas costeras de la región Caribe o Pacífico.

De otra parte, teniendo en cuenta que el Aprendizaje Servicio se sustenta en lo vivencial y experiencial (Puig y Palos, 2006; Puig et al., 2007), esto supone una educación en valores de gran importancia para asegurar los cambios de actitudes mientras se refuerza el proceso de enseñanza aprendizaje, generando un incremento del nivel de conocimientos sobre una temática

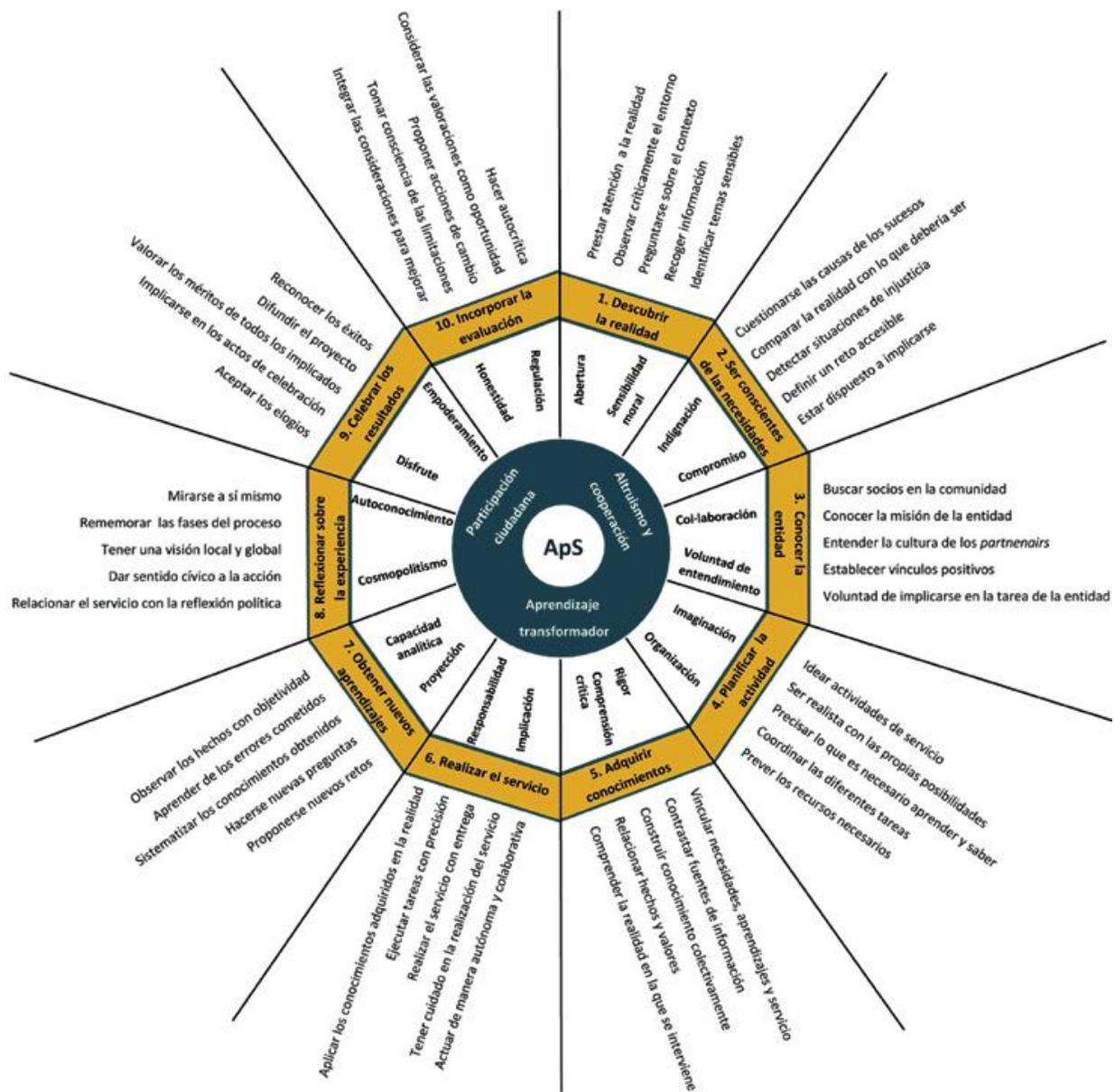
en particular. Dentro de los valores que se ponen en juego en el ApS, Martín-García et al. (2021) proponen tres ejes (**Figura 40**); altruismo y cooperación (1), participación ciudadana (2) y aprendizaje transformador (3). Con base lo anterior, en la presente investigación se ha evidenciado el impacto positivo en cambios de actitudes y adquisición de nuevos conocimientos, quedando en evidencia el éxito que tuvo la estrategia metodológica aprendizaje servicio en la activación de una pluralidad de valores en los estudiantes intervenidos.

Si bien la estrategia ApS propuesta contempla una serie de fases, la literatura sugiere que éstas no son estrictamente secuenciales. Esto permite que, dependiendo del contexto, se flexibilice su aplicación sin que se vea comprometido su objetivo (Martín-García et al., 2021). Es así como esta característica se suma a las muchas bondades que ofrece esta estrategia para la educación ambiental (Sotelino-Losada et al., 2019).

Consecuente con lo anterior, es gracias a todas las bondades que ofrece el ApS, que ha sido ampliamente utilizado en distintos niveles de educación. No obstante, un aspecto que se ha destacado en este estudio es que se propone la aplicación del aprendizaje servicio en un nivel educativo en el que no se emplea con frecuencia. De hecho, a partir de una revisión de la literatura se puede apreciar que esta metodología ha sido especialmente implementada en niveles de educación superior (Campo, 2015; González-Geraldo et al., 2017; Francisco y Moliner, 2010; Arribas-Cubero et al, 2021; 2022; González-Alonso et al., 2022; Main et al., 2022). Sin embargo, cabe destacar que, en la mayoría de los casos el servicio que realizan los estudiantes universitarios (por lo general docentes en formación) tiene lugar en establecimientos educativos de básica primaria y secundaria.

**Figura 40**

*Mapa de valores del aprendizaje servicio – ApS.*



*Nota.* Se muestran los tres niveles de elementos del Aprendizaje Servicio, los ejes de valores y las fases.

Fuente: Tomado de Martín-García et al. (2021).

Para el caso específico de Colombia, existe suficiente evidencia que demuestra la implementación de la metodología de Aprendizaje Servicio por parte de algunas universidades, especialmente aquellas que presentan facultades de educación y de salud. En las primeras se presta el servicio a instituciones educativas de básica primaria y secundaria, lo que les permite a los docentes en formación poner en práctica la teoría desarrollada en sus asignaturas (Roldán et al., 2012; Duque, 2018). En cuanto a las facultades de salud, el principal objetivo son los centros hospitalarios o población vulnerable que no puede acceder al servicio de salud (Godoy-Pozo et al., 2019).

Referente al contexto de la implementación del aprendizaje servicio en la educación básica primaria y secundaria, es tal vez Estados Unidos el país líder (Filges et al., 2021). En su revisión sistemática, Filges et al. (2022) encontraron que a pesar de ser implementada hace cinco décadas en ese país, los resultados de los efectos positivos en la mejora del desempeño académico de los estudiantes son inconclusos. Sin embargo, es necesario aclarar que los autores se limitaron al metaanálisis de estudios cuantitativos que contemplaron grupo control en sus diseños metodológicos (solo 10 estudios cumplieron los requisitos), además, también sugieren que es relevante que las estrategias ApS cumplan con los ocho estándares de alta calidad para que se logre evidenciar el impacto positivo en el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Estos son (1) servicio significativo, (2) articulación curricular, (3), reflexión, (4) diversidad, (5) protagonismo del estudiante, (6) asociaciones, (7) seguimiento del progreso y (8) duración e intensidad de la estrategia (RMC Research Corporation, 2008). Es precisamente por todo lo anterior que los investigadores no tuvieron en cuenta estudios realizados en otros países, es decir, debido a la ausencia de investigaciones que cumplan criterios que permitan resultados sin sesgos y que sean concluyentes. Otro aspecto para destacar del estudio de Filges et al. (2022)

es que se limitó a evaluar el efecto del ApS sobre el desempeño escolar de estudiantes de básica secundaria, por lo que no buscaba establecer impactos en la educación ambiental. Es así como la presente investigación, además de cumplir con aspectos importantes de calidad y rigor, se enfocó en trabajar temáticas y problemáticas contextualizadas que, además de estar en el currículo, realizan aportes en el campo de la investigación en EA no solo del país, sino de Latinoamérica. Finalmente, de acuerdo con Filges et al. (2021; 2022), es posible inferir que este estudio cumple con criterios fundamentales del ApS y también permite su replicabilidad, además, al seguir el método científico y el diseño experimental realizado, asegura la posibilidad de generalizar los resultados en estudiantes de básica secundaria de una ciudad costera del Mar Caribe. Esto último, sumado a los efectos positivos en el incremento del nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, contaminación ambiental y microplásticos, así como a un aumento significativo de actitudes proambientales comprobado a partir de estadística inferencial, permite concluir que la estrategia además de ser replicable también asegura cumplir con los objetivos planteados de manera exitosa, convirtiéndola en una opción interesante para trabajar la EA en el país y Latinoamérica.

Consecuente con lo anterior y, comprobando la existencia de un vacío de conocimiento en el estudio e implementación del ApS como estrategia metodológica para trabajar la educación ambiental (EA) en niveles de educación básica secundaria, el presente estudio se hace relevante y aporta a la generación de nuevos conocimientos, convirtiéndose en referente para investigaciones futuras en este campo de la investigación educativa, a la vez que se contribuye con innovar en la EA para trabajar procesos de enseñanza aprendizaje sobre ecosistemas marinos y las bondades y servicios que ofrecen a la humanidad en ciudades costeras del Mar Caribe. Adicionalmente, se realizan aportaciones importantes con una metodología alternativa para

trabajar la problemática de contaminación por manejo inadecuado de residuos sólidos tipo plástico y los microplásticos marinos, considerando el impacto negativo que se cierne sobre la biodiversidad marina del Caribe colombiano por esta problemática ambiental.

De otra parte, es importante destacar que el trabajo en EA que se realiza con estudiantes de niveles de básica secundaria se traducirá en cambios significativos en la cultura ambiental de la sociedad, por lo que la propuesta ApS de esta investigación, además de generar impactos en el corto plazo, posiblemente también lo hará en el mediano y largo plazo.

Adicional a la estrategia ApS, esta investigación también sule necesidades importantes en la EA con respecto a la disponibilidad de instrumentos validados que permitan medir de manera cuantitativa el impacto positivo y significativo de otro tipo de metodologías en EA. Esto es sumamente importante, ya que el diseño y validación científica de este tipo de instrumentos (cuestionarios y test psicométricos) requieren de conocimientos multidisciplinarios y de expertos en el campo que aseguren la viabilidad y confiabilidad de dichos instrumentos (Abd ElHafeez et al., 2022; Golos et al., 2022). Además, este proceso también demanda tiempo e inversión de recursos económicos, lo que, aparentemente dificulta la posibilidad de evaluar el impacto (o éxito) que puedan tener las estrategias que se diseñen e implementen para trabajar la educación ambiental en el territorio colombiano y Latinoamérica en general. En el caso específico del presente estudio, fue necesario consultar con psicólogos, licenciados, biólogos y biólogos marinos con estudios de posgrado para contar con el cuestionario de medición del nivel de conocimientos y el test de actitudes proambientales usados en el pre y postest. Todo esto sin mencionar las asociaciones logradas entre el investigador y la institución educativa en la que se implementó la validación y aplicación de dichos instrumentos. Es así como al facilitar estas

herramientas, también se espera que la investigación impulse la EA en la Región Caribe (y Pacífico) colombiana y trascienda a otras zonas costeras de Latinoamérica.

Es interesante también destacar que los instrumentos diseñados no se reducen a su aplicación cuando se trabaja el ApS, por lo que pueden ser adoptados por casi cualquier tipo de estrategia de educación ambiental que pretenda medir cuantitativamente el éxito de su implementación, siempre y cuando la población objetivo comprenda estudiantes de básica secundaria, preferiblemente de ciudades costeras. Por último, aun estaría por definir si los instrumentos pueden ser igualmente exitosos en otros tipos de población objetivo (p. ej. estudiantes de otros niveles educativos como básica primaria, media y superior), sin embargo, es altamente probable que, con ajustes menores, se logre la adopción de dichos instrumentos como lo han hecho diversos estudios en la educación ambiental a partir de cuestionarios para medir nivel de conocimientos y test de actitudes previamente validados en otros escenarios (Heyl et al., 2013; Aguilera-Morales y Perales- Palacios, 2016; Cantú-Martínez, 2020a).

Referente a aspectos que podrían reforzarse, los resultados sugieren que si bien se logró generar un incremento significativo del nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos de Colombia como arrecifes de corales, manglares, praderas de pastos marinos y litorales de playa (su biodiversidad y las bondades y servicios que ofrecen a la humanidad), es necesario considerar una mayor inversión de tiempo y esfuerzo en el proceso de formación y sensibilización de este componente, pues los puntajes de las respuestas correctas del cuestionario en los ítems 1, 3, 8, 10, 12, 13, 15 del grupo experimental (postest) resultaron menores al 60%. Lo anterior coincide con lo encontrado por Castillo et al. (2019), quienes reportaron un conocimiento limitado sobre los ecosistemas marinos y costeros en el 81% de estudiantes de escuelas rurales de Costa Rica, un país megadiverso bañado por dos océanos (similar a

Colombia). Asimismo, Bermúdez et al. (2022) en su revisión exhaustiva sobre conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en Latinoamérica, ponen en evidencia la escasez de estudios que aborden estas temáticas en la educación ambiental, pues solo reportan dos investigaciones que contemplan evaluar el nivel de conocimientos o percepciones sobre ecosistemas marinos en América Latina, uno en Costa Rica (Castillo et al., 2019) y el otro en Colombia (de corte investigativo cualitativo) teniendo como población objetivo a habitantes locales de tres áreas costeras (Correa et al., 2012). En consecuencia, la presente investigación contribuye con forjar los cimientos para trabajar la biodiversidad marina del país en el campo de la EA. Esto es de gran relevancia para las zonas costeras e insulares de Colombia, en donde aparentemente la cultura ambiental marina parece ser baja. Ante esto y, a partir de los resultados obtenidos, se podría potenciar una herramienta preestablecida por la Política Nacional de Educación Ambiental como son los proyectos ambientales escolares (PRAES) de las instituciones educativas (IE) de la región Caribe y Pacífico colombiana. Según Arévalo (2020), existe una desarticulación entre los PRAE y los currículos ambientales de los establecimientos educativos, pues la mayoría se limita al activismo, quedando en proyectos de sembrar árboles y pintar murales, entre otros. En ese orden de ideas, la estrategia ApS diseñada e implementada, junto con los instrumentos de recolección de información (cuestionario de conocimientos y test de actitudes proambientales), podrían ser usados por las IE en sus PRAES para trabajar la EA enfocada hacia la formación y sensibilización de los estudiantes de distintos niveles educativos sobre la importancia de los ecosistemas marinos predominantes en sus regiones, así como abordar problemáticas conocidas (p. ej. la contaminación ambiental y acumulación de residuos sólidos tipo plástico) y otro tipo de problemáticas que se han descubierto recientemente como es el caso de los microplásticos marinos.

Otro aspecto que podría potenciar el impacto positivo de la estrategia ApS diseñada para la EA, es incluir dentro de las actividades didácticas y pedagógicas la educación al aire libre ya sea por medio de salidas de campo o rutas académicas a sitios como zoológicos y acuarios (p. ej. El Oceanario de las Islas del Rosario en Cartagena), zonas turísticas, Parques Nacionales Naturales, entre otras. Fang et al. (2023) en su revisión define la educación al aire libre como “el esfuerzo organizado del aprendizaje o estudio de aspectos bióticos y abióticos del ambiente en un escenario exterior que se encuentre libre de impactos antropogénicos”. De acuerdo con un estudio en Taiwán, China realizado por Fang et al. (2017), se demostró que la educación al aire libre es una estrategia eficaz para promover actitudes (positivas y correlacionadas significativamente) de la conducta ambiental de estudiantes de educación secundaria, asimismo sus resultados resaltaron la actitud como la variable predictiva más fuerte que influencia los comportamientos ambientales. Con esto último, es altamente probable que, de ser incluida en futuras implementaciones, una actividad educativa al aire libre contribuirá con un mayor incremento en las actitudes proambientales de los estudiantes en los que se aplique la estrategia ApS de la presente investigación.

Finalmente, es evidente que la educación ambiental es un proceso que puede nutrirse de diversas estrategias metodológicas y que, además, permite seguir innovando en el campo educativo a la vez que contempla el contexto social y la dinámica natural de los ecosistemas, así como la intervención y efectos de la acción humana.

## **Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones**

La estrategia Aprendizaje Servicio (ApS) diseñada e implementada cumplió con su propósito de servir como metodología para desarrollar la Educación Ambiental (EA). De este modo, se cumplieron las hipótesis científicas planteadas en la investigación al demostrar un incremento significativo del nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos, las bondades y servicios que prestan dichos ecosistemas, la problemática de la contaminación ambiental y los microplásticos en ambientes marinos. Asimismo, se logró aumentar en los participantes las actitudes proambientales, lo cual asegurará un cambio en sus comportamientos tanto en su colegio como en sus hogares. Con esto se infiere que las actividades que comprendieron la estrategia son adecuadas para el tipo de población objetivo.

Durante la implementación de la estrategia ApS los estudiantes se sintieron motivados para trabajar con sus compañeros más pequeños y con sus familiares. De igual modo, muchos se notaron preocupados al conocer una “nueva problemática” ambiental como la presencia de microplásticos marinos. Este abanico de emociones que manifestaron los estudiantes, en definitiva, contribuyeron con el éxito del ApS, lo cual se sustenta en las sugerencias de algunos participantes que coincidieron en que la institución educativa (IE) debería realizar más proyectos similares en el que sea posible la participación de todos sus docentes y los distintos grados de la básica primaria y secundaria. También se concluye que algunos de los participantes

aprovecharon el sentimiento de frustración para continuar transmitiendo el mensaje de la existencia y problemática de los microplásticos marinos en los ecosistemas del Caribe colombiano, así, se contribuyó con la sensibilización, la cual sin duda trascendió de las aulas hacia la sociedad y el contexto de los estudiantes.

Al finalizar la implementación del ApS, todos los estudiantes estuvieron de acuerdo en que los componentes experiencial y el experimental fueron los más llamativos, por lo que generaron un impacto positivo para cumplir con los objetivos que se plantearon con la estrategia. Esto permite concluir que el componente del servicio sirve de base para impulsar la EA en este tipo de población objetivo y contribuye a que se proponga su uso en proyectos de EA en el niveles educativos de básica secundaria.

De otra parte, a pesar de vivir en una ciudad costera de gran relevancia para la Región Caribe colombiana y tener familiares relacionados con trabajo en temas marinos (p. ej. pescadores) y turísticos (p. ej. hoteles, transporte marítimo para visitar playas, entre otros), se comprobó un vacío de conocimientos en los estudiantes sobre temas básicos de biodiversidad marina, especialmente sobre ecosistemas marino-costeros y su funcionamiento. Por ejemplo, los estudiantes desconocían el término *agua salobre*, siendo una característica ambiental de suma importancia para los ecosistemas de manglar. Tampoco conocían aspectos claves sobre las praderas de pastos marinos, por ejemplo; que estos ecosistemas se sitúan en zonas de poca profundidad y cercanas a la costa (someras) pues requieren de disponibilidad de luz solar para el desarrollo del proceso de la fotosíntesis. De este modo se concluye que existe una baja cultura ambiental marina en los estudiantes, la cual puede ser trabajada con la estrategia ApS implementada. En ese orden de ideas, si bien se logró incrementar el nivel de conocimientos sobre ecosistemas marinos con la estrategia metodológica, este componente en particular es

susceptible de ser reforzado, de forma tal que futuras implementaciones profundicen aún más en esta temática. Una posible opción para contribuir con la mejora de este componente de la estrategia es considerar incluir una salida de campo al Oceanario de las Islas del Rosario (educación al aire libre – Fang et al., 2023). De este modo, allí los estudiantes podrán tener contacto directo con los ecosistemas marinos de su región y con la biodiversidad asociada a estos, lo cual contribuiría con incrementar el nivel de conocimientos sobre dichos ecosistemas a la vez que se sensibilizan sobre su importancia y la necesidad de protegerlos de los disturbios de origen antropogénico.

Adicionalmente, parte del éxito de la estrategia ApS diseñada e implementada se atribuye al apoyo y colaboración de los diferentes estamentos educativos de la IE en la que se desarrolló la investigación. Por ejemplo, desde *el estamento directivo y administrativo*, se logró obtener disponibilidad de infraestructura de la institución educativa para realizar las actividades. Para el caso específico de la presente investigación, se contó con disponibilidad de sala de informática con acceso a internet, uso de tablets, computadores portátiles y videobeam, lo cual estuvo acompañado de apoyo logístico para la solución de dudas y situaciones con los dispositivos electrónicos y la conectividad a internet durante las sesiones de trabajo. Asimismo, con el aval de los directivos, se asegura el acceso a los documentos curriculares (p. ej. PEI, planes de área, planes de clase, PRAE, etc), incluyendo la posibilidad de hacer ajustes en estos cuando el proyecto lo requiera.

Consecuente con lo anterior, involucrar a los *padres de familia* es también importante, pues con esto se obtiene el apoyo desde casa para que los estudiantes que participan en la fase de intervención de la estrategia cumplan con los compromisos adquiridos en las sesiones de trabajo que se desarrollen en la IE. Otro estamento educativo clave para la implementación de la

estrategia, son *los docentes de la institución educativa*. Esto último debido a que gran parte de las actividades contempladas en la estrategia ApS se desarrollan dentro de la IE (conversatorios, talleres, experimentos, etc.), por lo que los estudiantes requieren espacios de tiempo que normalmente tendrían ocupados con las distintas asignaturas de la maya curricular de su curso. Específicamente para el presente trabajo, existió un acompañamiento y apoyo de docentes de Informática, Matemáticas, Química y Biología de los grados sexto y noveno. Cabe destacar que, durante el acompañamiento de estos docentes, también se les consultó sobre su opinión acerca de las actividades desarrolladas, quienes manifestaron que este tipo de proyectos debe continuar realizándose en la IE, pues era para ellos evidente el interés y motivación generados en los estudiantes intervenidos con la estrategia. Asimismo, una docente sugirió que, dentro de la estrategia podría considerarse (en implementaciones futuras) incluir alguna actividad (p. ej. un taller) que involucre todo el cuerpo docente del plantel educativo, lo que promovería aún más el desarrollo de las actividades con los estudiantes y podría escalararse con mayor facilidad hacia los demás niveles educativos, incluyendo la básica primaria.

Por otra parte, es posible concluir que la colaboración de expertos en el desarrollo de algunas de las actividades didácticas y pedagógicas potencia el éxito de la estrategia ApS. Esto basado en reflexiones de los estudiantes quienes comentaron que escuchar hablar a personas expertas en las temáticas les permitió tener mayor claridad para procesar la nueva información. Además, muchos se sintieron motivados al poder interactuar con personas con trayectoria investigativa y científica de su región, esto, algunos lo tomaron incluso como modelo a seguir en sus proyectos de vida.

En cuanto al componente desarrollado en el contexto familiar, este contribuyó significativamente con el objetivo de trascender a la cotidianidad de los estudiantes fuera de la

IE, por lo que, en gran medida le confiere mayor importancia a la estrategia para que esta no se agote en lo escolar, a la vez que se transmite el mensaje (EA sobre ecosistemas marinos y problemática de microplásticos) a la sociedad en la que conviven los estudiantes (p. ej. los vecinos y amigos de sus barrios). Esto pudo corroborarse en la actividad de socialización de resultados (por parte de los estudiantes) finalizado el servicio realizado en sus hogares. En general, la mayoría coincidió en que fueron escuchados por sus familiares, especialmente sus padres, quienes los apoyaron en el proceso. Por ejemplo, un estudiante comentó que, durante un diálogo con su hermana mayor, esta le manifestó sentirse muy sorprendida con la problemática de los microplásticos, pues nunca había escuchado hablar de esto ni de sus impactos deletéreos en los ecosistemas marinos. Otros estudiantes afirmaron que después de realizar el servicio en sus hogares, con el pasar del tiempo continuaban realizando esfuerzos importantes por disminuir al máximo los plásticos de un solo uso en sus casas. También se aclara que no siempre los estudiantes recibieron interés por parte de sus familiares. Por ejemplo, una estudiante explicó que su abuela materna, al escuchar sobre los microplásticos y sus efectos negativos sobre la vida marina y sobre los seres humanos, reiteraba que existían muchos problemas en el planeta y que por los microplásticos no nos íbamos a morir. No obstante, en este caso en particular, la estudiante comentaba con sus compañeros que esto que le había sucedido, era una prueba importante de la necesidad de seguir trabajando proyectos de educación ambiental en los más pequeños para que, una vez crezcan, no tengan este tipo de pensamientos y actitudes.

Un aspecto clave que se debe tener en cuenta en futuras implementaciones es reducir el tamaño del grupo de estudiantes con el que se trabajará la estrategia. En la presente investigación se implementó el ApS con 54 estudiantes (tamaño muestral empleado por el tipo de estudio cuantitativo cuasiexperimental y el muestreo aplicado y explicado en el diseño metodológico –

pretest/posttest), sin embargo, en algunas ocasiones se presentaron dificultades logísticas (p. ej. disponibilidad de aulas y dispositivos tecnológicos) y de manejo grupal; pues con grupos numerosos se incrementan las posibilidades de generarse situaciones de distracción entre los estudiantes.

En cuanto a la posibilidad de implementación de la estrategia en otros ámbitos socioculturales, si bien la estrategia ApS se diseñó e implementó para trabajar con estudiantes de básica secundaria prestando un servicio a sus compañeros de grado sexto y en sus hogares, dicha estrategia podría también realizarse con el sector empresarial o turístico para trabajo de educación ambiental con poblaciones costeras. Esto aplicaría para el componente del servicio, en el que los estudiantes podrían trasladarse a empresas relacionadas con el sector marino-costero tales como hoteles, cooperativas de prestadores de servicios de transporte marítimo o incluso vendedores de alimentos en playas de ciudades costeras. Con esto se refuerza la idea de que este tipo de estrategias metodológicas exhiben una gran versatilidad y sirven como herramienta importante para tramitar la EA en distintos contextos.

También se concluye que es probable que la estrategia tendrá un impacto duradero en el tiempo en la IE. Esto debido a que se trabajó con estudiantes de grado sexto (a estos se les prestó el servicio por parte de los estudiantes de grado noveno) quienes permanecerán en el establecimiento educativo por al menos cinco años más. Aunque no se determinó cuantitativamente el impacto en estos estudiantes más pequeños, durante las sesiones del servicio se indagó sobre sus opiniones y sentimientos después de las actividades. En general estos estudiantes manifestaron sentirse muy emocionados con la experiencia vivida. Asimismo, se sintieron tristes al conocer los efectos negativos de los microplásticos sobre los ecosistemas marinos. Basado en lo anterior, muchos de ellos solicitaron al docente orientador que fueran

tenidos en cuenta en este tipo de actividades de EA de la institución educativa, pues querían hacer su aporte personal para mitigar un poco la problemática. Con esto, se concluye que aprendieron sobre la problemática ambiental y fueron sensibilizados, el cual era también un objetivo importante de la estrategia de aprendizaje servicio.

Referente al ámbito curricular, es posible concluir que la revisión del currículo es esencial previo al diseño e implementación de la estrategia ApS. Esto no solo por la base conceptual de la estrategia, sino porque al unir la EA con el currículo, se asegura en gran medida el éxito de la estrategia metodológica que se aplique. En el caso específico de la presente investigación, el documento del proyecto ambiental escolar – PRAE fue ajustado complementando contenidos sobre las temáticas desarrolladas en la estrategia Aprendizaje Servicio como ecosistemas marinos (arrecifes de corales, praderas de pastos marinos, manglares y litorales de playa arenosa), su biodiversidad asociada y su importancia, así como la problemática de los microplásticos. Adicionalmente, en la medida que la IE pretenda abordar otras temáticas o problemáticas ambientales, la estrategia podría ajustarse según dichos requerimientos o necesidades. Lo anterior a partir de cambios en el contenido de las distintas actividades que comprenden la estrategia de aprendizaje servicio. Esto es, se asegura la continuidad de la implementación de la estrategia propuesta.

Finalmente, con los resultados obtenidos se concluye que es posible realizar innovaciones educativas que contribuyan en la formación de políticas en el contexto educativo en pro del cuidado de ecosistemas marinos. En este sentido, el aprendizaje servicio fue propuesto para ser trabajado en un ámbito (la educación ambiental) en el que es poco empleado y con estudiantes de básica secundaria (prestando el servicio), lo cual es poco usual. Además, los resultados también sustentan que es posible usar la estrategia para trabajar problemáticas ambientales que son poco

conocidas. Coherente con lo anterior, no solo se propone una estrategia en un ámbito y población objetivo diferentes a lo comúnmente trabajado con el ApS, sino también que, es posible asegurar un impacto positivo en la población intervenida, por lo que se tiene una alternativa para que la educación ambiental en los establecimientos educativos de básica primaria y secundaria no se limite al activismo que se ha evidenciado en los proyectos ambientales escolares en la mayoría del territorio colombiano.

### Referencias Documentales

- Abd ElHafeez, S., Salem, M., & Silverman, H. J. (2022). Reliability and validation of an attitude scale regarding responsible conduct in research. *PloS one*, 17(3), e0265392.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265392>
- Acosta-Coley, I., Méndez-Cuadro, D., Rodríguez-Cavallo., De La Rosa, J. & Olivero-Verbel, J. (2019). Trace elements in microplastics in Cartagena: A hotspot for plastic pollution at the Caribbean. *Mar. Pollut. Bull*, 139: 402-411
- Adeleye, A., Xue, J., Zhao, Y., Taylor, A., Zenobio, J., Sun, Y., Han, Z., Salawu, O. & Zhu, Y. (2022) Abundance, fate, and effects of pharmaceuticals and personal care products in aquatic environments. *Journal of Hazardous Materials*, 424: 127284
- Aguilar, R., Valiente, Y., Oliver, D., Franco, C., Diaz, F., Julio, F. & Luna, C. (2018). Inadecuado uso de residuos sólidos y su impacto en la contaminación ambiental. *Sciéndo* 21(4): 401-407, DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2018>.
- Aguilera-Morales, D. & Perales-Palacios, F. (2016). Metodología participativa en Ciencias Naturales: Implicación en el rendimiento académico y la actitud hacia la ciencia del alumnado de Educación Primaria. *Reidocrea*, 5: 119-129.

- Akan, O., Evans, G., Sunday, E., Mgbechidinna, C., Obiwanne, C., Bovys, Y., Okokon, E. & Oluwafunmilayo, O. (2021). Plastic waste: Status, degradation and microbial management options for Africa. *Journal of Environmental Management*, 292: 112758
- Alcaldía de Cartagena de Indias, MADS, INVEMAR, CDKN & Cámara de Comercio de Cartagena. (2014). Plan 4C: Cartagena de Indias Competitiva y Compatible con el Clima. Eds: Zamora Bornachera, Anny Paola; López Rodríguez, Angela; Trujillo Gedeón, Verónica; Martínez Zuleta, Claudia; Llinás, Guillermo y Lacoste, Mathieu. Cartagena. Serie de Publicaciones Generales del INVEMAR No. 63. Santa Marta, 130 pp.
- Alcaldía de Cartagena. (2021). Cartagena le apuesta a mejorar la práctica de la educación y cultura ambiental. Recuperado de <https://www.cartagena.gov.co/component/content/article/93-acciones-comunicacionales/3281-cartagena-le-apuesta-a-mejorar-la-practica-de-la-educacion-y-cultura-ambiental?Itemid=515>
- Ali, H., Khan, E. & Ilahi, I. (2019). Environmental Chemistry and Ecotoxicology of Hazardous Heavy Metals: Environmental Persistence, Toxicity, and Bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 6730305
- Alimba, C.G. & Faggio, C. (2019). Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 68, 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.001>.
- Alin, A. (2010). Minitab. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(6), 723-727.

- Allen, A. S., Seymour, A. C., & Rittschof, D. (2017). Chemoreception drives plastic consumption in a hard coral. *Marine Pollution Bulletin*, 124(1), 198–205.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.030>
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V.R., Le Roux, G., Duranteza, P., Simonneau, A., Stéphane, B. & Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nat. Geosci.* 12, 339–344.
- Álvarez, S. & Vega, P. (2009) Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14 (2): 245-260.
- Álvarez-Muñoz, J., Bernandez-Gómez, A. & Belmonte, M. (2021). Trabajando la educación ambiental desde la metodología aprendizaje-servicio. *South Florida Journal of Development*, 2 (1), 105-118
- Amelia, T., Khalik, W., Ong, M., Shao, Y., Pan, & H., Bhubalan, K. (2021). Marine microplastics as vectors of major ocean pollutants and its hazards to the marine ecosystem and humans. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8:12
- Andrade, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-508.
- Andrady, A. (2011). Microplastics in marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596-1605
- Ángel-Maya, A. (1990). Perspectivas ambientales y alternativas del desarrollo. *Revista de la Universidad Nacional (1944-1992)*, 6(23), 17-22.
- Ángel-Maya, A. (2008). Medio ambiente urbano. *Gestión y ambiente*, 11(1), 21-51.

- Anthony, K., Kline, G., Diaz-Pulido, S. & Hoegh-Guldberg, O. (2008). Ocean acidification causes bleaching and productivity loss in coral reef builders, *PNAS*, 105 (45), 17442-17446
- Aramburuzabala, P. (2013). Aprendizaje-Servicio: Una herramienta para educar desde y para la justicia social. *Revista internacional de educación para la justicia social*, 2(2), 5-11.  
<https://bit.ly/30E1oyL>
- Ardila, E., Navas-S, G & Reyes, G (eds). (2002). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. INVEMAR.
- Arévalo, L. (2020). Propuesta curricular interdisciplinar en investigación y educación ambiental dirigida a un grupo de estudiantes de básica secundaria. *Revista Papeles*, 12 (23): 112-124
- Arrazola, J. & Zavala, J. (2014). Diseño metodológico para la selección de una muestra representativa de estudiantes universitarios. *Revista economía y administración*. 54-67
- Arredondo, M., Saldivar, A. & Limon, F. (2018). Estrategias educativas para abordar lo ambiental. Experiencias en escuelas de educación básica en Chiapas. *Innovación educativa* (México, DF), 18(76), 13-37.
- Arribas-Cubero, H., Frutos-de Miguel, J., & González-González, X. M. (2021). Aprendizaje-Servicio en experiencias intergeneracionales: un estudio de caso en la formación de Educación Social. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 47(4), 245-269.
- Arribas-Cubero, H., Gómez-Pintado, A., Martínez-Abajo, J., Vizcarra-Morales, M. T., Gamito-Gómez, R., & Monjas-Aguado, R. (2022). La ausencia de voz de las entidades en los proyectos de aprendizaje-servicio: propuesta de una herramienta para analizar y mejorar su participación. *RIDAS. Revista Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio*, 13, 40-59.

- Ashok K.V. (2017). Genetic Diversity as Buffer in Biodiversity. *Indian Journal of Biology*. 4(1): 61-63. <http://dx.doi.org/10.21088/ijb.2394.1391.4117.9>.
- Audesirk, T., Audesirk, G. & Byers, B. (2016). *Biología: La vida en la tierra*. Pearson.
- Auta, H.S., Emenike, C.U. & Fauziah, S.H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environ. Int.* 102, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- Axworthy, J. B., & Padilla-Gamiño, J. L. (2019). Microplastics ingestion and heterotrophy in thermally stressed corals. *Scientific Reports*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54698-7>
- Ayerbe, J. (2021). *Aprendizaje basado en proyectos en educación ambiental. Implementación en educación secundaria*. [Tesis Doctoral, Universidad de Granada].  
<https://digibug.ugr.es/handle/10481/66770>
- Báez, J. (2016) La conciencia ambiental en España a principios del siglo XXI y el impacto de la crisis económica sobre la misma. *Papers. Revista de Sociología*, 101 (3): 363-388.
- Bank, M. (2022). *Microplastic in the environment: Pattern and process*. Springer.
- Bank, M.S., Ok, Y.S. & Swarzenski, P.W. (2020). Microplastic's role in antibiotic resistance. *Science* 369 (6509), 1315. <https://doi.org/10.1126/science.abd9937>
- Barbier, E., Hacker, S., Kennedy, K. E., Stier, A., & Silliman, B. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 8(12), 169-193.
- Barnes, R. & Hughes, R. (1999). *An introduction to marine ecology. Third edition*. Blackwell Publishing
- Barrero, J. (2019). *El Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como herramienta pedagógica para fortalecer la Educación Ambiental en dos Instituciones Educativas públicas en el*

- municipio de El Espinal - Tolima*. Investigación en curso. Boletín divulgativo, Universidad del Tolima.
- Basto-Monsalve, M. B. (2019). Zonas de vida en el departamento del Caquetá, Colombia, basado en los escenarios de emisión de cambio climático para el periodo 2011-2100 y estrategias educativas de adaptación para el manejo de las plantaciones de hevea brasiliensis [Tesis doctoral, Universidad Surcolombiana].
- Bauman, Z. (2008). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Barcelona: Gedisa."
- Bautista-Cerro, M. J., Murga-Menoyo, M. A. & Novo, M. (2019). La Educación Ambiental (página en construcción, disculpen las molestias). *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 1(1), 1103. doi: 10.25267/Rev\_educ\_ambient\_sostenibilidad.2019.v1.i1.1103
- Bedoya, E., Severiche, C., Sierra, D. & Meza, M. (2017). Diagnosis of solid waste management in the petrochemical- plastic sector of Cartagena de Indias, Northern Colombia. *International. Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4 (6): 37-39
- Begon, M., Townsend, C. & Harper, J. (2006). *Ecology from individuals to ecosystems 4th edition*. Blackwell Publishing.
- Bening, C., Pruess, J. & Blum, N. (2021). Towards a circular plastics economy: Interacting barriers and contested solutions for flexible packaging recycling. *Journal of Cleaner Production*. 3012: 126966
- Berdugo Silva, N.C. & Montaña Renuma, W.Y. (2017). La educación ambiental en las instituciones de educación superior públicas acreditadas en Colombia. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(20), 127-136. DOI: <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.178>

- Bermúdez, G. M., Pérez-Mesa, R., & Ottogalli, M. E. (2022). Biodiversity knowledge and conceptions in Latin American: Towards an integrative new perspective for education research and practice. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 10(1), 175-217.
- Bernal, L. (2013). *Análisis De Las Actividades De Educación Ambiental En El Acuario Mundo Marino (Santa Marta – Colombia), Como Herramienta Para Promover La Conservación De Especies Marinas*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana].
- Besseling E, Quik JTK, Sun M. & Koelmans A.A. (2017). Fate of nano- and microplastic in freshwater systems: a modeling study. *Environ Pollut* 220:540–548.  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.001>
- Bhat, R., Singh, D., Qadri, H., Dar, G., Dervash, M., Bhat, S., Unal, B., Ozturk, M., Hakeem, K. & Yousaf, B. (2021). Vulnerability of municipal solid waste: An emerging threat to aquatic ecosystems. *Chemosphere*, 287: 132223
- Billig, S., Root, S. & Jesse, D. (2005). *The impact of participation in service-learning on high school students' civic engagement*. Circle working.
- Birkeland, C. (2019). *Global Status of Coral Reefs*. En *World Seas: An Environmental Evaluation* (págs. 35-56). Honolulu: Elsevier.
- Blanco, C. (2011). *Encuesta y estadística: Métodos de investigación cuantitativa en ciencias sociales y comunicación*. Editorial Brujas
- Boneth, M., Salazar-Rodríguez, J. & Angarita-Fonseca, A. (2022). Uso de Moodle para fortalecer competencias ciudadanas en estudiantes de fisioterapia: Un diseño pretest-postest. *Retos*, 44: 242-251

- Bringle, R., Phillips, M. & Hudson, M. (2004). *The measure of learning-Research Scales to assess student experiences*. American Psychological Association.
- Brown, C., Jupiter, S., Hsien-Yung, L., Albert, S., Klein, C., Maina, J., Tulloch, V., Wenger, A. & Mumby, P. (2017). Habitat change mediates the response of coral reef fish populations to terrestrial run-off. *Marine ecology progress series*, 576: 55-68
- Brown, D. (2015). Garbage: How population, landmass, and development interact with culture in the production of waste. *Resources, conservation and recycling*, 98: 41-54
- Browning, T.N., Sawyer, D.E. & Brooks, G.R. (2019). Widespread Deposition in a Coastal Bay Following Three Major 2017 Hurricanes (Irma, Jose, and Maria). *Sci Rep* 9, 7101 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43062-4>
- Bruner, J. (2012). *La importancia de la educación*. Barcelona: Paidós.
- Buck, B. & Lagnan, R. (2017). *Aquaculture Perspective of Multi-Use Sites in the Open Ocean*. Springer.
- Builes G., Gómez Úsuga, M., Pabón, D., & Yepes, J. (2019). Una experiencia de formación de maestros investigadores de ciencias naturales y educación ambiental: el semillero PiEnCias. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza, Edición extraordinaria*, 1017-1026.
- Caballero, P., Dominguez, G., Miranda, M. & Velo, C. (2018). Jornada de aventura “Superheroes en la ecoescuela”: Una experiencia de aprendizaje servicio para conectar la universidad y el colegio. *Revista Digital de Educación Física*, 9 (54): 114- 123.
- Cachay, H. & Rojas, A. (2021). Estrategias metodológicas para la educación ambiental de los estudiantes. *Revista Epistemia*, 5 (1). doi: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/EPT/article/view/1884>

- Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X. & Chen, Q. (2017). Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24, 24928–24935.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06979-x>."
- Campagne, S., Roche, P., Muller, F. & Burkhard, B. (2020). Ten years of ecosystem services matrix: Review of a (r)evolution. *One Ecosystem*, 5: e51103
- Campo, L. (2015). Evaluar para mejorar los proyectos de aprendizaje servicio en la universidad. *RIDAS, Revista Iberoamericana de Aprendizaje y Servicio*, 1, 91-111. DOI 10.1344/RIDAS2015.1.6
- Campoy, P., & Beiras, R. (2019). Revisión: Efectos ecológicos de macro-, meso- y microplásticos. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(11), 581.
- Cantú-Martínez, P. (2020a). Actitudes proambientales en jóvenes universitarios. *Ciencia y Educación*, 4 (2): 67-74.
- Cantú-Martínez, P. (2020b). Preocupación y deterioro de la calidad ambiental. Apreciación de los estudiantes universitarios. *Ambiente y Desarrollo*, 24 (46): 1-10.
- Capella-Peris, C., Gil, J., Martí, M & Chiva-Bartoll, O. (2015). “Estudio de caso múltiple con historias de vida en el grado de educación infantil: Aprendizaje-servicio en la didáctica de la educación física”, *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 19 (1), 334-348.
- Capella-Peris, C., Zorrilla-Silvestre, L. & Gil-Gómez, J. (2018). *Aproximación al aprendizaje servicio como método pedagógico*. En O. Chiva-Bartoll y J. Gil-Gómez (eds.), *Aprendizaje Servicio universitario. Modelos de intervención e investigación en la formación inicial docente* (15-47). Octaedro.

- Carpenter SR, Mooney HA, Agard J, Capistrano D, Defries RS, Díaz S, Dietz T, Duraiappah AK, Oteng-Yeboah A, Pereira HM, Perrings C, Reid WV, Sarukhan J, Scholes RJ & Whyte A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc Natl Acad Sci USA* 106(5):1305-12. doi: 10.1073/pnas.0808772106.
- Carrión, E. & Hernández, M. (2018). *Reseña: ¿Y por qué no lo hacemos en Cartagena?* Redipe.
- Casas, A. (2017). *La Educación Orientada al Trabajo en 5 ciudades colombianas– Caso Cartagena –. Cartagena: Fundación Corona.*
- Castanedo, C. (1995). Escala para la evaluación de las actitudes proambientales (EAPA) de alumnos universitarios. *Revista complutense de educación*, 6 (2): 253-278.
- Castillo-Segura, J. A., Pereira-Chaves, J. M., Jiménez-Sánchez, S., & Piedra-Castro, L. (2019). Conocimientos sobre ecosistemas marinos y costeros que poseen los estudiantes del ciclo diversificado de biología en el Caribe Sur, Costa Rica. *Bio-grafía*, 12(23), 99-111.
- Castro, P. & Huber, M. (2007). *Marine Biology*. 6<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill.
- Castro, P. & Huber, M. (2016). *Marine Biology*. 10<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill.
- CCallo, M., Sacaca, F., Callata., Vigo, J. & Calla, J. (2020). Biodegradación de polímeros de plástico por *Pseudomonas*. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo* (2020) Volumen 6 Número (2): 46-59
- CCO- Comisión Colombiana del Océano. (2007). *Política Nacional de Los Océanos y Los Espacios Costeros*. Litoflash, Santa Marta, 56 p. Serie de documentos generales INVEMAR No 19.

- Cebrián, G., Fernández, M., Fuertes, M., Moraleda, A. & Segalas, J. (2019). La influencia del aprendizaje-servicio en el desarrollo de competencias en sostenibilidad en estudiantes universitarios. *Bordón*, 71 (3), 151-167
- Cejas-Yanes, C., Feijoo, M., Viltres, C., Pineda, H., Pérez, M., Varela F., Hernández, M., & Pérez, C. (2009). Educación ambiental en la enseñanza técnica y profesional. Educación cubana. 121p.
- Celio, C., Durlak, J. & Dymnicki, A. (2011). A Meta-analysis of the impact of service learning on students. *Journal of experiential education*, 34 (2): 164-181
- Céspedes, N., Romero, Z. & Martínez, L. (2009). Cómo formular una propuesta para la elaboración de un proyecto ambiental escolar (PRAE) a través del estudio de las situaciones ambientales del Instituto Comercial Loreto ubicado en la localidad octava de Bogotá. *Papeles*, 95-105
- Chaudhry, A. & Sachdeva, P. (2021). Microplastics' origin, distribution, and rising hazard to aquatic organisms and human health: Socio-economic insinuations and management solutions. *Regional Studies in Marine Science*. 48: 102018
- Chiarelli, R. & Roccheri, M. (2014). Marine Invertebrates as Bioindicators of Heavy Metal Pollution. *Open Journal of Metal*, 4, 93-106
- Chiva-Bartoll, Ó & Gil-Gómez, J (eds.). (2018). *Aprendizaje-Servicio Universitario. Modelos de intervención e investigación en la formación inicial docente*, Barcelona, Octaedro.
- Chiva-Bartoll, Ó., & Fernández-Rio, J. (2021). *Aprendizaje servicio*. En: Perez-Pueyo, A., Hortiguera-Alcala, D. & Fernandez-Rio, J (eds). *Modelos pedagógicos en Educación Física: Qué, cómo, por qué y para qué*. Universidad de Leon

- Chiva-Bartoll, Ó., & Martí-Puig, M. (2016). *Métodos pedagógicos activos y 244 globalizadores: Conceptualización y propuestas de aplicación* (Graó Educación) (Spanish Edition): 318 (1.aed.). Barcelona, España: Editorial Graó.
- Chiva-Bartoll, Ó., Gil-Gómez, J., Corbaton, R., & Capella, C. (2016). El aprendizaje servicio como propuesta metodológica para una pedagogía crítica. *Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 2(0), 70-94.
- Chiva-Bartoll, Ó., Pallares-Piquer, M. & Gil-Gómez, J. (2017). Aprendizaje-servicio y mejora de la Personalidad Eficaz en futuros docentes de Educación Física. *Revista complutense de educación*. 29(1): 181-197
- Chiva-Bartoll, Ó., Ruiz-Montero, J., Marín, R., Pérez, I., Giles, J., García-Suarez, J. & Rivera-García, E. (2019). University service-learning in physical education and sport sciences: A systematic review. *Revista complutense de educación*, 30 (4): 1147-1164
- Çingöl, N., Karakas, M., Çelebi, E. & Zengin, S. (2021). Determining the effect of an intercultural nursing course on empathic skill and intercultural sensitivity levels: An intervention study. *Nurse Education Today*. 99:104782
- Coe, J., Antonelis, G. & Moy, K. (2019). Taking control of persistent solid waste pollution. *Marine pollution bulletin*, 139: 105- 110
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J. & Galloway, T. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62 (12), 2588-2597.
- Condeza-Marmentini, A., & Flores-González, L. (2019). Teachers' transgressive pedagogical practices in context: Ecology, politics, and social change. *Sustainability*, 11(21), 6145.

Congreso de la República de Colombia (enero 24 de 1979). *Ley 09 por la cual se dictan medidas sanitarias*. DO. 35308.

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf)

Congreso de la República de Colombia (febrero 8 de 1994). *Ley 115 General de Educación*.

[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)

Congreso de la República de Colombia (julio 5 de 2021). Ley 1549 de julio 05 de 2012.

[https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-382299.html?\\_noredirect=1](https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-382299.html?_noredirect=1)

Connell, J. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199 (4335): 1302-1310

Corbetta, S. (2019). Education and environment in university higher education; tendencies in Latin American critical perspective keys. *Revista Educación*, 43(1), 546-574.

Corbetta, S. (2021). Educación Ambiental y Educación Intercultural: hacia una construcción de puentes desde un pensamiento ambiental y latinoamericano crítico. *Gestión y ambiente*, 24(sup11), 107-130.

Correa, J. (2020). *Revisión de la problemática de la contaminación por microplásticos en el recurso hídrico*. [Tesis de posgrado, Universidad de Antioquia].

Correa, S., Turbay, S., & Vélez, M. (2012). Conocimiento ecológico local sobre ecosistemas marinos en dos comunidades costeras: El Valle y Sapzurro. *Revista Gestión y Ambiente*, 15(2), 17-32.

Costa, L. & Galindo, A. (2022). Una mirada hacia los contaminantes emergentes

“microplásticos” en Colombia. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.

Cruz-Herrera, L.A. (2020). Lineamientos para la resignificación de la educación ambiental en las instituciones educativas públicas de la ciudad de Neiva-Huila, con enfoque de identidad

con el territorio y articulación de la escuela con el entorno regional [Tesis doctoral, Universidad Surcolombiana].

Cruz-Salas, A., Álvarez-Zeferino, J., Martínez-Salvador, C., Enríquez-Rosado, M., Gutiérrez-Ortiz, M. & Ojeda-Benítez, S. (2020). Cuantificación y caracterización de microplásticos y residuos sólidos urbanos en playa Zipolite, Oaxaca. *Ciencia y Mar*, 24 (71): 3-21

DAFP- Departamento Administrativo de La Función Pública. (2021a). Decreto 2811 de 1974.

Recuperado de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>

DAFP- Departamento Administrativo de La Función Pública. (2021b). Decreto 1337 de 1978.

Recuperado de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8263#:~:text=Dicta%20normas%20sobre%20educacion%20ecologica,la%20educacion%20ecologica%2C%20le%20se%3F>

DANE. (2020). *La información del DANE en la toma de decisiones de las ciudades capitales*.

*Cartagena: DANE La información es de todos.*

Deng, L., Cai, L., Sun, F., Li, G. & Che, Y. (2020). Public attitudes towards microplastics:

Perceptions, behaviors and policy implications. *Resources, Conservation & Recycling* 163, 105096

DeVille, N., Powers, L., Stoddard, O., Wilt, G., Horton, T., Wolf, K., et al. (2021). Time spent in nature is associated with increased pro-environmental attitudes and behaviors.

*International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (14): e7498.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York, Estados Unidos: Macmillan Company.

- Díaz Grijalva, Giovanna., Camarena Gómez, Beatriz Olivia., Mirón Juárez, Carlos Alberto. & Ochoa Ávila, Eneida. (2019). Prácticas docentes en educación ambiental y habilidades proambientales en el estudiantado de quinto grado de primaria. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 19(3), 1-18. Doi. 10.15517/aie.v19i3.38797
- Díaz, C., Valdelamar, J., Jiménez, J. & Ávila, G. (2013). Solid Waste Characterization, Fats and Oils in Two Tourist Resorts Cartagena Colombia. *Journal of Environmental Protection*, 4, 1-4
- Díaz, J. & Fuentes, F. (2018) Desarrollo de la conciencia ambiental en niños de sexto grado de educación primaria. Significados y percepciones. *Revista de Investigación Educativa*, 26: 136-163.
- Díaz, M., Charry, A., Sellitti, S., Ruzzante, M., Enciso, K. & Burkart, S. (2020) Psychological factors influencing pro-environmental behavior in developing countries: Evidence from Colombian and Nicaraguan students. *Frontiers in Psychology*, 11, 580730.
- Díaz-Mendoza, C., Mouthon-Bello, J., Pérez-Herrera, N. & Escobar-Díaz, S. (2020). Plastics and microplastics, effects on marine coastal areas: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(32), 39913-39922.
- DIMAR- Dirección General Marítima. (2019). Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de La Región del Gran Caribe. Recuperado de [https://www.dimar.mil.co/sites/default/files/informes/texto\\_del\\_convenio-\\_convenio\\_para\\_la\\_proteccion\\_y\\_el\\_desarrollo\\_del\\_medio\\_marino\\_de\\_la\\_region\\_del\\_gran\\_caribe\\_de\\_1983.pdf](https://www.dimar.mil.co/sites/default/files/informes/texto_del_convenio-_convenio_para_la_proteccion_y_el_desarrollo_del_medio_marino_de_la_region_del_gran_caribe_de_1983.pdf)

- Ding, Y. (2003). *Impact of Affluence and Overexploitation of Natural Resources*. En: Unesco. (2003). *Encyclopedia of Life Support System*. ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT-Vol.I
- DNP- Departamento de Planeación Nacional. (2020). CONPES-Documento DNP-2544-DEPAC. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/2544.pdf>
- Domínguez Cruz, Y. (2019). Valoración de una experiencia de Aprendizaje-Servicio Medioambiental a través de la Educación Física. [Tesis de Maestría, Universidad de la Laguna].
- Dris, R. (2016). *First assesement of sources and fate of macro and micro plastics in urban hydrosystems: Case of Paris megacity* (Doctoral dissertation, Université Paris-Est).
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, A., Saad, B., Renault, N. & Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in a urban area: a case study in Grater Paris. *Eviron. Chem.* 12, 592-599
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C. & Tassin, B., (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment? *Mar. Pollut. Bull.* 104290–293
- Duque, E. (2018). Evaluando una experiencia de aprendizaje servicio en torno al aprendizaje de conceptos de la ciudadanía digital. *RIDAS. Revista Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio*, (5), 12-23.
- Durán, D. (2002). *Escuela, ambiente y comunidad “Integración de la educación ambiental y el aprendizaje-servicio”*. Fundación EDUCAMBIENTE.
- Echarri, F. (2010). Los programas de escuela taller. Una aproximación conceptual al modelo educativo del aprendizaje-servicio. *REOP*, 21 (1): 143-151

- Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. & Aldridge, D., (2015). Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water Res.* 75, 63-82. DOI: 10.1016/S0160-4120(03)00107-7
- Elías, R. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. *Desarrollo pesquero*, 27, 83-105.
- Enríquez, J. (2020). Implementación del aprendizaje sobre la educación ambiental a los estudiantes de la Unidad Educativa Elías Cedeño Jerves, San Vicente. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
- Enyoh, C.E., Verla, A.W., Verla, E.N., Ibe, F.C. & Amaobi, C.E., (2019). Airborne microplastics: a review study on method for analysis, occurrence, movement and risks. *Environ. Monit. Assess.* 191, 668. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7842-0>
- Erhabor, N. & Dan, J. (2016). Impact of environmental education on the knowledge and attitude of students towards the environment. *International journal of environmental & science education*, 11 (12), 5367-5375
- Espejel Rodríguez, A., & Flores Hernández, A. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior, Puebla-Tlaxcala, México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1173-1199.
- Espejel Rodríguez, A., & Flores Hernández, A. (2017). Experiencias exitosas de educación ambiental en los jóvenes del bachillerato de Tlaxcala, México. *Luna azul*, (44), 294-315.
- Esteban, M. & Amador, L. (2018). Una aproximación a las actitudes de los universitarios hacia el Medio Ambiente. (Una experiencia innovadora en el ámbito de las Ciencias Ambientales). *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 17 (33), 81 – 100

- Estrada, E.-. Huaypar, K., Gallegos, N. & Velasques, L. (2021). Conciencia ambiental y actitudes proambientales en estudiantes de educación secundaria de Madre de Dios, Perú. *Ciencia Amazonica* (Iquitos), (2), 69 - 80
- Estrada, E., Mamani, H. & Huaypar, K. (2020). Eficacia del programa Cuidemos el ambiente en el desarrollo de la conciencia ambiental de estudiantes de educación primaria en Madre de Dios, Perú. *Ciencia Amazónica*, 8 (1): 85-98.
- Evode, N., Ahmad, S., Bilal, M., Barcelo, D. & Iqbal, H. (2021). Plastic waste and its management strategies for environmental sustainability. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100142
- Fabricius, KE (2011) *Factors determining the resilience of coral reefs to eutrophication: a review and conceptual model*. En: Dubinsky Z and Stambler N (eds): *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition*. Springer,
- Facione, P.A. (2007). *Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante? Insight assessment*. California: California Academic Press.  
<https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- Fang, W. T., Hassan, A. A., & LePage, B. A. (2023). *The Living Environmental Education: Sound Science Toward a Cleaner, Safer, and Healthier Future*. Springer, Singapore.
- Fang, W. T., Ng, E., & Chang, M. C. (2017). Physical outdoor activity versus indoor activity: Their influence on environmental behaviors. *International journal of environmental research and public health*, 14(7), 797. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14070797>
- Farber, K. (2011). *Change the World with Service Learning How to Organize, Lead, and Assess Service-Learning Projects*. Rowman and Littlefield publishers inc.

- Farella, G., Menegon, S., Fadini, A., Depellegrin, D., Manea, E., Perini, L., & Barbanti, A. (2020). Incorporating ecosystem services conservation into a scenario-based MSP framework: An Adriatic case study. *Ocean & coastal management*, 193, 105230.
- Fay, F. & Whitehead, G. (2004). *Serve and learn: Implementing and evaluating service learning in middle and high schools*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Fernández, C. (2015). *Incidencia de los componentes de participación y territorialización de la “herramienta PRAE de la secretaría de educación distrital (sed) de Bogotá D.C.”, en el diseño de los PRAES de las instituciones educativas de la localidad de San Cristóbal Sur. Memorias del VIII Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. III Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.*
- Fernández, E. & García, R. (2017). La producción científica en tesis doctorales sobre aprendizaje servicio en España (2000-2016). *RIDAS*, 3: 90-104
- Fernández, S. (2017). Evaluación y aprendizaje. *Revista de didáctica español como lengua extranjera*. 24, 1-43
- Ferran, A & Guinot, C (2012). Aprendizaje-Servicio: Propuesta metodológica para trabajar competencias, *Revista de Trabajo Social*, 12 (1), 187-195.
- Filges, T., Dietrichson, J., Viinholt, B. C., & Dalgaard, N. T. (2021). PROTOCOL: Service learning for improving academic success in students in grade K to 12: a systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 17(2). DOI: 10.1002/cl2.1157
- Flórez-Yepes, G. (2015). La educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto colombiano *Revista Electrónica Educare*, 19 (3), 1-12

- Folgueiras, P., Luna-González, E., & Puig Latorre, G. (2014). El Aprendizaje y servicio en educación secundaria. *Revista Iberoamericana de educación*, 64 (2): 1-15
- Francisco, A & Moliner, L. (2010). El Aprendizaje Servicio en la Universidad: una estrategia en la formación de ciudadanía crítica, *Revista Electrónica de Formación de Profesorado*, 13 (4), 69-77.
- Francisco, Andrea & Moliner, Lidón (2010). El Aprendizaje Servicio en la Universidad: una estrategia en la formación de ciudadanía crítica. *REIFOP*, 13(4).
- Franco, C.A. (2022). Efectos socioambientales de la modernidad en una sociedad campesina del Tolima: una mirada desde el pensamiento ambiental [Tesis doctoral, Universidad Surcolombiana].
- Franco, D., Corbetta, S., Blanco, B., & Fernández, N. (2017). Habitar el Estado, más allá de sus instituciones. Militancia y Pensamiento Ambiental Latinoamericano (PAL) en y desde la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB). Grupo de Educación Ambiental (EA) y Pensamiento Ambiental Latinoamericano (PAL)(UNPSJB). N. Fernández (comp). *Inclusión de la formación de la Educación Ambiental en la Educación Superior. Un estado de la cuestión en la Argentina y Uruguay. Buenos Aires. Argentina: Editorial La Bicicleta.*
- Freire, P. (2015). *Pedagogía liberadora*. (T. Garcia, Ed.) (1.a ed.). Madrid, España: Catarata.
- Frias, J. P., & Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine pollution bulletin*, 138, 145-147.
- Frias, J., Ivar, J., Panti, C. & Lima, A. (2021). Editorial: Microplastics in the marine environment: Sources, distribution, biological effects and socio-economic impacts. *Frontiers in environmental sciences*, 9, 676011.

- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., ... & Gerdt, G. (2018). *Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. JPI-Oceans*.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36256.89601/1>
- Furco, A. & Root, S. (2010). Research demonstrates the value of service learning. *Pennsylvania State University*. 91(5): 16-20
- Furco, A. (2011). El Aprendizaje-Servicio: Un enfoque equilibrado de la educación experiencial. *Educación global research*, 2011, 64-70.
- Gall, J., Boyd, R. & Rajakaruna, N. (2015). Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*. 187(4):1-21
- Gallardo, O., Días, P. & Ramos, L. (2019). Educación ambiental transformadora. Estudio comparado entre Brasil y Cuba. *Revista Pedagógica*, Chapecó, 21: 500-523.
- Galli, F., Bolsam, C., Bedim, L. & Castella, J. (2013). Actitudes hacia el medio ambiente en la infancia: un análisis de niños del sur de Brasil. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 45 (3), 461-473.
- Galvis-Aponte, L., & Aguilera, M. (1999). *Determinantes de la demanda por turismo hacia Cartagena, 1987-1998*. Cartagena: Banco de La República.
- Galvis-Aponte, L., Rodríguez-Puello, G., & Ovallos-Bencardino, S. (2019). *Desempleo y calidad de vida laboral en las áreas metropolitanas de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta*. Cartagena: Banco de La República.
- Gamboa, M. & Parra, J. (2017). *Diseño de una escala para medir la competencia de dirección en educación*. En E. Santiesteban y J. C. Arboleda (Eds.), *Ciencia e Innovación Tecnológica* (1): 542-552 Las Tunas, Cuba: Sello Editorial Edacun-Redipe.

- Garcés-Ordóñez, O., Castillo, V., Rueda, R., Rios, M., Bayona, M., Molina, F. & Escobar, M. (2017). *Diagnóstico de los residuos microplásticos en las zonas marinas de Colombia*. 108- 166. En: Invemar y Minambiente, 2017. Resolución No. 646 de 2017. *Formulación de lineamientos, medidas de conservación, manejo y uso de ecosistemas marinos y costeros, con la intención de apoyar acciones de fortalecimiento en la gestión ambiental de las zonas costeras de Colombia*. Santa Marta, Colombia
- Garcés-Ordóñez, O., Castillo-Olaya, V., Granados-Briceño, A., Blandón, L. & Espinosa, L. (2019). Marine litter and microplastic pollution on mangrove soils of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 455-462.
- Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L., Pereira, R. & Costa, M. (2020). The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111558
- Garcés-Ordóñez, O., Saldarriaga-Vélez, J., Espinosa, L., Patiño, A., Cusba, J., Canals, M., Mejía-Esquivia, K., Fragozo-Velásquez, L., Sáenz-Arias, S., Córdoba-Meza, T. & Thiel, M. (2022). Microplastic pollution in water, sediments and commercial fish species from Ciénaga Grande de Santa Marta lagoon complex, Colombian Caribbean. *Science of The Total Environment*, 829, 154643. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154643>
- García- García, J., Reding-Bernal, A. & López-Alvarenga, J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2(8):217-224
- Getzner, M. & Islam, M. (2020). Ecosystem Services of Mangrove Forests: Results of a Meta-Analysis of Economic Values. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 5830; doi:10.3390/ijerph17165830

- Ghaffar, I., Rashid, M., Akmal, M., & Hussain, A. (2022). Plastics in the environment as potential threat to life: an overview. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 56928–56947. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21542-x>
- Gil-Gómez, J., Moliner-García, O., Chiva-Bartoll, O & García, R. (2016). *Una experiencia de aprendizaje-servicio en futuros docentes: desarrollo de la competencia social y ciudadana*, Revista Complutense de Educación, 27 (1), 53-73.
- Godoy-Pozo, J., Illesca-Pretty, M., Seguel-Palma, F. & Salas-Quijada, C. (2019). Desarrollo y fortalecimiento de competencias genéricas en estudiantes de enfermería a través de la metodología aprendizaje-servicio. *Rev. Fac. Med.*, 67 (3): 449-58
- Golos, A., Chapani Itkin, S., & Ben-Zur, H. (2022). The Structured Preschool Participation Observation (SPO) for Children with ASD: Adaptation, Initial Psychometric Properties, and Children’s Participation. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, 42(2), 198-214.
- Gomera, A., Villamandos, F. & Vaquero, M. (2012) Medición y categorización de la conciencia ambiental del alumnado universitario: contribución de la universidad a su fortalecimiento. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16 (2): 213-228.
- Gómez, M., Licero, L., Perdomo, L., Rodríguez, J., Romero, D., Ballesteros, D., Gómez, D., Melo, A., Chasqui, L., Ocampo, M., Carvajal, D., García, J., Peña, C., Bastida, M. & Ricaurte, C. (2015). *Portafolio “Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia”*. Serie de Publicaciones Generales del Invemar.

- González Castro, Y., Manzano Durán, O. & Torres Zamudio, M. (2019). Descripción de las categorías relacionadas con la responsabilidad social universitaria. *Universidad Nacional Abierta Y a Distancia*, <https://doi.org/10.22490/9789586516556>
- González-Alonso, F., Ochoa-Cervantes, A., & Guzón-Nestar, J. L. (2022). Aprendizaje servicio en educación superior entre España y México. Hacia los ODS. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 17(1), 76-88.
- González-Geraldo, J. L., Jover-Olmeda, G., & Martínez-Martín, M. (2017). La ética del aprendizaje servicio en la universidad: una interpretación desde el pragmatismo. *Bordón: revista de pedagogía*, 69(4).
- Goreau, T. & Hayes, R. (2021). Global warming triggers coral reef bleaching tipping point. *Ambio*, 50:1137–1140
- Gorrall, B., Curtis, J., Little, T. & Panko, P. (2016). Innovations in Measurement: Visual Analog Scales and Retrospective Pretest Self-Report Designs. *Actualidades en Psicología*, 30(120): 1-6
- Gray, J. 2002. Species richness of marine soft sediments. *Mar Ecol Prog Ser.*, 244, 285- 297
- Guisande, C., Barreiro, A., Maneiro, I., Riveiro, I., Vergara, A., & Vaamonde, A. (2006). Tratamiento de datos. España: Díaz de Santos.
- Gutiérrez, L. (2015). Problemática de la educación ambiental en las instituciones educativas. *Revista científica*, 23: 57-76
- Gutiérrez-Delgado, J., Gutiérrez-Ríos, C. & Gutiérrez-Ríos, J. (2018). Estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje con un enfoque lúdico. *Revista de Educación y Desarrollo*, 45, 37-46

- Hammami, M., Mohammed, E., Hashem, A., Khafaji, M., Alqahtani, F., Alzaabi, S., & Dash, N. (2010). Survey on awareness and attitudes of secondary school students regarding plastic pollution: implications for environmental education and public health in Sharjah city, UAE. *Environ Sci Pollut Res*, 24(0), 20626–20633.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.  
[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Hann, S., Scholes, R., Lee, T., Ettliger, S. & Jorgensen, H. (2021). Biobased and Biodegradable Plastics in Denmark. *Industrial biotechnology*, 16 (3): 164-175
- Hart, P. (2002). Narrative, knowing, and emerging methodologies in environmental education research: Issues of quality. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 140-165.
- Hawkins, S. J., Allcock, A. L., Bates, A. E., Evans, A.J., Firth, L. B., McQuaid, C.D., Russell, B.D., Smith, I. P., Swearer, S. E., & Todd, P. A. (2021). Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 58, 395-440.
- He, B., Wijesiri, B., Ayoko, G., Egodawatta, P., Rintoul, L. & Goonetilleke, A. (2020). Influential factors on microplastics occurrence in river sediments. *Science of the Total Environment* DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139901
- Henao-Castro, A. & Alvarado, E., Comba, N. & Santamaría, J. (2015). Bacterias autótrofas y heterótrofas asociadas a nieve marina lodosa en arrecifes con escorrentía continental. *Universitas Scientiarum*, 20(1),9-16.

- Henao-Castro, A. (2013). *Efectos de los aportes del Canal del Dique sobre el reclutamiento de especies de coral en los arrecifes del Archipiélago Nuestra Señora del rosario, área marina protegida. [Tesis de Pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]*
- Henao-Castro, A. (2021). La biodiversidad como referente para promover la conservación de los ecosistemas colombianos. *Revista paca*, (11), 215-228.
- Henao-Castro, A., Vives Hurtado, M. P., Valcárcel Castellanos, C. A., Salcedo Oviedo, C., Amaranto, D. T., Paternina, G. L. & Cely Herrera, C. (2023). Sistematización de experiencias de jornadas de limpieza de playas en un área marina protegida como estrategia de educación ambiental. *Revista Mutis*, 13(1), 1-17.
- Herdiansyah, H., Saiya, H.G., Afkarina, K.I.I.& Indra, T.L. (2021). Coastal Community Perspective, Waste Density, and Spatial Area toward Sustainable Waste Management (Case Study: Ambon Bay, Indonesia). *Sustainability*, 13: 10947.
- Hernández, G. (2021). Metodología TIC en la enseñanza de educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Revista Educación y Ciudad*, 40, 129-146. doi: 10.36737/01230425.n40.2021.2461
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas de la investigación cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Hervás Torres, M., Fernández Martín, F. D., Arco Tirado, J. L. & Miñaca Laprida, M. I. (2017). Efectos de un programa de Aprendizaje-Servicio en el alumnado universitario. *Electronic journal of research in educational psychology*, 15(1), 126-146. <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep.41.16049>

- Hervás, M. & Miñaca, M. (2018). La mejora del rendimiento escolar y el clima social mediante un programa de intervención basado en el aprendizaje servicio y mentoría entre iguales. *REOP*, 29 (1): 91-107
- Heyl, M., Moyano, E. & Cifuentes, L. (2013). Environmental attitudes and behaviors of college students: a case study conducted at a chilean university. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 45 (3), 487-500
- Hill, M. (2010). *Understanding environmental pollution 3rd*. Cambridge University Press
- Hoegh-Guldberg O, Mumby PJ, Hooten AJ, Steneck RS, Greenfield P, Gomez E, Harvell CD, Sale PF, Edwards AJ, Caldeira K, Knowlton N, Eakin CM, Iglesias-Prieto R, Muthiga N, Bradbury RH, Dubi A. & Hatziolos ME. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*. 318(5857):1737-42. doi: 10.1126/science.1152509
- Hoegh-Guldberg, O. & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328(5985), 1523-1528.
- Høiøberg, M. A., Woods, J. S., & Verones, F. (2022). Global distribution of potential impact hotspots for marine plastic debris entanglement. *Ecological Indicators*, 135, 108509.
- Holguín, M. (2014). La experiencia de la Mesa de Educación Ambiental como estrategia para fortalecer el desarrollo de los PRAE en la localidad de Suba, Bogotá D.C., Colombia. *Asuntos*, 27 :287-303
- Horton AA., Walton A, Spurgeon, DJ., Lahive E. & Svendsen, C. (2017) Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci Total Environ* 586:127–141
- Hughes, TP., Kerry, JT., Baird, AH., Connolly, SR., Dietzel, A., Eakin, CM., Heron, SF., Hoey, AS., Hoogenboom, MO., Liu, G., McWilliam, MJ., Pears, RJ., Pratchett, MS., Skirving,

- WJ., Stella, JS. & Torda, G. (2018) Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556(7702):492-496. doi: 10.1038/s41586-018-0041-2.
- Hurley, RR, Woodward, JC. & Rothwell, JJ. (2018) Microplastic contamination of river beds significantly reduced by catchment-wide flooding. *Nat Geosci*.  
<https://doi.org/10.1038/s41561-018-0080-1>
- Jacoby, B. & Howard, J. (2015). *Service-learning essentials: Questions, answers and lessons learned*. Jossey-Bass.
- Jara Matute, E.E., & Urgiles Rivas, J.A. (2020). Experiencia pedagógica de Educación Ambiental: Proyecto institucional “Basura Cero” en la ciudad de Cuenca. *Mamakuna: Revista de divulgación de experiencias pedagógicas*, 15, 12-21.  
file:///C:/Users/Admin/Downloads/Dialnet-ExperienciaPedagogicaDeEducacionAmbiental-8380483.pdf
- Jevrejeva, S., Grinsted, A. & Moore, J. (2014). Upper limit for sea level projections by 2100. *Environ. Res. Lett.* 9 (2014) 104008
- Jouannet, C., Rojas, A., Gonzalez, M. (2018). Evaluación de la implementación piloto de aprendizaje servicio en el Instituto Profesional de Chile desde la perspectiva de estudiantes, docentes y socios comunitarios. *Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 5, 87-103. doi: 10.1344/RIDAS2018.5.6
- Kahlon, S. K., Sharma, G., Julka, J. M., Kumar, A., Sharma, S., & Stadler, F. J. (2018). Impact of heavy metals and nanoparticles on aquatic biota. *Environmental chemistry letters*, 16(3), 919-946.

- Khan, M., McGeown, S., & Bell, S. (2020). Can an outdoor learning environment improve children's academic attainment? A quasi-experimental mixed methods study in Bangladesh. *Environment and Behavior*, 52(10), 1079-1104.
- Kiessling, T., Knickmeier, K., Kruse, K., Gatta-Rosemary, M., Nauendorf, A., Brennecke, D., Thiel, L., Wichels, A., Parchmann, I., Kortzinger, A. & Thiel, M. (2021). School children discover hotspots of floating plastic litter in rivers using a large-scale collaborative approach. *Science of the Total Environment*, 789:147849
- Klein, M. & Fischer, E.K. (2019). Microplastic abundance in atmospheric deposition within the metropolitan area of Hamburg, Germany. *Sci. Total Environ.* 685, 96–103.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.405>."
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kumar, R., Verma, A., Shome, A., Sinha, R., Sinha, S., Kumar, P., Kumar, R., Kumar, P., Shubham., Das, S., Sharma, P. & Vara, P. (2021). Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability*, 13, 9963.  
<https://doi.org/10.3390/su13179963>
- Kummu, M., de Moel, H., Salvucci, G., Viviroli, D., Ward, P. & Varis, O. (2016). Over the hills and further away from coast: global geospatial patterns of human and environment over the 20th–21st centuries. *Environmental Research Letters*, 11: 034010
- Landazábal, B., Urango, Liz. & Valiente, S. (2020). Transformando Prácticas Pedagógicas para la Construcción de Sentido: Una experiencia investigativa en la Institución Educativa

- Luis Carlos López de la Ciudad de Cartagena. [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena].
- Laso, S., Marbán, J. & Ruiz, M. (2019) Diseño y validación de una escala para la medición de conciencia ambiental en los futuros maestros de primaria. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23 (3): 297-316.
- Leff, E. (2003). La ecología política en América Latina. Un campo en construcción. *Polis. Revista Latinoamericana*, (5), 1-16.
- Leff, E. (2007). Complejidad, racionalidad ambiental y diálogo de saberes: hacia una pedagogía ambiental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 16, 11-19.
- Leff, E. (2009). Universidad, saber ambiental y sustentabilidad. *Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana*.
- Leff, E. (2012). Pensamiento ambiental latinoamericano: patrimonio de un saber para la sustentabilidad. *Environmental Ethics*, 34(Supplement), 97-112.
- Leisher, C., S, M., Hess, S., Widodo, H., Soekirman, T., Tjoe, S. & Sanjayan, M. (2012). Marine police. *The international journal of ocean affairs*, 36, 1005–1011.
- León, A. (2007). ¿Qué es la educación? *Artículos Arbitrados*, 11 (39), 595-604
- Levinton, J. (2017). *Marine Biology*, 5th Edition, Oxford University Press
- Li, L., Zuo, J., Duan, X., Wangm, S., Kunsheng, H. & Chang, R. (2021). Impacts and mitigation measures of plastic waste: A critical review. *Environmental Impact Assessment Review*, 90: 106642
- Li, W.C., Tse, H.F. & Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: a review of source, occurrence and effects. *Sci. Total Environ.* 566-567, 333–349.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>.

- Liu, K., Wang, X., Song, Z., Wei, N., Li, D. (2020). Terrestrial plants as a potential temporary sink of atmospheric microplastics during transport. *Sci. Total Environ.* 742, 140523  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140523>.
- Loaiza, F. & Baca, W. (2021). Revisión sistemática de la educación ambiental superior en Latinoamérica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5 (5).  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.1025p9779](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.1025p9779)
- Loaiza, Y.E. & Osorio, L.D. (2018). El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira-Risaralda. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 9(16), 1-24.
- Long, B. (2020). An examination of whether Engaging in Authentic Impact on High School Students' Agency to Achieve Ecojustice in their Local Community. [Disertación doctoral, Universidad de Tennessee].
- López, D. (2014). *Aprendizaje para servicio solidario “una estrategia pedagógica para obtener valores sociales e individuales en estudiantes de secundaria”*. Estudio de caso Colegio Jorge Washington [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena], Cartagena.
- López, M. & Purihuamán, C. (2018). Impacto Ambiental Generado por el Botadero de Residuos Sólidos en un caserío de la ciudad de Chota. *UCV HACER Rev. Inv. Cult.*, 7 (2): 1-10
- López-Angarita, J., Roberts, C., Tilley, A., Hawkins, J. & Cooke, R. (2016). Mangroves and people: Lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries. *Forest Ecology and Management*, 368, 151-162

- López-Fernández, M. & Franco-Mariscal, A. (2021). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación Química*, 32(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76553>
- Lu, Y., Yang, Y., Sun, B., Yuan, J., Yu, Minzhao, Y., Stenseth, N., Bullock, J. & Obersteiner, M. (2020). Spatial variation in biodiversity loss across China under multiple environmental stressors. *Science advances*. 6: eabd0952
- Macedo, B. & Salgado, C. (2007). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina. *Revista Forum de Sostenibilidad*. 1, 29-37. Recuperado de [http://www.ehu.eus/cdsea/web/revista/numero\\_1/01\\_03macedo.pdf](http://www.ehu.eus/cdsea/web/revista/numero_1/01_03macedo.pdf)
- Madsen, M. (2015). *Acidificación de los océanos: el escaso conocimiento de las repercusiones de las emisiones de CO2*. Boletín del OIEA
- Main, A. M., Plante, J. D., & Bowdon, M. (2022). Service-Learning Outcomes in Florida Higher Education: An Analysis of Predictors. *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 26(1), 1-17.
- Manterola, C. & Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales 2a Parte. Estudios Cuasi-Experimentales. *International Journal of Morphology*, 33(1), 382-387.
- Marangoni, L., Beraud, E. & Ferrier-Pages, C. (2022). Polystyrene nanoplastics impair the photosynthetic capacities of Symbiodiniaceae and promote coral bleaching. *Science of the total environment*, 815, 152136
- Marrugo, A., & Álvarez, L. (2017). *¿Y por qué no lo hacemos en Cartagena? Una propuesta académica para la gestión gubernamental, buscando sostenibilidad entre basuras y jardines*. REDIPE Red Iberoamericana de Pedagogía: Estados Unidos.

- Martín, E.; Solari, M.; De Vicente, J.; Luque, M.J.; Nieto, M. & Coll, C. (2018). La potencialidad del aprendizaje servicio para la personalización del aprendizaje escolar. *RIDAS, Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 5, 37-61.  
DOI10.1344/RIDAS2018.5.4
- Martinetto, P., Alemany, D., Botto, F., Mastrangelo, M., Falabella, V., Acha, M., Anton, G., Bianchi, A., Campagna, C., Cañete, G., Filippo, P., Iribarner, O., Laterra, P., Martínez, P., Negri, R., Piola, A., Romero, S., Santos, D. & Saraceno, M. (2020). Linking the scientific knowledge on marine frontal systems with ecosystem services. *Ambio*, 49, 541-556
- Martínez-Usarralde, M., Gil-Salom, D. & Macias-Mendoza, D. (2019). Revisión sistemática de responsabilidad social universitaria y aprendizaje servicio: Análisis para su institucionalización. *RMIE*, 24 (80): 149-172
- Martín-García, X., Bär-Kwast, B., Gijón-Casares, M., Puig-Rovira, J. M., & Rubio-Serrano, L. (2021). El mapa de los valores del aprendizaje-servicio. *Alteridad. Revista de educación*, 16(1), 12-22.
- Masson-Delmonte, V. (2018). *Global Warming of 1.5°C*. IPCC Intergovernmental panel for climate change
- Mayer, L., & Perozzo-Ramírez, W. (2021). Aprendizaje-servicio en escuelas argentinas de Bachillerato Internacional. *Alteridad*, 16(1), 65-75. doi: 10.17163/alt.v16n1.2021.05
- Mayor, D., López, A. & Solís, M. (2019). El aprendizaje-servicio como escenario formativo y su Influencia en distintos agentes socioeducativos: percepción de los participantes. *International Journal of Sociology of Education*. 8(2), 153-172. doi: 10.17583/rise.2019.4071

- Mayor, D. & Rodríguez, D.R. (2016). Aprendizaje-servicio y práctica docente: una relación para el cambio educativo. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 535-552.
- Mayor, D. (2019). El aprendizaje-servicio como eje articulador de procesos de desarrollo personal-estudiantil y social en el estudiantado universitario. *Perfiles educativos*, 41(166), 124-140. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.166.58835>
- Mayorga-Fernández, M.J., Madrid-Vivar, D., & De La Rosa Moreno, L. (2021). La formación inicial docente desde la responsabilidad social universitaria: satisfacción del alumnado en relación a una experiencia de aprendizaje-servicio. ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, 36(1). Recuperado de <http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos>
- Meer, B., Dishan, E., Ikima, D. & Ateh, G. (2020). Ecological implications of environmental contaminants on biodiversity and ecosystem services: The Nigerian Experience. *Basic Research Journal of Soil and Environmental Science*, 2(1): 001-009
- Mehta, N., Cunningham, E., Roy, D., Cathcart, A., Dempster, M., Berry, E. & Smyth, B. (2021). Exploring perceptions of environmental professionals, plastic processors, students and consumers of bio-based plastics: Informing the development of the sector. *Sustainable Production and Consumption* 26: 574–587
- Mendenhall, E. (2018). Oceans of Plastic: A Research Agenda to Propel Policy Development. *Marine Policy*, 96, 291-298.
- Merizalde, L. (2012). Marco Legal Global Y Nacional Sobre Educación Ambiental Y Resultados Del Acompañamiento En La Formulación De Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) En Una Localidad Del Litoral Pacífico Y Otra Del Mar Caribe De Colombia. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía]

Mezirow, J. (1978, 1 enero). Perspective transformation. *Adult Education*, 28(2).

<https://doi.org/10.1177/074171367802800202>

Millennium Ecosystem Assessment-MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT. (Mayo 31, 2005a).

Resolución 0679 de 2005. *Por medio de la cual se declara el Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, se adopta su zonificación interna y se dictan otras disposiciones*. <https://dereitosp.fgv.br/sites/default/files/2022-01/arquivos/anexo17comp.pdf>

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT. (febrero 1, 2005b).

Resolución 107 de 2005. *Por la cual se declara un área marina protegida y se dictan otras disposiciones*.

[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambientevdt\\_0107\\_2005.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0107_2005.htm)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS. (abril 12, 2013). Resolución 0339 de

2013. *Por medio de la cual se reserva, delimita, alindera y declara el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad*. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/339-DE-2013.pdf>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia –MEN & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia –MAVDT. (2003). *Política Nacional de Educación Ambiental*. 122pp.

<https://www.uco.edu.co/extension/prau/Biblioteca%20Marco%20Normativo/Politica%20Nacional%20Educacion%20Ambiental.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente -MMA. (2001). *Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia.*

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia, Panamericana Formas.

[https://siam.invemar.org.co/static/media/uac/Politica\\_ZC\\_PNAOCI.pdf](https://siam.invemar.org.co/static/media/uac/Politica_ZC_PNAOCI.pdf)

Ministerio de Medio Ambiente -MMA. (2016). *Los proyectos ambientales escolares PRAE en Colombia: Viveros de la nueva ciudadanía ambiental de un país que se construye en el escenario del posconflicto y a paz.* Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Bogotá.

Miranda, L. (2013). Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Producción + Limpia*, 8(2), 94-105.

Mitra, A., Zaman, S. (2016). *Basics of Marine and Estuarine Ecology*. Springer

Mobeg, F., & Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological economics*, 29(1), 215-233.

Monroy, L., y Rojas, E. (2019). *Alma Azul: Una Unidad Didáctica Asociada A La Vida Marina Para El Aprendizaje de La Conservación De Los Ecosistemas Marinos Colombianos* [Tesis de Pregrado, Universidad Pedagógica Nacional].

Moore, C. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 108(2), 131–139.

Moos, N., Burkhardt-Holm, P. & Köhler, A. (2012). Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after an Experimental Exposure. *Environ. Sci. Technol.*, 46 (20), 11327–11335

- Morais, R. & Bellwood, D. (2020). Principles for estimating fish productivity on coral reefs. *Coral reefs*, 39, 1221–1231
- Morales-Caselles, C., Viejo, J., Marti, E., González-Fernández, D., Pragnell-Raasch, H., González-Godillo, J., Montero, Arroyo, G., Hanke, G., Salvo, V., Basurko, O., Mallos, N., Lebreton, L., Echevarria, F., Emmerik, T., Duarte, C., Galvez, J., van Sebille, E., Galgani, F., García, C., Ross, P., Bartual, A., Loakeimidis, C., Markalain, G., Isobe, A. & Cozar, A. (2021). An inshore–offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter. *Nature Sustainability*, 4: 484–493
- Mora-Ortiz, J. (2013). Los proyectos ambientales: Herramientas de gestión ambiental. *Bitácora*, 25 (2): 67-74
- Mortera Gutiérrez, F.J. (2010). Implementación de recursos educativos abiertos (REA) a través del portal TEMOA (Knowledge Hub) del Tecnológico de Monterrey, México. *Formación universitaria*, 3(5), 9-20.
- Moscoso Casallas, M.A. & Garzón Guerrero, V.A. (2017). La pedagogía: el complemento estratégico de la educación ambiental. *Praxis pedagógica*, 17(20), 103-122.
- Murillo, J. (2011). *Métodos De Investigación De Enfoque Experimental*. Métodos de investigación en Educación Especial.
- Nan B, Su L, Kellar C, Craig NJ, Keough MJ. & Pettigrove V (2020) Identification of microplastics in surface water and Australian freshwater shrimp *Paratya australiensis* in Victoria, Australia. *Environ Pollut* 259:113865.  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113865>
- Navarro, A. & Martin, D. (2019). Proyecto Amig@s Activ@s. *Revista Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio*. 7, 144-153. DOI10.1344/RIDAS2019.7.10

- Neal, X. (2021). *Effect of Tropical Cyclones on Coastal Marine Ecosystems on Coastal Marine Ecosystems*. Theses, Dissertations and Culminating Projects. 681.  
<https://digitalcommons.montclair.edu/etd/681>"
- Niño, L. & Pedraza-Jimenez, Y. (2019). Potenciar la educación ambiental a través del estudio de caso. *Tecné, Episteme y Didaxis*: ted, 45, 143-158.
- NOAA-National Oceanographic and Atmospheric Administration. (2021). *Earth System Research Laboratories Global Monitoring Laboratory*. Recuperado de <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html> (23/dic/2021)
- Noguera, A. P. (2011). Homenaje a CARLOS AUGUSTO ÁNGEL MAYA La Aventura Estética del Pensamiento Ambiental. *Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)*.
- Noguera, A. P. (2021). Geo-ético-poéticas onto-coreo-gráficas emergentes de los habitares sures: una propuesta ética emergente del pensamiento ambiental sur. *Gestión y Ambiente*, 24(supl1), 39-59.
- Noguera, A. P., & Echeverry, J. (2001). La razón de la vida. *Gestión y Ambiente*, 4(2), 155-156.
- Noguera, A.P. (2007). Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano. *Gestión y ambiente*, 10(1), 05-30.
- Obando, L. (2011). Anatomía de los PRAE. *Luna Azul*, 32: 178-193
- Ochoa Cervantes, A., Pérez Galván, L. M., & Salinas, J. J. (2018). El aprendizaje-servicio (APS) como práctica expansiva y transformadora. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Ochoa, A. & Pérez, L. (2019). El aprendizaje servicio, una estrategia para impulsar la participación y mejorar la convivencia escolar. *Psicoperspectivas*, 18 (1): 1-13
- ODS- Objetivos de desarrollo sostenible. (2019). Objetivos de desarrollo sostenible Colombia. Recuperado de <https://www.ods.gov.co/es/objetivos>

- OMI- Organización Marítima Internacional. (2020). Convención de las Naciones unidas sobre el Derecho del Mar. Recuperado de <https://www.imo.org/es/OurWork/Legal/Paginas/UnitedNationsConventionOnTheLawOfTheSea.aspx>
- OP- Ocean Panel. (2020). High level panel for a sustainable ocean economy. Recuperado de <https://oceanpanel.org>
- Ortiz, E. (2013). Epistemología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa: Paradigmas y Objetivos. *Revista de claseshistoria*, 12, 3.
- Ortiz, A. & Sánchez B.J. (2020). Educar, instruir y formar: una configuración tríadica. *Plumilla Educativa*, 26 (2), 63-101. DOI: 10.30554/pe.2.4040.2020.
- Osuna, L. (2020). La educación ambiental una estrategia metodológica en el contexto educativo. *Revista seres y saberes*, 55-61
- Oturai, N., Pahl, S. & Syberg, K. (2021). How can we test plastic pollution perceptions and behavior? A feasibility study with Danish children participating in “the Mass Experiment”. *Science of The Total Environment*, In press.
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1):227-232
- Owen, K. (2018). Using experiential marine debris education to make an impact: Collecting debris, informing policy makers, and influencing students, *Marine Pollution Bulletin*, 127: 804-810.
- Owens, K. (2017). Using experiential marine debris education to make an impact: Collecting debris, informing policy makers, and influencing students. *Marine Pollution Bulletin*, 127(1), 804-810

- Palombo, N. E., Ruíz, L. T. S., & Martín, R. B. (2021). Motivos de participación y concepciones sobre educación ambiental en un contexto de aprendizaje no formal. El caso de un taller para niños en Córdoba, Argentina. *Luna Azul*, (52), 145-167.
- Paredes-Curin, C. R. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete. *Revista electrónica educare*, 20(1), 119-144.
- Parejo, J.-L., Corton-Heras, M.-O, Nieto-Blanco, A. & Segovia-Barberan, C. (2021). Plastics as an Educational Resource for Sustainable Development: A Case Study in Ghana. *Sustainability*, 13, 6727. <https://doi.org/10.3390/su13126727>
- Paterlini, L., Garzon, B., Panire, G. & Villarrubia, V. (2018). Experiencias y alternativas para la concienciación acústica en el hábitat escolar en el Gran San Miguel de Tucumán, Argentina. XVI Congreso Argentino de Acústica. Buenos Aires.
- Pawar, P., Shirgaonkar, S. & Patil, R. (2016). Plastic marine debris: Sources, distribution and impacts on coastal and ocean biodiversity. *PENCIL Publication of Biological Sciences* 3(1): 40-54
- Paz, B. (2017). El Aprendizaje-Servicio, ¿una metodología a considerar en la formación universitaria en Fisioterapia?. *Fisioterapia*, 39 (6): 227- 228
- Paz, L. S., Avendaño, W. R., & Parada-Trujillo, A. E. (2014). Desarrollo conceptual de la educación ambiental en el contexto colombiano. *Luna Azul*, (39), 250-270.
- Pegalajar, M. & Camara, A. (2014). Aprendizaje-servicio: una propuesta pedagógica para la formación en competencias en educación superior. *Revista Educativa Hekademos*, 16: 83-90

- Pendleton, L., Hoegh-Guldberg, O., Albright, R., Kaup, A., Marshall, P., Marshall, N., Fletcher, S., Haraldsson, G., & Hansson, L. (2019). The Great Barrier Reef: vulnerabilities and solutions in the face of ocean acidification. *Regional Studies in Marine Science*, 31, [100729]. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100729>
- Pérez, N., Cleveland, M., Lleras, S., Cortes, N. & Cortes, E. (2019). Educación ambiental mediante la metodología aprendizaje–servicio: percepción de adquisición de competencias e impacto en la comunidad. *Universidad y Sociedad*, 11(4), 154-162.
- Pierini, V., Mazzeo, N., Cazenave, M. & Semmartin, M. (2021). Waste generation and pro-environmental behaviors at household level: A citizen science study in Buenos Aires (Argentina). *Resources, Conservation & Recycling*, 170: 105560
- Pimienta, I., Barbón, O., Camaño, L., González, Y., & González, S. (2018). Efectividad de un taller para docentes de diseño de recursos didácticos en el mejoramiento de la calidad de las guías didácticas. *Educación Médica Superior*, 32(3), 80-93.
- Prakash S. (2017). Climate change and need of Biodiversity conservation: A review. *International Journal of Applied Research*. 3(12):554-557.
- Prakash, S. & Verma, A. K. (2022). Anthropogenic Activities and Biodiversity Threats. *International Journal of Biological Innovations, IJBI*, 4(1), 94-103.
- Prata, J.C., da Costa, J.P., Girão, A.V., Lopes, I., Duarte, A.C. & Rocha-Santos, T. (2019). Identifying a quick and efficient method of removing organic matter without damaging microplastic samples. *Sci. Total Environ.* 686, 131–139.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.456>.
- Presidencia de la República de Colombia. (agosto 2, 1979). Decreto 1875 de 1979. *Por el cual se dictan normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino y otras*

*disposiciones*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/decreto-1875-de-1979.pdf>

Presidencia de la República de Colombia. (agosto 3, 1994). Decreto 1743 de 1994. *Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los nivel de educación formal, y se fijan criterios para promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente*. DO. 41476. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1342748>

Puig, J. M., & Palos, J. (2006). Rasgos pedagógicos del aprendizaje–servicio. *Cuadernos de Pedagogía*, 357, 60–63.

Puig, J. M., Batlle, R., Bosch, C., & Palos, J. (2007). Aprendizaje servicio: educar para la ciudadanía. *Barcelona. Ministerio de Educación y Ciencia Centro de Investigación y Documentación Educativa–Cide*.

Quirós-Rodríguez, J., Nisperuza-Pérez, C. & Yepes-Escobar, J. (2021). Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar. *Gestión y Ambiente*, 24(1): 91615.

Rahman, A., Sarkar, A., Yadav., Achari, G. & Slobodnik, J. (2021). Potential human health risks due to environmental exposure to nano and microplastics and knowledge gaps: A scoping review. *Science of the Total Environment*. 757: 143872

Ram, B. (2021). *Impact of Human Activities on Natural Resources in Arid Western Rajasthan*. 39th INCA International Congress, Dehradun (India).

- Rangel-Buitrago, N., Garcia, A., Velez-Mendoza, A., Carvajal-Florian, A., Mojica-Martinez, L. & Neal, W. (2019). Where did this refuse come from? Marine anthropogenic litter on a remote island of the Colombian Caribbean Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 149: 110611
- Recuero, L. (2018). A preliminary assessment of the indicators for Sustainable Development Goal (SDG) 14 “Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development. *Marine Policy*, 98: 47-57
- Reguero, B.G., Storlazzi, C.D., Gibbs, Shope, J.B., Cole, A.D., Cumming, K.A., & Beck, M.W. (2021). The value of US coral reefs for flood risk reduction. *Nat Sustain* 4, 688–698. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00706-6>
- Reichert J, Schellenberg J, Schubert P, Wilke T. (2018). Responses of reef building corals to microplastic exposure. *Environ Pollut*. 237: 955-960. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.006.
- Reichert, J., Arnold, A. L., Hoogenboom, M. O., Schubert, P., & Wilke, T. (2019). Impacts of microplastics on growth and health of hermatypic corals are species-specific. *Environmental Pollution*, 254, 113074. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113074>
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental: una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. *XII Coloquio internacional de Geocrítica*, 16.
- Rentería, Y.S. (2008). Estrategias de educación ambiental de institutos descentralizados en el sistema educativo colombiano en Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 26(1), 78-89.
- Restrepo, J., Park, E., Aquino, S. & Latrubesse, E. (2016). Coral reefs chronically exposed to river sediment plumes in the southwestern Caribbean: Rosario Islands, Colombia. *Science of the Total Environment*, 553, 316–329

- Ritch, E., Brennan, C. & MacLeod, C. (2009). Plastic bag politics: modifying consumer behavior for sustainable development. *International Journal of Consumer Studies*, 23: 168-174
- RMC-Research Corporation. (2008). Standards and Indicators for Effective Service-Learning Practice. Scotts Valley, CA: National Service-Learning Clearinghouse.  
[www.servicelearning.org/instant\\_info/fact\\_sheets/k-12\\_facts/engagement/](http://www.servicelearning.org/instant_info/fact_sheets/k-12_facts/engagement/)
- Roberts, J. & Cairns, S. (2014). Cold-water corals in a changing ocean. *Environmental Sustainability*, 7: 118–126
- Rocha, R. J. M., Rodrigues, A. C. M., Campos, D., Cícero, L. H., Costa, A. P. L., Silva, D. A. M. & Patrício-Silva, A. L. (2020). Do microplastics affect the zoanthid *Zoanthus sociatus*? *Science of the Total Environment*, 713, 136659.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136659>
- Rochman, C., Brookson, C., Bikker, J., Djuric, N., Earn, A., Bucci, K., Athey, S., Huntington, A., McIwraith, H., Munno, K., De Frond, H., Kolomijeca, A., Erdle, L., Grbic, J., Bayoumi, M., Borelle, S., Wu, T., Santoro, S., Webowski, L., Zhum X., Giles, R., Hamilton, B., Thaysen, C., Kaura, A., Klasios, N., Ead, L., Kim, J., Sherlock, C., Ho, A. & Hunga, C. (2019). Rethinking Microplastics as a Diverse Contaminant Suite. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38 (4), 703–711.
- Rochman, CM. (2015). *The complex mixture, fate and toxicity of chemicals associated with plastic debris in the marine environment*. En Bergmann M, Gutow L, Klages M, eds, *Marine Anthropogenic Litter*. Springer
- Rodríguez, A. E., & Ramos, M. I. C. (2008). Educación Ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación. *Revista Iberoamericana de educación*, 46(2), 1-11.

- Rodríguez, I., González, R., Morales, G., Azpeleta, C., Monreal, D., Fernández, R., Fernández-Santander, A., Palau, L., Rodríguez-Learte, A. I., Romero-Lorca, A., Santos, P., Sánchez, A., & Gal-Iglesias, B. (2017). El aprendizaje a través del juego como herramienta en el diseño de actividades de valor añadido en un currículo integrador de Ciencias Biomédicas Básicas. *Revista de La Fundación Educación Médica*, 20(1), 23.
- Rodríguez, S. (2011). Residuos Sólidos en Colombia: Su manejo es un compromiso de todos *L'esprit Ingénieux* 2, 2 (1), Recuperado a partir de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/117>
- Rodríguez-Gallego, M. (2013). El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25 (1): 95-113
- Rodríguez-Miranda R., Palomo-Cordero L., Padilla-Mora M., Corrales-Vargas A. & Wendel de Joode B. (2022). Aprendizaje a través de estrategias lúdicas: una herramienta para la Educación Ambiental. *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)*, 56(1): 209-228
- Rodríguez-Miranda, R., Palomo-Cordero, L., Padilla-Mora, M., Corrales-Vargas, A., & Van Wendel de Joode, B. (2022). Aprendizaje a través de estrategias lúdicas: una herramienta para la Educación Ambiental. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 209-228.
- Rogers, C. (2019). Immediate Effects of Hurricanes on a Diverse Coral/Mangrove Ecosystem in the U.S. Virgin Islands and the Potential for Recovery. *Diversity*, 11, 130; doi:10.3390/d11080130
- Rojo-Nieto, E. & Montoto, T., (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Ecologistas en Acción, Madrid.

- Roldán, V., Villanueva, J. & Álvarez, C. (2012). *Aprendizaje-servicio en lengua extranjera. Reflecting in english to aid community transformation: proyecto react*. II Jornada de Investigadores sobre Aprendizaje-Servicio.
- Romero, A. & Teran, M. (2017). Gestión E Innovación Del Turismo En El Caribe Colombiano. *Rev. Turismo y Sociedad*, 11: 87-106
- Romero, M. H. (2015). Educación ambiental hoy: crisis ambiental y de valores sociales. El papel de la educación social. *Revista de estudios socioeducativos*, (3), 194-213.
- Roque, M. (2001). La educación ambiental: Acerca de sus fundamentos teóricos y metodológicos. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 1(1).
- Roque, M. (2001). La educación ambiental: Acerca de sus fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, 1 (1): 1-12
- Rotjan, R. D., Sharp, K. H., Gauthier, A. E., Yelton, R., Baron Lopez, E. M., Carilli, J. & Urban-Rich, J. (2019). Patterns, dynamics and consequences of microplastic ingestion by the temperate coral, *Astrangia poculata*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1905), 1–9. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0726>
- Rowe, L., Kubalewski, M., Clark, R., Statza, E., Goyne, T., Leach, K. & Peller. (2019). Detecting Microplastics in Soil and Sediment in an Undergraduate Environmental Chemistry Laboratory Experiment That Promotes Skill Building and Encourages Environmental Awareness. *Journal of Chemical Education*, 96: 323–328
- Ruiz–Agudelo, C. A., Sánchez Pérez, G., Sáenz, J. E., & Higuera Cárdenas, L. A. (2019). Biodiversity and growth in Colombia, 1995–2015: an approach from the environmental kuznets hypothesis. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 8(1), 17-31.

- Ruiz-Corbella, M. & García-Gutiérrez, J. (2020). Aprendizaje-Servicio en escenarios digitales de aprendizaje: propuesta innovadora en la educación superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 183-198.  
<https://doi.org/10.5944/ried.23.1.24391>
- Salamanca, A. (2018). Educación ambiental a partir de la comprensión del ecosistema, una estrategia de aula. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Sánchez, J. & Bolaños, Y. (2019). El aprendizaje-servicio como aporte a la formación profesional: un análisis de caso a partir de la metodología Quinta Dimensión. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 37(3): 489-504
- Sánchez, P., Bustos, E. & Reyes, J. (2021). La educación ambiental: problemática de los plásticos de un solo uso en las instituciones educativas. *Revista Boletín Redipe*, 10(4), 103-123.
- Sandoval-Díaz, J., Cuadra-Martínez, D., Orellana-Fonseca, C., & Sandoval-Obando, E. (2021). Diagnóstico comunitario ante desastres climáticos: Una experiencia de aprendizaje-servicio. *Alteridad*, 16(1), 23-37. <https://doi.org/10.17163/alt.v16n1.2021.02>
- Santacruz, A. (2018) La estrategia del debate en el fortalecimiento de la conciencia ambiental. *Investigación Valdizana*, 12 (4): 177-183
- Scherer C, Brennholt N, Reifferscheid G. & Wagner M. (2017). Feeding type and development drive the ingestion of microplastics by freshwater invertebrates. *Sci Rep* 7(1):17006.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-17191-7>
- Scherer C, Weber A, Stock F, Vurusic S, Egerci H, Kochleus, C. & Reifferscheid, G. (2020). Comparative assessment of microplastics in water and sediment of a large European river. *SciTotal Environ* 738:139866. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139866>

- Scherer, C., Weber, A., Lambert, S. & Wagner, M. (2018) *Interactions of microplastics with freshwater biota*. Springer,
- Schirinzi, G. F. (2020). *Chemical and ecotoxicological assessment of microplastics and emerging risks in the coastal environments* *Chemical and ecotoxicological assessment of microplastics and emerging risks in the coastal (Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona)*, Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2445/165137>.
- Schnurr, R., Alboiu, V., Chaudhary, M., Corbett, R., Quanz, M., Sankar, L., Srain, H., Thavarajah, V., Xanthos, D. & Walker, T. (2018). Reducing marine pollution from single-use plastics (SUPs): A review. *Marine Pollution Bulletin*. 137: 157-171
- Sejian, V., Gaughan, J., Baumgard, L. & Prasad, C. (2015). *Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation*. Springer
- Sharifi, Z., Hossaini, S. & Renella, G. (2016). Risk assessment for sediment and stream water polluted by heavy metals released by a municipal solid waste composting plant. *Journal of Geochemical Exploration* 169: 202–210
- Sheppard, C. (2019). *World Seas: An Environmental Evaluation Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*. Elsevier
- Sicotte, D. & Seamon, J. (2020). Solving the Plastics Problem: Moving the U.S. from Recycling to Reduction, *Society & Natural Resources*, DOI: 10.1080/08941920.2020.1801922
- Simmel, G. (2008). *Pedagogía escolar*. Barcelona: Gedisa.
- SINEB. (11 de 08 de 2011). Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media. Recuperado el 2021 de 03 de 20, de <https://sineb.mineduacion.gov.co/bcol/app>
- Smith, T. & Smith, R. (2007). *Ecología*. Pearson education.
- Smith, T. & Smith, R. (2015). *Ecología*. Pearson education,

- Soares, J., Miguel, I., Venancio, C., Lopes, I. & Oliveira, M. (2021). Public views on plastic pollution: Knowledge, perceived impacts, and pro-environmental behaviors. *Journal of Hazardous Materials*, 412: 125227
- Sotelino-Losada, A., Calvo-Varela, D. & Rodríguez-Fernández, J. E. (2019). El aprendizaje-Servicio en educación primaria: una propuesta metodológica desde la Educación Física. *TRANCES: Revista de Transmisión Del Conocimiento Educativo y de La Salud*, 11(2), 325–346.
- Speck, B. & Hoppe, S. (2004). *Service-Learning: History, Theory, and Issues*. Praeger.
- Speight, M. & Henderson, P. (2010). *Marine Ecology: Concepts and Applications*. Wiley-Blackwell
- Sridharan, S., Kumar, M., Bolan, N., Singh, L., Kumar, S., Kumar, R. & You, S. (2021). Are microplastics destabilizing the global network of terrestrial and aquatic ecosystem services? *Environmental Research*, 198: 111243
- Sridharan, S., Kumar, M., Singh, L., Bolan, N. & Saha, M. (2021). Microplastics as an emerging source of particulate air pollution: A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 418: 126245
- Statsoft INC. (2004). *Statistica for Windows*. Tulsa, Statsoft Inc.
- Stiling, P. (2012). *Ecology : global insights & investigations*. McGraw-Hill
- Suárez, T. (2021). Programa “Dejando huellas verdes” para el fortalecimiento de la conciencia ambiental en el área de ciencia y tecnología en educación secundaria. [Tesis doctoral, Universidad Cesar Vallejo].

- Suárez, W. (2017). La Educación Ambiental A Través Del Diálogo De Saberes: Elementos De La Actividad Pesquera De La Comunidad Bonaverense. [Tesis de pregrado, Universidad del Valle]
- Summers, J., Smith, L., Case, J. & Linthurst, R. (2012). A Review of the Elements of Human Well-Being with an Emphasis on the Contribution of Ecosystem Services. *Ambio*, 41: 327-340
- Syberg, K., Khan, F., Selck, H., Palmqvist, A., Banta, G., Daley, J., Sano, L. & Duhaime, M. (2015). Microplastics: addressing ecological risk through lessons learned. *Environmental toxicology and chemistry*, 34(5), 945-953.
- Tan, F., Yang, H., Xu, X., Fang, Z., Xu, H., Shi, Q. & Li, H. (2020). Microplastic pollution around remote uninhabited coral reefs of Nansha Islands, South China Sea. *Science of the Total Environment*, 725, 138383. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138383>
- Tapia, M. N. (2008). *Aprendizaje y servicio solidario*. Buenos Aires: Ciudad Nueva.
- Techera, E. & Winter, G. (2019). *Marine extremes ocean safety, marine health and the blue economy*. Routledge
- Thompson, R., Moore, C., Vom Saal, F. & Swan, S., (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Science* 364: 2153-2166.
- Thompson, R., Olsen, Y., Mitchell, R., Davis, A., Rowland, S., John, A., McGonigle, D. & Russell, A. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic?. *Science*, 304 (5672), 838-838.
- Tobasura, I. (2009). Augusto Ángel Maya: aportes de Caldas al pensamiento y movimiento ambiental colombiano. *Luna Azul*, (28), 57-67.

- Topanotti, L., Frigeri, J., Florêncio, V., Ferreira, T., Oliveira, G., Belincanta, C. & Azevedo de Abreu, D. (2019). Environmental education for the nature conservation. *Environmental Science and Engineering*, 5(2), 161-164.
- Torres, E., & Guacarí, W. (2018). *Perfil y determinantes microeconómicos de la pobreza en Cartagena de Indias*. III Reunión RISE-SASE-Revista Atlántica de Economía. Cartagena.
- Traver-Martí, J., Moliner, O. & Sales, A. (2019). Negociando el currículum: Aprendizaje-Servicio en la escuela incluida. *Revista de Educación Alteridad*, 14 (2): 195- 206.
- Trujillo Vanegas, C. (2021). *Entramado vincular para la comprensión, construcción y cuidado de la vida* [Tesis doctoral, Universidad Surcolombiana].
- Tsai, F., Bui, T., Tseng, M., Kim, M. & Tan, R. (2021). Sustainable solid-waste management in coastal and marine tourism cities in Vietnam: A hierarchical-level approach. *Resources, Conservation & Recycling*, 168: 105266.
- Turner, M. G., Calder, W. J., Cumming, G. S., Hughes, T. P., Jentsch, A., LaDeau, S. L., ... & Carpenter, S. R. (2020). Climate change, ecosystems and abrupt change: science priorities. *Phil. Trans. R. Soc. B* 375: 20190105. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0105>
- Tyagi, S., Garg, N. & Paudel, R. (2014). Environmental Degradation: Causes and Consequences. *European Researcher*, 81 (8-2): 1491-1498
- UN- United Nations. (2020). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>
- UNEP-United Nations Environment Programme (2020). *Out of the blue: The value of seagrasses to the environment and to people*. UNEP, Nairobi.

- van Emmerik, T. & Schwarz, A. (2020) Plastic debris in rivers. *WIREs Water* 7:e1398
- Vanreusel, A., Fonseca, G., Danovaro, R., Da Silva, M.C., Esteves, A.M., Ferrero, T., Gad, G., Galtsova, V., Gambi, C., Da Fonsêca Genevois, V., Ingels, J., Ingole, B., Lampadariou, N., Merckx, B., Miljutin, D., Miljutina, M., Muthumbi, A., Netto, S., Portnova, D., Radziejewska, T., Raes, M., Tchesunov, A., Vanaverbeke, J., Van Gaever, S., Venekey, V., Bezerra, T.N., Flint, H., Copley, J., Pape, E., Zeppilli, D., Martinez, P.A. & Galeron, J. (2010). The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. *Marine Ecology*, 31: 6-20. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2009.00352.x>
- Vecina, M. L., Chacón, F., & Sueiro, M. J. (2009). Satisfacción en el voluntariado: estructura interna y relación con la permanencia en las organizaciones. *Psicothema*, 21(1), 67-89.
- Villamil, L. (2018). Propuesta didáctica de educación ambiental para el desarrollo de la conciencia y el conocimiento ambiental. [Tesis de Maestría, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas UDCAA].
- Viloria, J. (2006). *Ciudades portuarias del Caribe colombiano: propuestas para competir en una economía globalizada*. Cartagena: Banco de La República.
- Vived Conte, E., & Díaz Orgaz, M. (2022). Aprendizaje servicio: oportunidades y apoyos para la creación literaria (creatividad, cooperación pedagógica e inclusión).
- Ward, H. & Zlotkowski, E. (1999). *Acting locally: Concepts and Models for Service-Learning in Environmental Studies*. Stylus publishing.
- White, T., Bickley, P., Brown, C., Busch, D., Dutson, G., Freifeld, H., Krofta, D., Lawlor, S., Polhemus, D. & Rounds, R. (2021). Quantifying Threats to Biodiversity and Prioritizing Responses: An Example from Papua New Guinea. *Diversity*, 13 (248): 1- 19

- Wilczenski, F. & Coomey, F. (2007). *A Practical Guide to Service Learning: Strategies for Positive Development in Schools*. Springer.
- Williamson, F. A., Rollings, A. J., Fore, G. A., Angstmann, J. L., & Sorge, B. H. (2023). Building capacity for socio-ecological change through the campus farm: a mixed-methods study. *Environmental Education Research*, 29(2), 212-231.
- Willis, K., Serra-Gonçalves, C., Richardson, K., Schuyler, Q., Pedersen, H., Anderson, K., Stark, J., Vince, J., Hardsty, B., Wilcox, C., Nowak, B., Lavers, J., Semmns, J., Greeno, D., MacLeod, C., Frederiksen, N. & Puskic, P. (2021). Cleaner seas: reducing marine pollution. *Rev Fish Biol Fisheries*. DOI: 10.1007/s11160-021-09674-8
- Witmer, J. & Anderson, C. (1994). How to establish a High School Service learning program. ASCD.
- Xanthos, D. & Walker, T. (2017). International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review. *Marine Pollution Bulletin*, 118 (1-2): 17-26
- Xiong, X., Liu, X., Yu, I., Wang, L., Zhou, J, Sun, X., Rinklebe, J., Shaheen, S., Ok, Y., Zhang, L. & Tsang, D. (2019). Potentially toxic elements in solid waste streams: Fate and management approaches. *Environmental Pollution* 253: 680-707
- Yeung, S., Lam., L. & Fong, J. (2019). How Service-Learning Promotes Intergenerational Harmony: A Case Study Of a Service-Learning Project in a Science Course. *Metropolitan Universities*, 30 (3): 20- 35.
- Zambrano-Monserrate, M. & Ruano, M. (2020). Do you need a bag? Analyzing the consumption behavior of plastic bags of households in Ecuador. *Resources, Conservation & Recycling*, 152: 104489

- Zhang, J., Wang, L. & Kannan, K., (2020). Microplastics in house dust from 12 countries and associated human exposure. *Environ. Int.* 134, 105314 <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105314>.
- Zhou, Q., Tian, C. & Luo, Y. (2017). Various forms and deposition fluxes of microplastics identified in the coastal urban atmosphere. *Chin. Sci. Bull.* 62 (33), 3902–3909. <https://doi.org/10.1360/N972017-00956>.
- Zweifler (Zvifler), A., O’Leary, M., Morgan, K. & Browne, N.K. (2021). Turbid Coral Reefs: Past, Present and Future—A Review. *Diversity*, 13, 251. <https://doi.org/10.3390/d13060251>

## ANEXOS

### **Glosario**

A continuación, se presentan las definiciones de los conceptos principales de la investigación.

#### ***Océano***

Masa de agua salada que cubre el 71% de la superficie del planeta Tierra. Se divide en cuatro grandes zonas denominadas Océano Pacífico (el más grande y de mayor profundidad), el Atlántico, el Océano Índico y el Ártico el cual es el de menor tamaño y profundidad (Castro y Huber, 2016).

#### ***Mar***

Masa de agua salada menos profunda y de menor tamaño que los océanos. Pueden ser cerrados y semicerrados (conectados con otros océanos). Entre los más grandes se encuentran el Mar Mediterráneo, Mar Caribe, Mar Báltico, Mar Ártico y Mar Negro y, entre los más pequeños destacan el Mar del Norte, Mar de Bering y Mar del Japón (Castro y Huber, 2007; 2016).

#### ***Ecosistema***

Una o más comunidades de diferentes especies (desde microorganismos hasta grandes vertebrados) y sus condiciones ambientales físicas y no vivas (Smith y Smith, 2007; Castro y Húber, 2016)

### ***Ecosistema Marino***

Una o más comunidades y sus condiciones físicas y abióticas en el ambiente marino. Se clasifican en (1) ecosistemas de plataforma continental como arrecifes de corales, praderas de pastos marinos, manglares, litoral rocoso consolidado, litoral arenoso (playas), acantilados, fondos blandos o sedimentarios y (2) ecosistemas oceánicos como chimeneas hidrotermales, corales de profundidad, corales mesofóticos, pelágicos (columna de agua) y fondos sedimentarios (Castro y Húber, 2016).

### ***Contaminación***

Puede ser ampliamente definida como la introducción de energía o sustancias de origen natural o antropogénico al ambiente por los humanos y que puede tener efectos negativos sobre los seres vivos y ambientes naturales (UNEP, 1982 En Willis et al., 2021).

### ***Contaminación Marina***

Energía o sustancias de origen natural o derivado de los humanos que pueden ingresar al ambiente marino por una multitud de fuentes, causando efectos negativos sobre los seres vivos (Willis et al., 2021).

### ***Plásticos***

Son partículas de polímeros derivadas de hidrocarburos cuya composición química consta principalmente de enlaces de carbono, provocando que su degradación pueda requerir más de 100 años. Plásticos como el tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP), polietileno (PE), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC) y poliuretano (PUR) comprenden el 79% del uso total de plástico en el mundo (Ccallo et al., 2020).

### ***Microplásticos***

Pequeñas partículas denominadas indistintamente microplásticos, cuyo rango de tamaño se encuentra entre 1 y 5 milímetros. Estas partículas son consideradas cosmopolitas y, además, se han identificado en todos los ambientes como aire, agua, tierra y mar (Mendenhall, 2018; Bank, 2022).

### ***Aprendizaje***

Es el resultado gradual de la implicación activa del que aprende en la construcción de nuevos significados y que esta construcción se produce cuando el aprendizaje es significativo, tiene sentido, responde a la propia motivación y se apoya en los conocimientos y experiencias previos. También se trata de desarrollar una habilidad, un conocimiento procesual y no solo de apropiarse de unos conocimientos declarativos (Fernández, 2017).

### ***Servicio***

Es el compromiso de estudiantes en actividades centradas principalmente en el servicio que se ofrece, al igual que en los beneficios que las actividades de servicio tienen en los destinatarios, por ejemplo, implican altruismo y caridad y, por lo general, pueden durar entre un semestre o un año en las cuales los estudiantes se dedican a una causa que cubre las necesidades de una necesidad local. Esto último es lo que diferencia al servicio del voluntariado (Furco, 2011)

**Aprendizaje Servicio (ApS).** Método pedagógico basado en la experiencia que articula los contenidos y objetivos curriculares que trabajan los estudiantes mientras prestan un servicio significativo a la comunidad. Por lo anterior, este método implica una participación activa de los estudiantes en distintos momentos del proceso, planteando un escenario formativo de primer orden que invita al alumnado a aplicar y consolidar en contextos reales las competencias adquiridas en su proceso formativo (Paz, 2017; Chiva-Bartoll et al., 2017)

### ***Educación***

Es un proceso humano y cultural complejo. Para establecer su propósito y su definición es necesario considerar la condición y naturaleza del hombre y de la cultura en su conjunto, en su totalidad, para lo cual cada particularidad tiene sentido por su vinculación e interdependencia con las demás y con el conjunto (León, 2007).

### ***Ambiente***

Sistema dinámico definido por las interacciones físicas, biológicas, sociales y culturales, percibidas o no entre los seres humanos y los demás seres vivientes y todos los elementos del medio en el cual se desenvuelven, bien sean estos elementos de carácter natural o antropogénico (MEN y MAVDT, 2003).

### ***Educación Ambiental***

Proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, con base en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para que, a partir de la apropiación de la realidad concreta, se puedan generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente. Asimismo, la

EA se entiende como un proyecto de transformación del sistema educativo, del quehacer pedagógico en general, de la construcción del conocimiento y de la información de individuos y colectivos (MEN y MAVDT, 2003).

### ***Actitud***

Es un mecanismo con el que las personas sientan su posición ante algo, como una tendencia, como una predisposición mental o física o bien como una respuesta de carácter evaluador y relativamente estable (Esteban y Amador, 2018). Asimismo, puede considerarse como el espacio mental construido que subsiste entre las percepciones captadas del ámbito socioambiental en que permanece una persona y las posibles reacciones verbales o no verbales que puedan emanar de éste (Cantú-Martínez, 2020a).

### ***Actitudes Proambientales***

Sentimientos favorables que se refieren a los sentimientos favorables o desfavorables que se tienen hacia alguna característica del ambiente físico o hacia un problema relacionado con él. En este sentido, se considera que los comportamientos proambientales o las intenciones comportamentales indican disposiciones a actuar de forma determinada respecto al objeto de la actitud, o sea, el medio ambiente (Hernández y Hidalgo, 2010 En Galli et al., 2013).