

La educación ambiental

Propuesta formativa para la implementación en escenarios educativos

Alexandra María Silva Monsalve
Editora académica



**La educación
ambiental. Propuesta
formativa para la
implementación en
escenarios educativos**

La educación ambiental. Propuesta formativa para la implementación en escenarios educativos

Alexandra María Silva Monsalve

EDITORIA ACADÉMICA



Queremos agradecer al Instituto Politécnico de Bucaramanga (Santander, Colombia), especialmente a la docente Ana Lucía Santiago Vergel, encargada del curso de Informática y Tecnologías, por su tiempo y buena disposición y por permitir que se realizara la intervención con los estudiantes.

García, Paulo Germán.

La educación ambiental. Propuesta formativa para la implementación en escenarios educativos / Paulo Germán García [y otros tres autores]; editora académica, Alexandra María Silva Monsalve, Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2023.

124 páginas; ilustraciones, gráficos y tablas

Incluye referencias bibliográficas (páginas 107-118). Índice de autores y onomástico

ISBN: 978-958-782-611-1

E-ISBN: 978-958-782-612-8

1. Educación ambiental 2. Cultura ambiental 3. Institución Educativa 4. Medio Ambiente 5. Pedagógicas 6. políticas medioambientales I. Universidad Santo Tomás (Colombia).

CDD 372.357

CO-BoUST



© Paulo Germán García, Alexandra María Silva Monsalve, Gabriela Bohórquez Ramírez, Marco Alejo Sandoval Serrano, autores, 2023

© Alexandra María Silva Monsalve, editora académica, 2023

© Universidad Santo Tomás, 2023

Ediciones USTA

Bogotá, D.C., Colombia

Carrera 9 n.º 51-11

Teléfono: (+571) 587 8797, ext. 2991

editorial@usta.edu.co

<http://ediciones.usta.edu.co>

Corrección de estilo: Carolina Patiño Cuéllar

Diagramación y montaje de cubierta: Martha Cadena

Hecho el depósito que establece la ley

ISBN: 978-958-782-611-1

E-ISBN: 978-958-782-612-8

Primera edición, julio de 2023

Esta obra tiene una versión de acceso abierto disponible en el Repositorio Institucional de la Universidad Santo Tomás: <https://doi.org/10.15332/li.lib.2022.00359>

Universidad Santo Tomás

Vigilada MinEducación

Reconocimiento personería jurídica: Resolución 3645 del 6 de agosto de 1965, MinJusticia
Acreditación Institucional de Alta Calidad Multicampus: Resolución 014525 del 28 de julio de 2022, 8 años, MinEducación

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización expresa del titular de los derechos.

Contenido

PRÓLOGO	11
SERGIO BANDERAS	
INTRODUCCIÓN	13
MARCO CONCEPTUAL	15
Mapa mental de la unidad	15
Trabajos previos utilizando aplicaciones	16
Concientización de la problemática ambiental	18
COVID-19 y consecuencias ambientales	22
Problemáticas que amenazan el medio ambiente	24
Cambio climático	24
Calentamiento global	24
Oscurcimiento global	26
Efectos de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria	27
Residuos sólidos	35
Estrategias pedagógicas, didácticas y tecnológicas del cuidado ambiental	37
Antecedentes de la educación ambiental (EA)	37
Normatividad y políticas medioambientales en Colombia	40
Definiciones de Educación Ambiental	41
Cuidado de la Casa Común	43
Estrategias pedagógicas y didácticas	44
La implementación del juego, como estrategia didáctica, lleva a la construcción del conocimiento, en un proceso autoformativo y colaborativo	45
Estrategias tecnológicas	47
Presentación de la aplicación móvil (APP)	60
Manejo de residuos sólidos	62
Aplicaciones móviles como herramientas para la adquisición de conocimiento	64
A modo de cierre	67

METODOLOGÍA Y RESULTADOS	69
Desarrollo metodológico	69
Población, técnicas e instrumentos	70
Resultados	70
A modo de cierre	86
PROPUESTA FORMATIVA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CULTURA AMBIENTAL EN ESCENARIOS FORMATIVOS	89
Propuesta formativa para la implementación de una cultura ambiental	89
Descripción diseño de la aplicación móvil (APP)	90
Desarrollo y definición de la APP	91
Presentación e implementación de la APP	94
Componentes pedagógicos y didácticos	96
A modo de cierre	96
CONCLUSIONES	99
ANEXO. ENCUESTA DE CONOCIMIENTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	105
REFERENCIAS	107
SOBRE LOS AUTORES	119
ÍNDICE ONOMÁSTICO	121

Lista de figuras

Figura 1. Mapa mental de la unidad	15
Figura 2. Residuos que se tiran a la basura en América Latina	20
Figura 3. Erradicación y procesamiento de residuos en América Latina y el Caribe	20
Figura 4. Proceso de disposición de los residuos sólidos	37
Figura 5. Estrategias para la educación ambiental (EA)	44
Figura 6. Secador solar con opción de fabricación casera	59
Figura 7. Estrategias para mitigar el impacto de la crisis ambiental	71
Figura 8. Efecto negativo de las actividades humanas con el medio ambiente	75
Figura 9. Conocimiento de los beneficios de las plantas en el medio ambiente	76
Figura 10. Nube de palabras frente a la pregunta “¿para usted qué es el reciclaje?”	78
Figura 11. Beneficios que se generan en el entorno con los procesos de reciclaje	82
Figura 12. Tipos de residuos que son desechados con mayor frecuencia	83
Figura 13. Productos que se consideran más difíciles para reciclar	84
Figura 14. Conocimiento de la existencia de material clasificado como peligroso en su proceso de reciclaje	85
Figura 15. Gamification Model Canvas: Eco-educación	91
Figura 16. Menú de inicio/ingreso Eco-educación	94
Figura 17. Módulos Eco-educación	95

Lista de tablas

Tabla 1. Políticas relacionadas con la educación ambiental	39
Tabla 2. Corrientes de educación ambiental	42
Tabla 3. Plantas medicinales en beneficio del cuidado ambiental	56
Tabla 4. Estrategias que consideran son más beneficiosas para mitigar el impacto de la crisis ambiental a nivel mundial	70
Tabla 5. Conocimiento de la existencia de ecosistemas estratégicos en Colombia	72
Tabla 6. Efecto negativo de las actividades humanas en la estabilidad del medio ambiente	74
Tabla 7. Conocimiento de los beneficios de las plantas para el medio ambiente	75
Tabla 8. Definición de reciclaje según los encuestados	76
Tabla 9. Realiza procesos de reciclaje en su entorno	79
Tabla 10. Beneficios que se generan en el entorno con los procesos de reciclaje	79
Tabla 11. Respuestas descriptivas relacionadas con los beneficios del reciclaje	80
Tabla 12. Tipos de residuos que desechan con más frecuencia	83
Tabla 13. Productos que consideran más difíciles de reciclar	84
Tabla 14. Conocimiento de la existencia de material que es clasificado como peligroso para su proceso de reciclaje	85
Tabla 15. Conoce el proceso para reciclar material peligroso	86
Tabla 16. Requerimientos funcionales Eco-educación	93
Tabla 17. Requerimientos no funcionales Eco-educación	93

Prólogo

Nos encontramos inmersos en una revolución digital imparable, los avances en *hardware* y *software* van evolucionando con una rapidez tal que nos hacen predecir nuevas oportunidades y cambios significativos tanto en la industria digital como en la innovación social. Gracias a las posibilidades que se nos presentan con nuevas formas digitales, conseguiremos acercar de una forma más eficaz al aprendizaje de la educación ambiental.

Los videojuegos y las experiencias de realidad extendida se constituyen en una manera cada vez más utilizada para la interacción diaria de los jóvenes y no tardará mucho en que el metaverso sea parte de nuestro día a día como lo es hoy internet. Partiendo de esta realidad se pueden presentar opciones muy interesantes mediante aplicaciones gamificadas, con propósito de aprendizaje a través de videojuegos y experiencias de realidad virtual y aumentada. De esta forma se asegura que el estudiante adquiera los conocimientos de una forma más motivada, inmersiva y concentrada, con los consecuentes resultados de aprendizaje. En definitiva, se nos presenta un interesante escenario de aprendizaje que permitirá el acercarnos a nuevas metodologías educativas digitales, que ayuden a una mayor concienciación del respeto del medio que nos rodea.

En este sentido el presente libro es un aporte innovador en la educación, teniendo en cuenta que la tecnología se proyecta como una mediación entre estudiante, docente y conocimiento. Esta propuesta presenta una fundamentación conceptual que permite a los lectores

ubicarse en la problemática ambiental. También se realizó un estudio sobre las percepciones en el uso de tecnologías, insumo para la formulación de una propuesta formativa para el fortalecimiento de la cultura ambiental en las instituciones educativas.

Sergio Banderas

*Ingeniero en Informática por la Universidad de Málaga.
Docente de Formación Profesional de la Junta de Andalucía,
especialista en Programación y Desarrollo de Videojuegos.
Docente Colaborador Internacional de la
Universidad Santo Tomás de Colombia.*

Introducción

El libro *La educación ambiental: propuesta formativa para la implementación en escenarios educativos* hace parte de la investigación *Serious Games* para el fortalecimiento de la cultura ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos en Colombia, aprobada y ejecutada en la Convocatoria n.º 2022, financiada por la Universidad Santo Tomás (USTA). La investigación se realizó con un equipo de profesores investigadores y una egresada, adscritos a la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la DUAD, quienes actualmente hacen parte de los programas de Ingeniería en Informática, Administración Ambiental y Recursos Naturales y Ciencias Básicas.

Esta obra tiene como propósito principal la generación de una cultura ambiental por medio de diversas estrategias en los contextos educativos, atendiendo especialmente a la creación de una conciencia ambiental en las futuras generaciones, implementando tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como medio para los procesos formativos. El desarrollo expositivo del presente libro se orientó en cuatro unidades descritas en un marco referencial, metodología, resultados y la propuesta formativa para la implementación de una cultura ambiental en escenarios formativos; por último, las conclusiones.

En el marco referencial se conceptualiza la problemática de la crisis ambiental, se presentan algunas de los efectos, entre estas la contaminación ambiental, el calentamiento y oscurecimiento global, así como los riesgos a los que son expuestos los ecosistemas naturales por el accionar humano. Se hace una descripción de las tecnologías

que se presentan como alternativas en pro del cuidado del medio ambiente, las cuales se constituyen en estrategias que permitirán mitigar los efectos perjudiciales para el ambiente, se destacan el uso de tecnologías limpias y energías renovables. Asimismo, se revisan los conceptos de Educación Ambiental (EA) y las estrategias que permitirán el fortalecimiento de una cultura del cuidado del medio ambiente por medio de la EA. Se destaca en este apartado la incorporación del *cuidado de la casa común*, promulgada por el papa Francisco, quien reclama el cuidado del medio ambiente por parte del ser humano.

En un segundo apartado se presenta la metodología, el diseño y los instrumentos que se tuvieron en cuenta para abordar los propósitos del estudio; estos orientados en, primero, crear una conciencia ambiental informando al lector sobre los riegos y la crisis ambiental, y segundo, en proponer una estrategia pedagógica y didáctica de EA, abordando una de las problemáticas que afectan el medio ambiente, como lo es la no correcta disposición de todo tipo de residuos.

Se realizó la aplicación de una encuesta en temas de conocimiento ambiental, los resultados sirvieron como insumo para plantear la estrategia didáctica para el desarrollo de una aplicación móvil, la cual servirá como iniciativa para estimular conciencia ambiental a otros estudiantes. Finalmente, en el apartado de conclusiones se identifican las conclusiones que los autores presentan desde los dos propósitos que orientaron la construcción del presente libro.

Marco conceptual

Mapa mental de la unidad

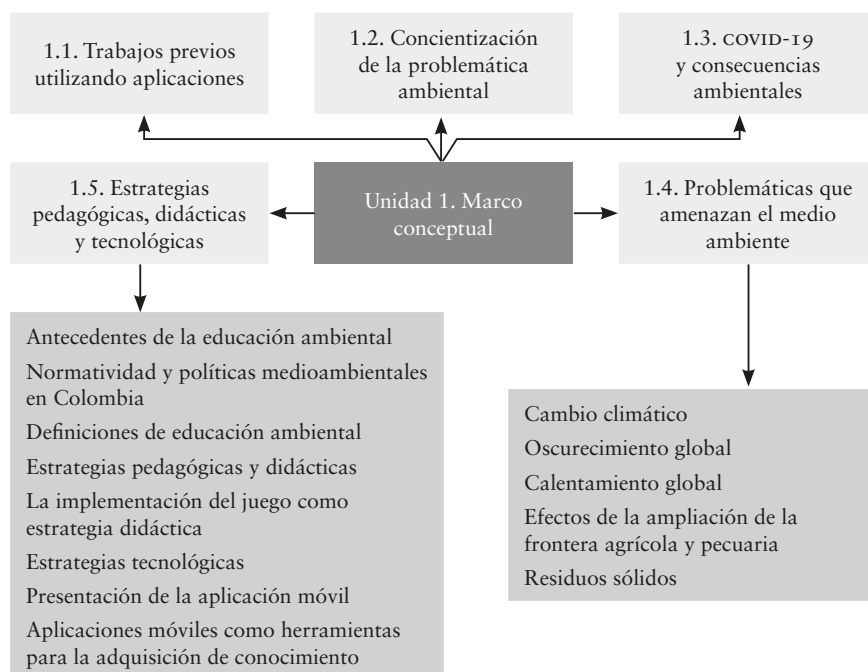


Figura 1. Mapa mental de la unidad

Fuente: elaboración propia.

Trabajos previos utilizando aplicaciones

Inicialmente en este apartado se presentan algunos trabajos relacionados con la implementación de la tecnología como mediadora en procesos de enseñanza y aprendizaje. Se detallan las investigaciones previas que se han llevado a cabo sobre el impacto y uso de aplicaciones móviles como herramientas para el fortalecimiento de la cultura ambiental, filtrando los resultados de los últimos ocho años (2014 a 2022). De acuerdo con la investigación, *App Grow Green: un instrumento para la innovación docente en la formación ambiental* (Tudorie et ál., 2020), se presenta una estrategia tecnológica innovadora que tiene la capacidad de alcanzar las metas educativas y ambientales propuestas, más allá de ser una simple herramienta de diversión. La propuesta presenta un componente gamificado que pretende promover el proceso de desarrollo de capacidades de los estudiantes. y añadir una característica diferencial a los planes de estudio de los maestros. De manera paralela el proyecto busca contribuir a la generación de conocimiento en temáticas tales como biodiversidad local (fauna y flora), sostenibilidad, y adicionalmente estrategias de construcción amigables con el medio ambiente, que tengan como base la preservación de la naturaleza.

Por otro lado, Cochero (2018) en *AppEAR*, una aplicación móvil de ciencia ciudadana para mapear la calidad de los hábitats acuáticos continentales, ratifica que en los últimos años la implementación de tecnologías ha sido de gran utilidad para complementar el proceso de seguimiento de la calidad ambiental que se realiza de forma tradicional. Por ello, esta investigación tiene como finalidad apoyar el proceso de mapeo de la situación de los ecosistemas acuáticos a través de una aplicación móvil, especialmente las costas y riberas, haciendo énfasis en la conciencia de los ciudadanos. De esta manera, la estrategia además de brindar a los usuarios materiales de aprendizaje didáctico relacionado con las características y fortalecimiento de la cultura de cuidado de los ecosistemas permite comprobar la calidad de preservación de ríos, arroyos, lagos desde un teléfono móvil mediante el uso de fotos y encuestas. Teniendo en cuenta los resultados del proceso de implementación, fue posible reconocer aquellos inconvenientes ecológicos que se producen con mayor frecuencia relacionados la presencia de desechos,

condición de la flora y la explotación de los suelos. A su vez, el proyecto destaca lo fundamental de tener en cuenta los límites en la utilización de los mecanismos digitales como herramienta complementaria del aprendizaje, que permita enriquecer los procesos de adquisición de conocimiento, y adicionalmente hace hincapié en la utilidad de la aplicación como una herramienta de recolección de datos que puede ser relevante a la hora de llevar a cabo proyectos investigativos.

Otro elemento a destacar se evidencia en el artículo “Material educativo gamificado para la enseñanza-aprendizaje de conceptos de ecología en estudiantes de educación media”, Ducuara et ál. (2020) afirman que la elaboración de cualquier componente que integre una estrategia gamificada, necesita de un proceso riguroso de planeación basado en factores como: los requerimientos de aprendizaje, disponibilidad de dispositivos tecnológicos y el modelo pedagógico en el que se enmarca la herramienta a elaborar. De esta manera, se propicia el desarrollo de capacidades de innovación y transformación digital superando las preocupaciones asociadas con el uso de nuevas tecnologías en el ámbito educativo. Como resultado en la investigación fue posible determinar que el grado de aceptación por parte de los estudiantes fue muy alto, lo que propicia la aplicación de entornos dinámicos que motiven el proceso de aprendizaje relacionado con el cuidado ambiental, y paralelamente, teniendo como prioridad un proceso propicio de identificación de los requerimientos de currículo y pedagógicos, con el propósito de lograr que la aplicación de cualquier estrategia gamificada mediada por tecnología tenga éxito.

Así mismo, Castillo Ruiz y Castro Calderón (2021) en su tesis “Desarrollo de la aplicación móvil *Soy eco* para orientar al usuario en la gestión integral de los residuos sólidos” presentan como objeto de estudio la falta de conocimiento en cuanto al manejo seguro de residuos sólidos. Por lo cual, se pretende abordar una posible solución educativa para los ciudadanos, permeada por un componente tecnológico como las aplicaciones móviles que son de uso diario. Luego de llevar a cabo una valoración acerca de las temáticas a incluir, se tomaron en cuenta aspectos principales como: normatividad, clasificación de residuos, reciclaje y educación ambiental. De igual manera, a partir de la implementación fue posible concluir que la propuesta brinda

un entorno propicio de conocimiento ambiental, donde el usuario es el encargado de gestionar su proceso de aprendizaje adquiriendo conocimientos asociados con la recolección, procedencia y gestión de los residuos sólidos, a través de entornos didácticos que le presenten al usuario opciones para reusar este tipo de residuos. A partir de esto, se logró obtener un alto grado de satisfacción sobre la utilización y funcionalidad de la aplicación, lo que permitió concluir que tiene un funcionamiento propicio y cumple con cada una de las características previstas.

Finalmente, en la investigación “Aprendizaje Basado en Retos en una aplicación móvil desarrollada a partir de saberes y prácticas en sostenibilidad ambiental de la Comunidad Educativa del Colegio Nicolás Buenaventura” desarrollada por González Delgadillo (2021) se sostiene que durante estos últimos años se han presentado entornos digitales heterogéneos que permiten dar respuesta a la necesidad de comunicación y los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro de espacios virtuales mediante la web. González destaca que las aplicaciones móviles aparecen como alternativas o complementos para incrementar la calidad en el proceso de adquisición de conocimiento. Siendo así, esta propuesta lleva a cabo una *app* móvil integrada con elementos pedagógicos orientados hacia el aprendizaje basado en retos, en la temática de buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental, energías renovables y gestión de residuos sólidos. De esta manera, el proyecto busca alcanzar como meta que los estudiantes tengan acceso a recursos de aprendizajes dinámicos e innovadores que contribuyan al enriquecimiento de su proceso de adquisición de conocimiento, integrando nuevas tecnologías como las aplicaciones móviles, donde el estudiante se sienta motivado a ser un participante activo durante su proceso de aprendizaje, en este caso, fortaleciendo su conciencia ambiental y la importancia de las prácticas sostenibles.

Concientización de la problemática ambiental

La biodiversidad en los diferentes territorios a nivel mundial es abundante, se cuenta con biomas y especies que habitan la tierra. No obstante, la supervivencia de la fauna y flora de nuestro planeta se encuentra

en riesgo, la fuente inacabable de recursos se está agotando. Las actividades de extracción minera provocan alteraciones diversas en suelo y agua, afectando la flora y fauna debido a la contaminación por sedimentos o por partículas en suspensión (Castells y Bordas, 2012).

El cóndor, figura emblemática de Colombia y símbolo nacional hace parte del grupo de especies en peligro de extinción inminente (*El Tiempo*, 2021). De igual manera ocurre con las 356 especies de fauna colombiana que se encuentran en peligro de extinción, como el armadillo gigante y el oso perezoso. La destrucción de 90 000 hectáreas de bosques naturales reduce el hábitat para las especies, la comercialización ilegal, el aumento de la frontera agrícola y la caza indiscriminada provocan la reducción significativa de las especies en los ecosistemas colombianos.

La preservación de la fauna y flora son esenciales para promover y generar acciones en búsqueda de la protección al medio ambiente. Desde las instituciones educativas se efectúan algunas actividades para contribuir al cambio climático: 1) apagar las luces y equipos eléctricos que no se utilicen, 2) separar las basuras facilitando el reciclaje, 3) disminuir el consumo de agua, 4) llevar una bolsa reutilizable, desestimulando el uso del plástico. En este sentido, para promover el cuidado ambiental se busca promover la concientización y el accionar individual y colectivo para reducir algunas de las problemáticas ambientales. Por ejemplo, si se utilizan vasos desechables en el consumo de café, una persona utiliza más de 260 vasos desechables en un año, lo que se puede modificar con el uso de recipientes reutilizables no plásticos.

En Colombia por hogar se generan aproximadamente 4.5 kilos de basura diariamente; y solo en Bogotá se generan 7500 toneladas de residuos al día. De esas toneladas de basura, solo se recicla el 16 %. Según Ríos (2021) en Bogotá menos del 16 % de las personas reciclan los residuos que desechan y de acuerdo al del Banco Mundial (2019), Latinoamérica requiere mayor compromiso en acciones para el reciclaje las cuales se deben promover a través de diferentes estrategias dado que en región solo reciclan el 4.5 %, mientras que a nivel mundial el promedio es de 13.5 %. En la figura 2 se presentan los residuos que son botados a la basura sin un proceso de reciclaje.

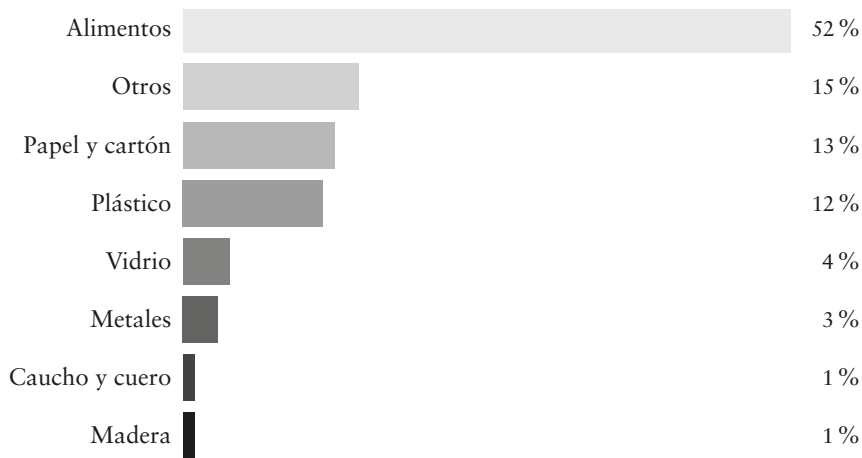


Figura 2. Residuos que se tiran a la basura en América Latina
Fuente: Banco Mundial (2019).

Por otra parte, se evidencia que la disposición de las basuras en América Latina no es la mejor, se realizan procesos que terminan por la generación de más contaminación, en la figura 3 se presentan a donde van a parar los desechos.

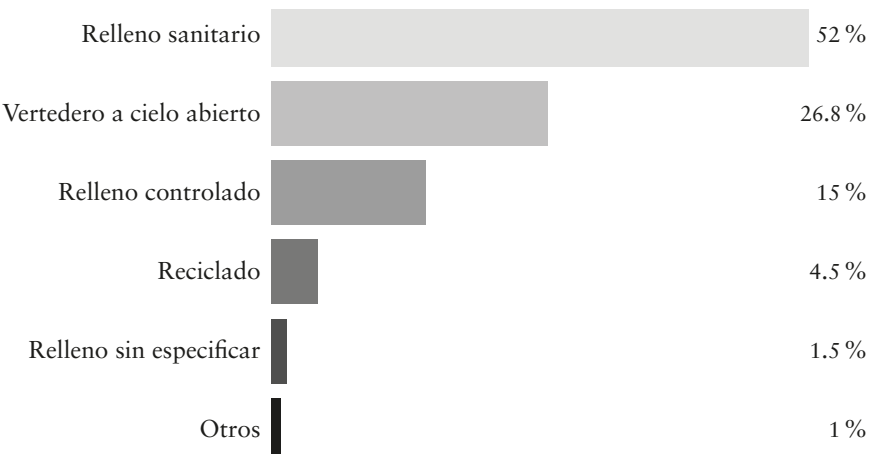


Figura 3. Erradicación y procesamiento de residuos en América Latina y el Caribe
Fuente: Banco Mundial (2019).

La sostenibilidad propone reducción, reutilización y reciclaje (las tres R) para disminuir la cantidad de residuos contaminantes y cuidar el medio ambiente. Se requiere disminuir o evitar el consumo de los productos que afectan el medio ambiente, entre estos se mencionan:

- Productos derivados del icopor y plástico; buscar alternativas ecológicas para reemplazar, por ejemplo, vasos elaborados con bambú.
- No comprar productos con obsolescencia percibida y planificada. No consumir productos procesados, tener una alimentación basada en vegetales y verduras.
- Desestimular la compra permanente de ropa de grandes cadenas de confección, debido a la contaminación ambiental que conllevan los procesos textiles en el agua y el suelo.

En la amazonia colombiana, existe gran desinterés y bajo nivel cognitivo en las problemáticas ambientales, en especial sobre afectaciones a fuentes hídricas (Marlés et ál., 2020). En el departamento de Santander esta la discusión sobre los intereses por extracción minera en paramo de Santurbán, lo cual puede comprometer recursos hídricos debido al uso de mercurio y cianuro, manejo de residuos, modificación de la topografía y paisajes ente otros.

Para Segura (2018), los humanos en gran parte consideran que tienen dominio sobre todos los seres vivos en el planeta, las especies necesitan de otras para la existencia y evolución. Cuando se afecta el medio ambiente se afectan también los ciclos naturales, se producen cambios en el clima, en las aguas y terrenos, lo cual afecta la producción de alimentos y extinción de algunas especies.

Junto a la riqueza ambiental se facilitan ecosistemas criminales (Álvarez y Rodríguez, 2018), pues los territorios con abundante recurso natural sufren por organizaciones ilegales que manejan tráfico de especies, corte ilegal de maderas, contaminación por usos de productos químicos. Estos grupos pueden ser percibidos como generadores de empleo y quienes participan pueden no ser conscientes de estar vinculados

a una actividad ilícita. El tráfico de flora y fauna es considerado la tercera actividad ilícita más lucrativa, primero está el narcotráfico y la trata de personas.

El tráfico de fauna es una de las causas de extinción de la vida silvestre. En Colombia, los animales son vendidos en almacenes y plazas de mercado. Se pueden pedir por catálogos y esperar para que lleguen al lugar acordado Robayo Bolívar (2020). Con la Ley 2153 de 2021, se buscó el fortalecimiento de un sistema para monitorear y prevenir el tráfico ilegal en la flora y fauna. Aun así, se decomisan cada año 18 000 especies, lo cual representa solo el 10 % de ilícitos. De igual manera, la deforestación y el comercio ilegal de maderas afectan la vida silvestre al coartar la movilidad y reducir espacio a los ecosistemas y sus condiciones. De otro lado, la Amazonía y el Pacífico son tierras fértiles para la naturaleza, pero también se presentan diversas actividades ilegales. En la ruralidad los habitantes incursionan de forma ingenua, debiendo enfrentar acciones legales, que se habrían podido evitar con el fortalecimiento en comunidad; por ejemplo, la extracción de maderas de los bosques mediante prácticas sostenibles. Para el año 2019 se presentaron en Colombia en promedio un incendio forestal cada 3 horas, y aunque en los dos últimos años la cifra se reduce a un incendio forestal cada 5 horas, esto no es despreciable, dado que en un año tener 1779 incendios forestales, afecta el desarrollo de maderas, incrementa el efecto invernadero, destruye la vida y el hábitat de la fauna silvestre y perturba la economía local.

COVID-19 y consecuencias ambientales

En el año 2020 el COVID-19 trajo reducción en las partículas contaminantes del aire hasta de un 85 % para las ciudades, pero también se identificó que las personas con mayor grado de vulnerabilidad estaban ubicadas en sectores con mayor densidad poblacional, lo que les generaba mayor riesgo de exposición. Adicionalmente, a causa de la disminución de ganancias e inconvenientes de distribución de gas, en la ruralidad se vieron obligados a retornar al uso de la leña, aumentando riesgos asociados al COVID-19 (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2020). La pandemia trajo unas limitaciones

a la movilidad con implicaciones en la reducción de monitoreos, lo cual pudo llevar a un aumento de la deforestación la tala de bosques y aumento de incendios (Amador-Jiménez et ál., 2020).

Millones de mascarillas fueron a parar y siguen cayendo en vertederos y océanos. Las mascarillas están compuestas en un 50 % por plástico no biodegradable, los plásticos tardan entre 100 y 1000 años en descomponerse. Con la pandemia se aumentaron otros residuos de un solo uso como son guantes, batas desechables, botellas con desinfectantes, empaques de alimentos o de comidas a domicilio. Según Perfil (2020) los desechos médicos aumentaron de forma significativa, por ejemplo, en Wuhan (China), se pasó de producir 50 toneladas a 200 toneladas por cada día durante la pandemia. En Estados Unidos y otros países se presentó que grandes ciudades detuvieron programas de reciclaje ante la preocupación de propagación del virus (Corkery, 2019; Parra, 2020). Algunas empresas que antes del COVID-19, se encargaban de incentivar a los consumidores a reutilizar bolsas, dejaron de hacerlo ante el temor de los contagios. Ante una posible crisis, es más probable que empresas y personas se preocupen más por su salud y su situación económica que por el cambio climático y efectos de contaminación ambiental a largo plazo.

Se estima que 75 % de todas las enfermedades infecciosas humanas nuevas y emergentes se transmiten entre especies animales y 60 % de las infecciones humanas son de origen animal. Por ello (López, 2021) invita a reflexionar sobre la conectividad entre las sociedades, las ciudades, y la vida silvestre, analizar hasta qué punto se están sobrepasando fronteras con comercio no regulado de animales silvestres y consumos de carne y cacería de los mismos, sumado a prácticas no saludables que facilitan la transmisión de patógenos.

El COVID-19 ha dejado aprendizajes como el comprender las necesidades de formación de las futuras generaciones, aprendiendo del pasado, realizando acciones de forma coordinada y responsable. Asimismo, se valora la solidaridad y la responsabilidad individual. La pandemia permitió espacios para pensar las relaciones con el medio ambiente. Durante el confinamiento se suspendió el turismo ecológico, afectando ingresos o incentivos para la protección de algunos lugares. No obstante, el COVID-19 dejó un interés por el turismo rural y por vivir

en espacios de mayor presencia vegetal reconstruyendo una relación con la naturaleza y reforzando con algunas de las medidas como el confinamiento y el distanciamiento social (Amenós, 2020).

Problemáticas que amenazan el medio ambiente

En el siguiente apartado se describen algunas de las problemáticas que actualmente se afectan el medio ambiente, se precisa en estas porque son las que mayores disturbios causan al medio ambiente, entre estas se tienen: cambio climático, calentamiento global, oscurecimiento global y efectos de la aplicación de la frontera agrícola y pecuaria.

Cambio climático

Este se relaciona al cambio global del clima, atribuido en la actualidad principalmente por causas humanas pero también puede ocurrir por de forma natural; dentro de las principales causas está el uso masivo de combustibles fósiles, las pérdidas de cobertura vegetales principalmente los bosques y actividades económicas de tipo industrial, agropecuario y de transporte, siendo una de sus principales consecuencias un incremento de la temperatura atmosférica promedio por efecto de la luz del sol (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018).

Calentamiento global

Uno de los principales elementos asociados al cambio climático está relacionado al calentamiento global, el cual se relaciona con el efecto invernadero en la atmósfera, que de una parte es de origen natural y necesario para sustentar la vida sobre la tierra; pero de otra parte puede asociarse a actividades antrópicas que generan cantidades relevantes de CO₂ como de otros gases, constituyendo los gases variables de la atmósfera. Este fenómeno tiende a incrementarse desde hace varias décadas principalmente por las actividades humanas relacionadas con emisiones de gases de invernadero, siendo el principal el CO₂; sin embargo, la emisión de CO₂ se produce de forma natural mediante factores abióticos relacionados con la respiración de los seres vivos (aerobios) y por factores abióticos en las erupciones volcánicas, incendios forestales no provocados entre otros (IPCC, 2014).

Otros gas ligado al efecto invernadero y al calentamiento global es el metano (CH_4), cuya mayor proporción en la atmósfera es producto de actividades económicas, producción pecuaria como la ganadería, avicultura, porcicultura entre otras; en menor proporción, este gas puede originarse de forma natural a partir de la degradación de los organismos muertos y en aguas de tipo léntico como los pantanos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] et ál., 2017). Como ya se mencionó, el incremento de la concentración del dióxido de carbono como de otros gases relacionados con el efecto invernadero, se atribuye de forma directa al incremento de emisión de estos. Estos gases almacenan la energía calorífica, lo que genera un incremento del promedio de la temperatura circundante, fenómeno que se desarrolla de forma global siendo origen de los cambios climáticos que afectan los ecosistemas, aun si no son afectados directamente por el hombre (IDEAM et ál., 2016).

El incremento en la concentración de CO_2 está directamente relacionado con la emisión desahorada de gases derivados por la quema de combustibles fósiles, producidos fundamentalmente por actividades industriales y por la combustión interna de los automotores (IDEAM et ál., 2017). Siendo una opción la implementación de tecnologías limpias, como el uso del hidrógeno como combustible, el cual promete una significativa reducción de emisiones que puedan afectar la atmósfera. El hidrógeno (H^+) es primer elemento de la tabla periódica siendo el más común y ligero en el universo, es fuente de combustible natural del sol y otras que por procesos de fusión nuclear se libera energía (IPCC, 2014).

Los incrementos en los niveles de CO_2 y de óxidos de nitrógeno emitidos a la atmósfera, coinciden con la aparición e incremento de las actividades relacionadas con la industrialización desde la segunda parte del siglo XX. Como se mencionó anteriormente el CH_4 se incrementa en relación con actividades antropogénicas (que se suman a las demás emisiones), estos fenómenos junto las pérdidas de coberturas vegetales han disminuido la cantidad de carbono fijado en las plantas especialmente de tipo arbustivo, que al ser liberado por quemadas descontroladas se suman de forma indirecta al aumento del efecto de invernadero. Por otra parte, el exceso de CO_2 en la atmósfera se relaciona también

con la acidificación de los océanos, disminuyendo las comunidades de fitoplancton (IDEAM et ál., 2016).

Los gases relacionados con el efecto invernadero pueden dar paso a la luz solar, pero atrapan una parte del calor, que en condiciones normales sería devuelto al espacio. En el periodo previo a la revolución industrial se estimaba un nivel de 280 ppm de gas metano, gradualmente este valor incrementó acercándose a valores de 300 ppm. Actualmente las estimaciones de este gas rondan los 350 ppm con aparente tendencia a aumentar (IDEAM et ál., 2017). Otros gases como los clorofluorocarbonos (CFC), han sido mencionados por su uso en los sistemas de refrigeración y por contribuir con la degradación del ozono (O_3), siendo gases que también contribuyen al efecto invernadero. Otro gas relacionado con el fenómeno ya mencionado es el óxido nitroso, que al ser liberado junto con el metano (CH_4) aumenta por encima de sus valores naturales el efecto invernadero; en algunos casos por acciones propias del hombre, como el uso de combustibles y quemas de vegetación, este tipo de gases son liberados a la atmósfera. Otra fuente de emisión del óxido de nitrógeno es el uso indiscriminado de fertilizantes, desde las actividades agrícolas el cultivo de arroz genera aportes importantes (IDEAM et ál., 2016). En síntesis, los efectos de invernadero a nivel global se relacionan con:

- Aumento significativo de las lluvias en áreas predominantemente con altas precipitaciones.
- Recrudescimiento en las estaciones secas en zonas xerofíticas y semiáridas, descongelamiento de los hielos polares, pudiendo aumentar los niveles del mar, lo que pronostica, inundaciones en las ciudades costeras.

Oscurecimiento global

Se refiere al descenso de la intensidad de la luz solar, por el aumento del albedo originado desde las nubes bajas, provocando la disminución de la temperatura en la superficie; este efecto se atribuye al incremento del material particulado suspendido en la atmósfera, tanto

de hollín como de compuestos azufrados asociados a la industria y transporte mediante los combustibles fósiles (Fernández, 2018). Este fenómeno atmosférico ha sido registrado en las últimas décadas y también está relacionado con las partículas y gases relacionados a la utilización de los combustibles principalmente en los grandes centros poblados (ciudades), los cuales al ascender en la atmósfera la recubren reduciendo la capacidad de la radiación de penetrar hasta la superficie de la tierra, afectando la eficiencia de la fotosíntesis de las plantas. Este fenómeno aparentemente reduce la tasa de aumento de la temperatura en algunas regiones (Peralta-Rosales, 2017).

Es así que las partículas ultrafinas de suciedad generadas por las actividades humanas, han generado diferentes grados de variación en la intensidad de la luz solar, fenómeno que ha sido registrado en las últimas dos décadas del siglo xx y posiblemente se remonta a la década de 1950, en la cual se detectaron las primeras evidencias del decaimiento de la radiación solar; es decir, que si la intensidad de la luz solar que logra alcanzar la superficie de la tierra, es inconstante, afectará los valores del brillo solar. Este punto es especialmente controvertido ya que no se ha establecido con claridad si estas fluctuaciones son originadas en el aire por los diferentes tipos de contaminantes, en especial por algunos aerosoles que pueden obstruir el paso de la luz solar, o son producto natural de las variaciones del sistema climático (Rüegg, 2021).

Efectos de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria

Actualmente se cuestionan los disturbios en los ecosistemas generados por la producción agrícola convencional, también se evidencia, la baja disponibilidad de alimentos nutritivos en las poblaciones humanas de escasos recursos y las enfermedades asociadas a estas carencias. Dentro de los efectos adversos relacionados de estas prácticas convencionales podemos registrar el desgaste de los suelos por el uso continuo para la producción de cultivos, los cuales son sometidos en algunos casos a niveles inadecuados de agroquímicos que pueden generar los siguientes efectos (Food and Agriculture Organization [FAO], 2022):

- Contaminación por plaguicidas (insecticidas, herbicidas e insecticidas).
- Fenómenos de erosión, en algunos casos por pérdida de la cobertura vegetal o por uso inadecuado de maquinaria agrícola.
- Compactación en suelos con texturas medias a pesadas, generadas por el pisoteo del ganado y también por el mal uso de herramientas y máquinas agrícolas.
- Saturación por humedad, por efecto de la lluvia o por implementación de sistemas de riego inadecuados, lo cual es un factor de riesgo para las comunidades humanas en zonas con altas pendientes en zonas de barrancos y laderas.
- Por aumento de la salinidad y de la acidez; para el primer caso este fenómeno se puede generar por uso de aguas residuales, uso inadecuado del riego y por inadecuadas aplicaciones de la fertilización química, incorporación de estiércoles y otros residuos orgánicos, para el caso de la acidez se asociado a los niveles altos de aluminio (Al) y deficiencias bajas de molibdeno (Mo).
- Reducción de la capacidad de los suelos para fijar el CO₂ y por ende contribuir a reducir el cambio climático.
- Aumento del dióxido de carbono en la atmósfera, por uso masivo de maquinaria agrícola.
- Deficiencia de los suelos en la capacidad de retención eficiente de agua y aumentos superficiales de escorrentías.

Los factores mencionados anteriormente generan un desbalance ambiental y del sistema de producción agrícola, comprometiendo por ende la seguridad alimentaria. De otra parte, la producción agrícola también afecta los recursos hídricos debido a:

Falta de regulación en el consumo de agua en algunas zonas de producción.

Ausencia de sistemas de riego eficientes que pueden predisponer además el ataque de enfermedades de tipo respiratorio por excesivo encharcamiento que produce altos niveles de humedad.

Efectos de la contaminación por los plaguicidas utilizados, pueden afectar tanto las aguas superficiales como las freáticas.

Excesiva utilización de fertilizantes, pues se generan fenómenos de eutrofización por acentuación de nutrientes en el agua, estimulando la proliferación de plantas acuáticas invasoras y de algas.

Desvío de quebradas, ríos entre otros, para producción de grandes proyectos agroindustriales que provocan conflictos por el uso del agua a los pequeños y medianos agricultores.

Uso excesivo de las aguas subterráneas y freáticas que no permiten su recarga oportuna en los periodos de precipitación.

Actividades del hombre relacionados con el turismo no controlado y que afecta los ecosistemas. (Silva y Rodríguez, 2022)

En la actualidad se evidencia una constante explotación sobre los recursos naturales a lo largo del territorio nacional, como resultado principalmente de actividades socioeconómicas, pero sin criterios de sostenibilidad ambiental. Esta falta de visión del territorio ha generado diferentes problemáticas, relacionadas con la deforestación de las cuencas hidrográficas, desgaste y agotamiento de las coberturas vegetales protectoras, acompañadas de forma directa en la erosión de los suelos. Esta degradación se traduce en pérdida de especies, plantas o fauna en algunos casos de tipo endémico, por la caza indiscriminada o por la pérdida de hábitats. Otros efectos sobre los ecosistemas se relacionan también al incremento de las áreas destinadas a la producción agropecuaria, fragmentación de los ecosistemas con predominio de especies arbustivas, aumento descontrolado de las poblaciones humanas, lo que genera más coacción en los recursos naturales, y la contaminación hídrica (Marín-Palomino, 2021).

Las actividades agrícolas y pecuarias sin planeación generan afectación de los ecosistemas boscosos en lo referente a la calidad y disponibilidad de sus servicios ecosistémicos, presentándose pérdidas de cuerpos de agua, fragmentación del paisaje, pérdida de biodiversidad y principalmente alteración de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos (Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada [RAISG], 2015). De otra parte, la explotación excesiva de coberturas constituidas por bosques protectores de las microcuencas del país han provocado la pérdida paulatina de estos hábitats, importantes para especies de vertebrados como anfibios, reptiles, aves y mamíferos (RAISG, 2012).

Siendo la actividad agropecuaria uno de los sectores que más impactos genera sobre los ecosistemas, aunque sea una actividad esencial para subsistencia de diferentes familias de bajos ingresos siendo fuente importante de empleos generadas por las grandes agroindustrias como las producciones de palma de aceite, banano, arroz, flores de corte entre otros así como la producción pecuaria representada principalmente en la producción ganadera; esta actividad agropecuaria genera diversos impactos en los ecosistemas circundantes a estos sistemas de producción (Lombana, 2018).

Uno de los efectos del incremento de las áreas de producción agropecuaria está ligado a la fragmentación de los corredores biológicos, los cuales son fundamentales para conectar diferentes tipos de ecosistemas no lineales; al obstaculizarlos, de una parte, se impide el tránsito normal de las poblaciones de fauna interrumpiendo sus posibilidades de reproducción y de otra se interrumpe la dispersión de semillas de diferentes especies vegetales que contribuyen a 1) la protección de fuentes de agua 2), estabilizar los suelos evitando su erosión, 3) sostener hábitats para diferentes especies de aves diurnas y nocturnas y 4) regular el ciclo hídrico y clima local (RAISG, 2015).

Los corredores biológicos son fundamentales para el mantenimiento óptimo de la biodiversidad, ya que permiten las migraciones e inmigración de fauna, en diferentes épocas del año entre ecosistemas con diferentes ofertas de alimentación. Otros efectos adversos de la fragmentación de los corredores biológicos, es el aislamiento de poblaciones de fauna que puede generar su desaparición por ciertas zonas,

por el agotamiento de fuentes de alimento o por enfermedades de origen endogámicas (Gutiérrez et ál., 2020).

Específicamente las aves dependen de la distribución geográfica y de su tipo de nicho ecológico, son de gran utilidad como referentes biológicos y dan cuenta del estado de los ecosistemas. Los diferentes hábitats acogen comunidades de especies de aves específicas. De otra parte, las diferentes comunidades de aves son susceptibles de forma diferencial a los fenómenos de disturbio, a la fragmentación de los ecosistemas, que conlleva la destrucción de sus hábitats, las talas selectivas, el incremento de las zonas de claros y los cambios generales en la estructura de los sotobosques (Villarreal et ál., 2004).

Por tanto, específicamente las coberturas boscosas, riparios y/o de galería son protectoras de los cuerpos de agua de las cuencas hidrográficas y en especial de las microcuencas; estos sistemas caracterizados por ser áreas de grandes contrastes en sus dinámicas ecológicas son vulnerables a los disturbios ocasionados por el hombre y sus actividades. Estas alteraciones provocadas en estos ecosistemas pueden afectar al tal grado a las especies con alta sensibilidad que provocan su desaparición. Los estudios de monitoreo ornitológicos son relativamente fáciles y útiles utilizando parámetros estructurales relacionados con su riqueza y abundancia, lo cual en relación al hábitat da indicios de su calidad (Pascuas et ál., 2016).

Los fenómenos de fragmentación de los ecosistemas boscosos se refieren al fenómeno en el cual un área extensa es dividida en otras con menores dimensiones, ya sea por causas naturales (erupciones volcánicas, inundaciones entre otras) o por acciones antrópicas. Estos se transforman en riesgos para la integridad de la biodiversidad en ecosistemas terrestres. En el caso de la fauna, las reducciones de sus hábitats pueden originar efectos sobre las diferentes poblaciones (especies), las cuales pueden reaccionar de forma diferencial en torno a su comportamiento, viabilidad, nichos y requerimientos de hábitats, entre otros parámetros ecológicos (León-Alfaro, 2019).

Cabe señalar que en torno a las microcuencas se presentan zonas de bosques de tipo riparios, los cuales son zonas intermedias entre los ecosistemas acuáticos y terrestres con gran influencia del agua dulce, y pueden extenderse desde los cuerpos de agua, hasta los bordes de

las comunidades vegetales que son eminentemente terrestres. La fragmentación de este tipo de ecosistemas compromete la permanencia de las fuentes de agua especialmente en las épocas de verano, o contiene este elemento en las épocas de invierno, contribuyendo a minimizar los riesgos de inundación (Marín-Palomino, 2021).

De acuerdo con lo dicho anteriormente, es prioritario generar propuestas con miras a la restauración de estos ecosistemas en las microcuencas, en este sentido se deben conocer y caracterizar las coberturas vegetales e identificar sus procesos sucesionales, para determinar las especies nativas que conforman los sistemas ecológicos antes de los diferentes eventos de disturbio de estos sistemas por factores antrópicos y naturales, y así generar las estrategias más convenientes para su restauración ecológica (Vargas-Ríos, 2011).

Una de las actividades para el desarrollo habitual agrícola es la fitosanitaria, directamente relacionada con el control de plagas (insectos), enfermedades (hongos bacterias, virus y nematodos) y plantas arvenses, relacionadas con el uso del control químico mediante el uso de moléculas orgánicas de síntesis química que han generado diferentes efectos ambientales. Ejemplo de ello son los efectos ecológicos relacionados con afectación de las cadenas tróficas, afectando las interacciones de las poblaciones organismos y microorganismos dentro de las cuales se pueden encontrar especies antagonistas de plagas, enfermedades y arvenses.

Desde la economía, el mal uso del control químico genera efectos de resistencia en las plagas, enfermedades y arvenses, lo que exige a los productores agrícolas a incrementar las periodicidades de aplicación o las dosis de los plaguicidas, encareciendo esta medida de control.

Otro efecto indeseado del control químico son los posibles riesgos a la salud humana, asociados con enfermedades neurológicas, predisposición a desarrollo de neoplasias y problemas asociados disminución de la fertilidad en poblaciones humanas expuestas a estos agentes químicos. También deben mencionarse los efectos de la fertilización química muy utilizada en la producción agrícola en Colombia, que generan cantidades inusuales de nutrientes de compuestos nitrogenados que se filtran en los territorios y llegan a los diferentes ecosistemas acuáticos continentales tanto lóticos (aguas con corrientes) y lénticos

(aguas con baja corriente) que aceleran los procesos de eutrofización. Otro germen del proceso de eutrofización se relaciona con la ganadería, avicultura y porcicultura que generan cantidades significativas de excrementos, que al ser vertidos en las fuentes de agua originan también este fenómeno.

La eutrofización genera principalmente deterioro de los parámetros de calidad del agua, en sus características microbiológicas y físico-químicas, ligado a malos olores por el agotamiento del oxígeno disuelto, presencia de microorganismos potencialmente patógenos para el hombre, lo que imposibilita su uso inclusive para labores agrícolas. Otros efectos relacionados con aumento del grado de turbidez y presencia de excesiva de algas puede entorpecer la navegación, y para el caso específico de las algas rodofitas se asocia a la muerte masiva de peces por la producción de toxinas neurotóxicas de este tipo de algas, que puede causar la muerte de otros animales y del hombre si ingieren esta aguas contaminadas.

Otras problemáticas asociadas con los recursos hídricos están relacionadas con el aumento de asentamientos humanos en estado de vulnerabilidad y las zonas de producción industrial a lo largo del territorio de nacional. La disponibilidad hídrica se hace menos accesible en relación con el acceso de los municipios, en las ciudades y zonas periurbanas, situación que se agudiza en épocas de condiciones climáticas extremas, asociadas periodos muy secos o ligados con el fenómeno de El Niño.

De otra parte, el creciente desarrollo de la construcción de vivienda y otros en las áreas urbanas especialmente, genera un número creciente de usuarios que demandan los servicios públicos que involucran los recursos hídricos. Sin embargo, pese a esta situación persisten graves deficiencias en la oferta de los sistemas de suministro de acueductos en especial para los asentamientos humanos con menores recursos económicos. Eventualmente se presentan fenómenos de despilfarro e interferencia en los mecanismos de abastecimiento de agua para los diferentes sectores productivos, generando conflictos por este recurso vital, especialmente entre los sectores agropecuarios de subsistencia y los grandes sistemas agroindustriales.

Por lo general las áreas que han sufrido pérdidas severas de coberturas vegetales por incremento de las fronteras agropecuarias se han convertido principalmente en praderas. En cuanto a la transformación de los bosques a lo largo del territorio colombiano se presentan otras causas, relacionadas con las intervenciones de origen antrópico del territorio (actividades mineras), incremento de los cultivos ilícitos y la explotación indiscriminada de las maderas tropicales (Valois-Cuesta y Martínez-Ruiz, 2016).

De otra parte, las actividades industriales pueden favorecer la eutrofización, ya que algunas pueden generar vertimientos relacionados con productos nitrogenados y fosfatados, metales pesados como el cromo (Cr) relacionado con el curtido de pieles en diferentes municipios del país, o el plomo (Pb) asociado a la fabricación de baterías. Otras fuentes de contaminación industrial en el país están vinculadas a la industria petrolera, en la que se corre el riesgo de contaminación con hidrocarburos y otras moléculas asociadas por derrames accidentales o provocados. Para el caso de los derrames provocados por problemas de orden público, en los cuales grupos al margen provocan derrames por atentados a los oleoductos, causan grandes disturbios en ecosistemas terrestres y acuáticos en los cuales se evidencia gran afectación de su fauna y por ende afectación de actividades de subsistencia, por ejemplo la pesca artesanal afectando gravemente a las comunidades vulnerables de las áreas afectadas.

En otro sentido, los asentamientos humanos en ciudades y municipios intermedios, son grandes consumidores de detergentes ricos en fosfatos, sumado a las aguas propias de los entornos residenciales generan grandes cargas con materia orgánica son vertidos en la mayoría de los casos a grandes ríos como el Magdalena, generando también problemas asociados a la eutrofización.

De acuerdo con las problemáticas anteriormente planteadas, se pueden generar estrategias relacionadas con el manejo de conflictos asociadas con el recurso hídrico y basadas en brindar a las autoridades ambientales y territoriales y los beneficiarios del agua la implementación de los mejores medios en la identificación, tratamientos y manejo; o generar los escenarios que permitan solucionar las problemáticas

ligadas al consumo de los recursos hídricos, su accesibilidad y su asequibilidad (Ruiz, 2016).

Residuos sólidos

Una de las causas que más afecta el medio ambiente, en especial los ecosistemas estratégicos en Colombia, se constituye en el vertimiento de los residuos sólidos. En este aspecto es importante reconocer su clasificación porque permite tener una mejor disposición y manejo de estos, especialmente porque permitirá identificar los que se encuentran clasificados como biodegradables. Los tipos de residuos sólidos se pueden clasificar según el origen, la gestión y la peligrosidad (ECODU, 2022).

Los residuos sólidos dependiendo a su origen se tipifican en:

- Residuos domiciliarios: se refieren a todos los residuos sólidos producto de los desechos domésticos, por ejemplo, restos de alimentos, papeles y servilletas contaminadas.
- Residuos comerciales: producidos por la actividad de los establecimientos comerciales, por ejemplo papeles, plásticos y envolturas.
- Residuos hospitalarios: los desechos generados por las instituciones de la salud utilizan gran cantidad de material desechable. Entre estos: agujas, gasas y algodones.
- Residuos industriales: son aquellos residuos generados por la actividad industrial. En las áreas manufactureras, energética, minera, pesca y la química. Entre estos: vidrios, plásticos y papeles, lodos y cenizas.
- Residuos de construcción: desechos que se generan de las obras de construcción, entre estos: cementos, maderas, piedras y bloques.

- Residuos agropecuarios: se constituyen en residuos producidos por las actividades agrícolas y pecuarias como plaguicidas, fertilizantes y agroquímicos.

Los residuos sólidos, dependiendo de su gestión se tipifican en:

- Residuos de gestión municipal: provenientes de los desechos de origen comercial, doméstico, y aseo urbano pero que se encuentran a cargo de la disposición de las autoridades locales.
- Residuos de gestión no municipal: son residuos que, por sus particularidades físicas y químicas, representan una amenaza significativa para la salud y el ambiente; entre estos se tienen los residuos de tipo hospitalario, agrícola, industrial, los plaguicidas y herbicidas, y los temidos residuos con contenido de plomo o mercurio.

Los residuos sólidos, dependiendo de su peligrosidad se tipifican en:

- Residuos sólidos peligrosos: por su naturaleza representan riesgos en la salud y para el medio ambiente. En este sentido, su disposición final debe ser muy cuidadosa; entre estos se tiene las baterías, el petróleo, los solventes y los materiales con radioactividad.
- Residuos sólidos no peligrosos: no constituyen daños nocivos para la salud ni el ambiente, como lo son los residuos domésticos.

Manejo de residuos sólidos

La disposición de los residuos se refiere al proceso que se adelanta desde su recolección hasta su disposición final. No obstante, se busca generar antes de su disposición, la reducción máxima posible del volumen de los residuos sólidos por medio del reciclaje y la segregación, esta última mediante la agrupación de los residuos sólidos. Un ejemplo del proceso de segregación son los depósitos de colores que indican

la clasificación de residuos sólidos que se deben depositar. De acuerdo con lo anterior, la disposición de los residuos sólidos involucra las etapas que se presentan en la figura 4.

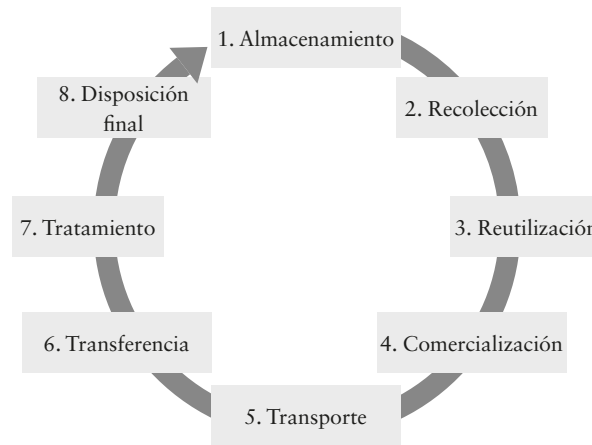


Figura 4. Proceso de disposición de los residuos sólidos

Fuente: elaboración propia a partir de ECODU (2022).

Estrategias pedagógicas, didácticas y tecnológicas del cuidado ambiental

El propósito del presente libro es la generación de una cultura ambiental en los niños, niñas y jóvenes. En este apartado se enseña la fundamentación teórica de la categoría de educación ambiental (EA), abordando los antecedentes, políticas, normas y regulaciones en materia de EA, especialmente las alusivas en Colombia, posteriormente se presentan corrientes y autores de EA. Seguidamente, se presentan las estrategias pedagógicas, didácticas y tecnológicas en materia del cuidado ambiental.

Antecedentes de la Educación Ambiental (EA)

El futuro de la humanidad es incierto, especialmente cuando se habla de cambio climático, uno de los problemas para las futuras generaciones cuyos efectos traerán consecuencias a la mayoría de los habitantes

del planeta (CEPAL, 2017). La actual crisis ambiental ha despertado la preocupación por el cuidado y la conservación del medio ambiente (World Economic Forum, 2022). No obstante, ciertas poblaciones se verán más afectadas por la crisis medio ambiental, especialmente grupos minoritarios, comunidades indígenas, ancianos, mujeres en estado de embarazo, campesinos, enfermos, poblaciones en extrema pobreza, poblaciones en alta zona de riesgo, y los niños, niñas y jóvenes.

La crisis causada por el cambio climático es un tema central en las agendas de gobierno de diferentes países. Entre las diferentes propuestas para la mitigación de dichas problemáticas, surge la EA como una herramienta de la gestión ambiental y se constituye en un “proceso participativo y eficiente generando una conciencia, con el propósito de fomentar una cultura en la población, que le permita identificarse con esta problemática tanto a nivel general como individual” (Villadiego et ál., 2014, p. 167).

El alcance global de la EA fue promulgado en la Conferencia de Estocolmo convocada por las Naciones Unidas en 1972, en esta se proclamaron varios principios, entre estos:

- Conservación de los recursos naturales.
- Protección medio ambiental.
- Uso responsable de las fuentes de energía no renovables.
- Las políticas ambientales se deben articular con la ciencia y la tecnología permitiendo favorecer el medio ambiente.
- Se constituye la educación ambiental (EA) como un medio para la sensibilización de la ciudadanía.
- Desestimación de la construcción de armas nucleares.

En este aspecto los Estados y organizaciones han presentado políticas para la conservación ambiental, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Políticas relacionadas con la educación ambiental

Año	Organización	Tema
1977	Cumbre de Tbilisi.	Establecimiento de programas y políticas ambientales a los estados miembros de la ONU.
1980	Informe Brundtland.	Defensa de la premisa en que la satisfacción de las necesidades actuales no debe comprometer las demandas de las futuras generaciones.
1992	Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro.	Se exalta el desarrollo sostenible como pilar fundamental para el cuidado medio ambiental.
2002	Cumbre Mundial en temas de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica).	El desarrollo sostenible y el cuidado medio ambiental, se fundamenta los elementos sociales, económicos y culturales.
2015	Agenda de Desarrollo Sostenible-2030.	Se adoptan por medio de los objetivos globales medidas para la protección del planeta.

Fuente: elaboración propia tomada de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO (2021).

Según lo manifestado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO, la EA debe ser prioritaria para que los individuos y las comunidades tengan cuidado de su medio y apropien los conceptos y la determinación para actuar, particular y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales (Gobierno de Canarias, 1987). De igual manera, otros referentes como el *Libro Blanco de la Formación Ambiental en España*, presenta un compendio de estrategias para que la EA fortalezca la participación comunitaria en temas ambientales (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1999). A su vez cada país establece políticas y lineamientos para preservar el medio ambiente, en el siguiente apartado se presentan algunas de las políticas y normas que se tienen en cuenta en Colombia.

Normatividad y políticas medioambientales en Colombia

A mediados de 1990, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Educación establecieron la política ambiental en el país, mediante un componente educativo denominado los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), estos se consolidan en una estrategia pedagógica para entender los problemas ambientales y plantear soluciones de las problemáticas para cada región, su objetivo se orienta en la incorporación de conocimientos y buenas prácticas, en torno a interpretar un problema ambiental, proponiendo soluciones ambientales sostenibles, se crean 475 PRAE en 14 departamentos (Ministerio de Educación Nacional, 2005).

Por otra parte, los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA) promueven la sostenibilidad de la política de educación ambiental por medio de la integración de grupos interinstitucionales e intersectoriales, garantes de su aplicación en los diferentes entes territoriales. Asimismo, los Comités de Educación Ambiental del Nivel Municipal (CEAM) y el apoyo por parte del Ministerio de Educación y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, acompañan planes y propuestas en EA en las regiones.

La política nacional de EA presenta propuestas entre diferentes entidades como ministerios, organizaciones sin ánimo de lucro, Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), de igual manera se han establecido políticas y normas ambientales en Colombia. Existen diferentes entidades ambientales que gestionan y regulan la normatividad ambiental: Congreso de la República, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, CAR, IDEAM y las secretarías de ambiente de cada ciudad o municipio, los cuales permiten velar por el cumplimiento y protección del medio ambiente (Organización mundial del Trabajo [OIT], 2022), entre estas normatividades ambientales se destacan: en gestión ambiental, del agua, del aire, del suelo.

Se encuentran documentos de acceso abierto para la consulta de los diferentes marcos normativos que rigen la EA en Colombia, entre estos la política nacional de educación ambiental (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Educación Nacional, 1994). De igual manera, la norma internacional ISO 14001,

en la cual se establecen los requisitos para la certificación en cualquier tipo de organización de un sistema de gestión ambiental (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2013).

Definiciones de educación ambiental

La EA se percibe como una forma de enseñanza que busca la concientización de los individuos frente a su entorno, y como sus acciones pueden generar un impacto en el medio ambiente, con el propósito de una transformación beneficiosa. La EA surge como una respuesta a los problemas ambientales y la búsqueda constante de soluciones (Jacobi, 2003). En este aspecto, la EA se constituye en una herramienta de mediación entre el individuo, el ambiente y la comunidad.

Se considera la EA un instrumento para cambiar la actitud de las relaciones de hombre y su ambiente logrando una armonía entre los dos, mejorando la calidad de vida, y el cuidado del ecosistema-mundo para las próximas generaciones (Vargas et ál., 2021).

De esta manera, la EA, se debe orientar en la transformación individual y colectiva de un conocimiento crítico ecológico, y el desarrollo sostenible (Novo, 2006). Por tanto, se requiere transversalizar ese conocimiento en los currículos y planes de estudio, no solo en lo teórico, sino en educar a ciudadanos reflexivos frente a los problemas ambientales por medio de un trabajo en conjunto de las comunidades (Flórez et ál., 2017).

En un sentido pedagógico, la EA se debe orientar en todos los contextos de la educación (formal e informal), orientado a una comprensión holística del medio ambiente en un contexto sociocultural y una realidad ecológica amenazada por la existente crisis civilizatoria (Leff, 2002), entendida en esa relación del individuo, sus acciones y su beneficio hacia el medio ambiente (González-Gaudiano y Maldonado-González, 2017). Por otra parte, la transdisciplinariedad en la EA es fundamental para generar acciones en pro del cuidado ambiental (Pulido y Olivera, 2018). Es importante destacar que existe una caracterización en corrientes de EA propuesta por Sauvé (2005), las cuales se pueden identificar en la tabla 2.

Tabla 2. Corrientes de educación ambiental

Corrientes en EA	Definición
Naturalista	Se identifica en la naturaleza una fuente inagotable de recursos para el desarrollo humano.
Conservacionista	Se propone tener en cuenta el límite en el crecimiento económico y poblacional para que no excedan los límites de la naturaleza.
Resolutiva	Se evalúa la mejor alternativa para solucionarlo en la propuesta de educación ambiental de la Unesco.
Sistémica	Se entiende la EA como un sistema con actores, factores y humanos con relaciones tróficas en las que se distribuyen materia y energía.
Científica	Se propone una educación en ciencias ambientales con habilidades cognitivas desde la investigación hacia la transdisciplinariedad.
Humanista	Incorpora las dimensiones culturales, políticas, económicas y su significado que está inmerso en el medio ambiente.
Moral/ética	Se deben tener en cuenta los valores ambientales como resultado de una adopción moral, la relación humano-ambiente es de carácter ético.
Holística	Los componentes del entorno funcionan como un sistema y por tanto tienen relaciones complejas, se toma como modelo para las situaciones medio ambientales.
Bio regionalista	Se orienta en la generación de sentido de pertenencia o identidad, asumiendo el espacio natural que rodea al ser humano.
Práctica	Utiliza la investigación acción participativa como metodología para aportar a la crisis ambiental a nivel mundial.
Crítica social	Corriente de educación ambiental que en la investigación busca un aporte a los problemas ambientales.
Feminista	Demanda la intervención de las mujeres en EA y su aporte a la educación ambiental.
Etnográfica	Establece un modelo que relaciona el hombre-naturaleza con el contexto cultural.

Corrientes en EA	Definición
Ecoeducación	Integra la formación personal del individuo con el medio ambiente.
Sostenibilidad/ sustentabilidad	Se apoya en el programa educativo de la Unesco que busca el desarrollo sostenible.

Fuente: elaboración propia basado en Sauvé (2005).

Cuidado de la Casa Común

La Universidad Santo Tomás orienta sus principios católicos en el bienestar de los seres humanos, articulados con su misión y visión como una institución educativa que tiene en sus propósitos la formación holística de los futuros profesionales (Silva et ál., 2020). En este orden de ideas, teniendo en cuenta que el proyecto denominado *Serious games* para el fortalecimiento de la cultura ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos en Colombia, busca formular estrategias para el fortalecimiento de una cultura ambiental. En su fundamentación teórica, se tienen en cuenta los pronunciamientos que han realizado los máximos jerarcas de la Iglesia católica, que en su gran mayoría han promulgado por el cuidado del medio ambiente, en este sentido; el papa Francisco, se ha considerado uno de los defensores más asiduos en la disputa por la conservación el medio ambiente, en la carta encíclica *Laudato si* sobre el cuidado de la *casa común*, expresa que:

[...] la Casa Común es cercana, con la cual compartimos la existencia, nos acoge entre sus brazos como una madre bella, destacando el papel de madre tierra, la cual nos sustenta, y gobierna y produce diversos frutos con coloridas flores y hierba. (2015, p. 1)

La necesidad por el cuidado de la tierra la cual provee a los seres humanos un espacio o hábitat se manifiesta en la encíclica de la casa común, en la cual convivimos como individuos que hacen parte de una sociedad, se debe preservar y cuidar. Por otra parte, la encíclica también habla de la destrucción del ambiente humano, la casa común quedó al cuidado del ser humano, es decir, la naturaleza junto con todos sus seres vivos; pero el hombre, una de las especies que la habita, la está llevando a su destrucción. Por lo anterior, las instituciones educativas,

deben formar parte de la aparición de esa conciencia ambiental en las futuras generaciones. Se destaca en este aspecto, la importancia de la propuesta educativa *Serious games* para el fortalecimiento de la cultura ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos en Colombia, para el fortalecimiento de una cultura ambiental.

Estrategias pedagógicas y didácticas

Se considera necesaria la incorporación de estrategias de enseñanza, que permitan el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje, generando una apropiación y conciencia ambiental en las futuras generaciones. Se presenta a continuación un resumen de estrategias implementadas en diferentes investigaciones que han implementado la EA.

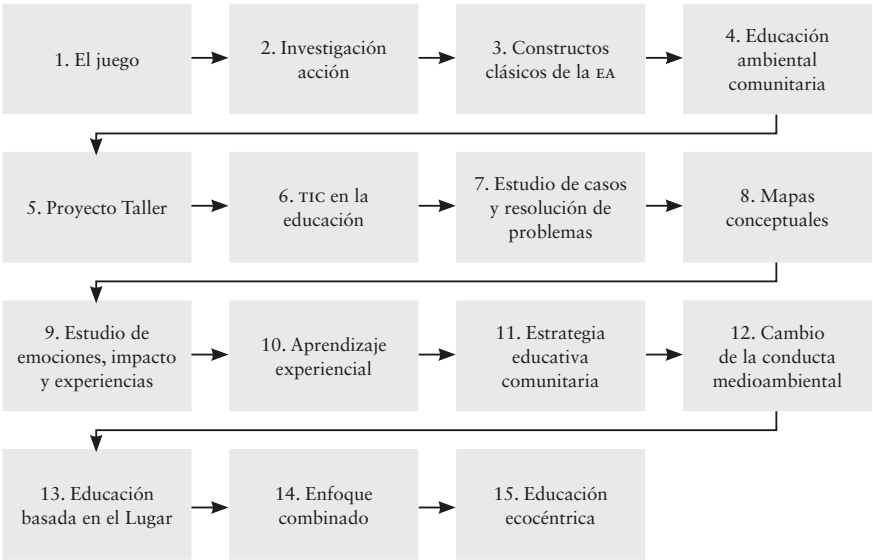


Figura 5. Estrategias para la educación ambiental (EA)

Fuente: elaboración propia tomado de Dzambeya y Andarcio (2020).

A continuación, se describen cada una de las estrategias empleadas en la EA, acorde a una revisión de investigaciones y trabajos que se han adelantado en el área.

La implementación del juego, como estrategia didáctica, lleva a la construcción del conocimiento, en un proceso auto formativo y colaborativo

1. La investigación acción participativa (IAP) permite la incorporación de estrategias en educación ambiental en la comunidad mediante acciones que conducen a la generación de una conciencia medio ambiental.
2. Existen diversos autores que promulgan la generación de una cultura educativa en la conservación del medio ambiente, entre estos Enrique Leff, quien ha difundido la preservación de los ecosistemas estratégicos y el cuidado ambiental, privilegiando el medio ambiente por encima de la consecución de bienes y servicios (Leff, 2004), en apoyo a estas teorías se encuentra (Rojas et ál., 2003) quienes también sostienen que es indispensable la transversalización de diferentes disciplinas en beneficio del cuidado ambiental (Vargas, 2019).
3. La educación ambiental comunitaria (EAC) se formula como una estrategia para abordar las problemáticas ambientales en diversos contextos; se destaca que puede ser implementada por instituciones y organizaciones formales o informales (Silva et ál., 2021).
4. El taller se sitúa en una estrategia didáctica con características teórico-prácticas, en el cual se propone una actividad particular orientada al cumplimiento de un objetivo concreto. De igual manera, permite promover destrezas para la vida, desarrollando, la creación, la experimentación y la expresión artística (Rodríguez, 2015).
5. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) aplicadas a la educación se proponen como mediadoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo la motivación de los estudiantes hacia el logro.

6. Los estudios de caso se adelantan en un tema específico, aplicados en problemas particulares en los contextos sociales, educativos, clínicos y organizacionales. Suelen aplicarse con enfoques de la investigación tanto cualitativos como cuantitativos.
7. El mapa conceptual es una estrategia didáctica de aprendizaje que permite expresar un concepto visualmente, reforzando el aprendizaje en el estudiante (Silva y Sandoval, 2020).
8. Estudio de emociones, impacto y experiencia: la incorporación de los aspectos emocionales en la formación consiste en identificar las necesidades del estudiante, y cómo aprende, estableciendo un apoyo con el docente, quien se constituye en un orientador (García, 2012).
9. Aprendizaje experiencial: se aprende por medio de la experiencia, y especialmente en la del aprendizaje analizando cómo se hacen las cosas. No obstante, otro de los tipos de aprendizajes es el práctico, pero no involucra que los estudiantes reflexionen sobre su producto.
10. La Estrategia Educación Comunitaria (ECC): privilegia el desarrollo y avance comunitario por medio de acciones formativas para el beneficio de las comunidades (Silva et ál., 2022).
11. Cambio de la conducta medioambiental: las acciones que el ser humano tenga en su entorno afectaran los espacios comunitarios, y por ende el medio ambiente, aquí se precisa la importancia de aportar en el cuidado medio ambiental.
12. Educación Basada en el Lugar (EBL): el aprendizaje se sitúa en el contexto de la local o la comunidad, reflejando un sentido y apropiación de los conocimientos para los estudiantes.

13. Enfoque combinado: se utilizan enfoque y técnicas en el mismo estudio, similar a un enfoque investigativo de tipo mixto.
14. Educación ecocéntrica: incorpora un conjunto de éticas para dar valor de los ecosistemas, biodiversidad y el cuidado medio ambiental.

Estrategias tecnológicas

En cuanto a las estrategias tecnológicas que se utilizan e implementan para la mitigación de las diferentes problemáticas medio ambientales, se adoptan una diversidad de soluciones que mejoran algunas de las problemáticas presentadas en el capítulo anterior; entre estas se tienen: las tecnologías limpias, control biológico como alternativa o complemento al control químico, buenas prácticas en la agroindustria, restauración ecológica, biorremediación, fitorremediación, uso de fuentes de energías alternativas, farmacia verde, rotación de cultivos, granjas verticales, acuaponía, tejas purificadoras, secado solar, techos verdes y jardines sostenibles.

Tecnologías limpias

En países del tercer mundo como Colombia se hace necesario el uso de energías alternativas de bajo impacto por contaminación, pero logrando una eficiencia superior que los sistemas convencionales, que permitan una reducción significativa de la polución y el efecto nocivo sobre el ambiente producido por los gases de invernadero, mediante la implementación de las tecnologías limpias tales como (Sotomayor y Power, 2019):

- Estimular el uso masivo de transporte público, que incorpore tecnologías híbridas de combustión de hidrógeno y combustible fósil, lo que permitiría minimizar los gases de invernadero.
- Incorporar en los edificios tecnologías de tecnologías renovables, para el calentamiento y distribución de agua y producción de calefacción, mediante el uso de paneles solares y aerogeneradores eólicos.

- Implementación de diseños arquitectónicos que desarrollen condiciones bioclimáticas, para regulación de la climatización mediante la regulación de las temperaturas (altas y bajas), la iluminación de tipo natural, reemplazo de luminarias convencionales por otras de bajo consumo e inclusión de sistemas de ventilación natural que permitan la recirculación del aire.
- Utilizar estrategias de revegetalización y reforestación, sistemas de reciclaje, buenas prácticas de cultivo y manufactura.
- Fomentar la cultura del bajo consumo y de prácticas que conduzcan al mejoramiento del bienestar y la calidad de vida.

En el actual contexto mundial predomina y se estimula el consumo masivo, es un reto mitigar la contaminación ambiental y las problemáticas relacionadas con el cambio climático, lo que pone sobre la mesa especialmente para los países industrializados del primer mundo, el desarrollo de tecnologías limpias con alta eficiencia energética con un mínimo consumo de los combustibles convencionales y, de otra parte, el aprovechamiento de los recursos naturales, pero de forma sostenible (Sotomayor y Power, 2019).

De otra parte, el esmog generado por los vehículos tanto de uso masivo como particulares está relacionado con problemas de salud, generando trastornos respiratorios y nerviosos a diferentes niveles, irritaciones oculares y vías respiratorias. Inclusive algunas moléculas químicas que se encuentran en el aire contaminado han sido asociadas a enfermedades cancerosas (neoplasias) y hasta malformaciones congénitas (BBC News, 2019). Con tecnologías limpias se busca prescindir o mitigar los agentes contaminantes y el impacto negativo sobre el medio ambiente, el aumento en eficiencia y optimización de recursos puede atenuar impactos desfavorables. No obstante, desconocer de la necesidad de tecnologías limpias y no estar informado de su existencia puede implicar que no se tengan en cuenta en los procesos productivos (López y Sánchez, 2020). A continuación, se presentan algunas de las tecnologías limpias más utilizadas en diferentes áreas de producción agrícola o industrial.

Control biológico como alternativa o complemento al control químico

Teniendo en cuenta las problemáticas generadas por el control químico como principal medida de control de plagas, enfermedades y arvenses; se ha propuesto (a partir de algunos estudios de bioprospección) la selección de organismos y microorganismos antagonistas de los agentes que alteran la sanidad vegetal de los cultivos, los cuales pueden ser una alternativa al control químico convencional, tal es el caso del uso de diferentes cepas del género del hongo *Trichoderma* como agentes de control de diferentes microorganismos fitopatógenos de frutas, hortalizas, ornamentales entre otros son bien conocidos en todo el mundo. Diferentes investigadores han encontrado que algunas cepas de este hongo pueden micoparasitar a otros hongos patógenos, puede competir con mayor eficiencia por el espacio y nutrientes en el suelo u otros sitios de aplicación en vías aéreas en las plantas, sino que también puede de una parte inducir respuestas de defensa en las plantas y ser promotor de crecimiento de estas (Zin y Badaluddin, 2020).

También se ha reportado la afinidad de una cepa de *Trichoderma* con dos fungicidas con ingredientes activos como fenhexamida y otro con procimidona, lo que sugeriría que este microorganismo puede ser inoculado de forma combinada con los mencionados ingredientes activos contra el moho gris en rosa (García, 2019).

El control biológico no solo se circunscribe a la producción agrícola en campo, sino que también tiene aplicaciones en la postcosecha, proceso que es especialmente delicado, ya que se debe evitar cualquier tipo de residuos de plaguicidas de síntesis química orgánica que pueda comprometer al consumido por afectación de su salud; por lo que el control biológico mediante el uso de levaduras es ideal para este propósito, ya que se pueden encontrar especies con capacidad de crecer y desarrollarse en condiciones de refrigeración, no producen sustancias tóxicas, compiten también por espacio y nutrientes y pueden estimular las respuestas de defensa en los productos cosechados.

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente es el trabajo de investigación en el cual se evaluó la protección conferida por una cepa del hongo levaduriforme *Pichia membranefaciens* contra la pudrición producida por la pudrición blanda generada por *Rhizopus* en melocotones;

adjudicándose esta actividad en parte a la activación de defensas de los frutos en mención (Xiaoyun Zhang et ál., 2020).

En este mismo sentido también se han obtenido resultados promisorios de control de *Rhizopus* sp., mediante el uso de hongos endófitos de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz); en donde se observa que dos aislamientos de levaduras presentan porcentajes de antagonismo de 50.27 % y 57.44 % respectivamente, con evidente reducción del desarrollo del fitopatógeno (Obiazikwor et ál., 2021). En cuanto al control de plagas como *Trialeurodes vaporariorum*se (mosca blanca), se ha reportado el uso exitoso de insectos antagonistas *Encarsia formosa* y algunas capas de microorganismos entomopatógenos como el hongo *Beauveria bassiana*, y la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Barrera et ál., 2013).

Buenas prácticas en la agroindustria

Para disminuir la contaminación se puede hacer uso de equipos que la disminuyen como son los filtros, uso de reciclaje y depuradores. Los tratamientos internos son buena estrategia para reducir la cantidad de residuos en búsqueda de mitigar aquellos agentes contaminantes o prevenirlos. Algunos elementos para tener en consideración se describen a continuación:

- Fertilizantes y Biocidas: Los abonos químicos y de origen orgánico ayudan a solucionar el agotamiento de suelos y aumentar la producción, La primera recomendación es un estudio de suelo para conocer características y tomar decisiones sobre los nutrientes y proporciones requeridas para adelantar un cultivo. Cuando se habla de herbicidas, fungicidas, pesticidas, desinfectantes e insecticidas estos conforman el conjunto de los biocidas. Los biocidas de procedencia orgánica o natural producen un mínimo o ningún tipo de efecto perjudicial en los agricultores, en tanto que aquellos de síntesis química se encuentran asociados con afectaciones la salud humana, en especial cuando no se realiza un manejo adecuado.
- La guerra entre Rusia y Ucrania generó un incremento en fertilizantes de 300 % afectando a campesinados dado que el 42 %

de los fertilizantes importados para el campo colombiano son de origen ruso. Por ello se debe considerar el uso de fertilizantes alternativos como pueden ser la fertilización con lodos de depuradoras, estiércol, guano, humus de lombriz y compost.

- Según Jiménez (2021) el concepto de estiércol se entiende como las defecaciones de animales las cuales usualmente se combinan con aquellos elementos que se pueden encontrar en los establos, o sitios donde duerme el ganado y contienen mezcla con otros componentes como restos de pasto, cenizas, cascaras u otros productos. Así, se describe como un fertilizante abundante en nitrógeno, potasio y fósforo. Por lo que se ha determinado que la proporción de nutrientes está sujeta a los animales quienes producen las heces, además de tener en consideración las condiciones de estos como la edad y alimentación y tiempo de recogida de las heces. Con ayuda del estiércol se generan condiciones que facilitan la asimilación de agua y nutrientes junto con la porosidad, aireación y drenaje de los suelos. Comparado con otros productos, la cantidad a aplicar en volumen suele ser mayor cuando se refiere a las heces. Para el caso particular de heces de animales como murciélagos, aves marinas y focas se suele hablar de guano y se suele incluir en esta denominación a la gallinaza. Si no se realiza un buen proceso de composta las plantas se pueden ver quemadas o incluso podrían morir por aplicación no debida de heces, el buen proceso de compostaje facilitará la absorción de nutrientes. Las destrozadoras, cortadora y otras máquinas agrícolas pueden facilitar procesos de corte en pequeños trozos y mezcla de restos orgánicos con otros elementos para elaboración de composta.
- Reciclaje de nutrientes: nutrir el suelo de forma natural. Las bacterias y los hongos ayudan a descomponer liberando nutrientes de residuos animales o vegetales. Esta relación simbiótica, ofrece alimentos a las plantas para un adecuado desarrollo. Otra alternativa biotecnológica es el uso de hongos

micro raizales, estos generan relaciones simbióticas generando interconexión con las raíces de las plantas y el suelo lo cual favorece el consumo de nutrientes y restringe los metales pesados causantes de afectaciones en la productividad vegetal y afectaciones en la salud como son afectaciones en algunos órganos de fauna que los ingiere. Cuando en una relación simbiótica se facilita la absorción de nutrientes entonces se implica una mejora productividad en los cultivos.

Uso de fuentes de energía locales y alternativas

El sol, el agua y el viento están asociados con energías fotovoltaicas, hidroeléctricas y eólicas respectivamente. Todas ellas se pueden aprovechar en diferentes escenarios y tienen sus requisitos según la geografía o condiciones ambientales de la zona. Por ejemplo, un panel solar posiblemente no sea el ideal para zona de nevados debido al cubrimiento que podría generar la nieve, lo cual podría impedir el ingreso de radiación solar a los paneles. Para el caso de la energía eólica, con apoyo de las aspas la energía del viento genera movimiento para la generación de energía eléctrica (Giraldo et ál., 2018). Los aprovechamientos de estas energías no tienen que ser a gran escala, mini hidroeléctricas acotan o anulan los impactos ambientales y sociales permitiendo la captación de energía, en lugares remotos donde se pueda aprovechar el movimiento del agua con mínima o nula afectación, hoy día es posible conseguir mini generadores hidráulicos para facilitar este proceso. Para la energía fotovoltaica también se puede considerar el uso directo de la energía solar en secado o deshidratación de productos, iluminación de espacios y estrategias constructivas para mantener frescos o calientes los espacios. Las fotoceldas facilitan el almacenamiento de energía fotovoltaica para un uso posterior, las lámparas solares para los jardines son un ejemplo de ello, en el día captan energía y cuando no hay luz encienden sus bombillos *led*. La energía y su aprovechamiento debe ser eficiente técnica y económicamente, incluyendo además consideraciones de impacto ambiental. De esta forma, el buen uso del consumo energético buscando la optimización es fundamental para conseguir un grado alto de *confort* o servicio.

Cultivos de alto rendimiento

Este tipo de cultivos se caracterizan por la generación de productos o cosechas en menor tiempo además de generar mejores y mayores cosechas, pero esto implica normalmente un aumento en riego y fertilizantes. Con los injertos se consiguen duplicar mejores condiciones adaptativas y bajar los tiempos de cosecha, ejemplo en algunos árboles la primera cosecha al sembrar desde semilla puede rondar los 10 o 15 años y con el injerto podría disminuir a cinco años, además se puede contar con árboles de menor altura cuando se dan los procesos de poda adecuados, lo cual facilita la recolección de los frutos.

Restauración ecológica

Para evitar las pérdidas de diversidad en un ecosistema atribuida por las actividades humanas, se proponen estrategias de reforestación, realizadas a partir de programas a mediano y largo plazo; esto no garantiza retornar al estado natural de un ecosistema intervenido (Moreno, 2018).

Cabe mencionar que la reforestación solo incluye restablecer el estrato arbóreo de la vegetación, pero la restauración ecológica tiene como principal propósito la regeneración total o parcial las funciones, interacciones y estructura de los ecosistemas, los cuales han sido afectados por causas naturales como erupciones volcánicas, o por efectos de las actividades agropecuarias, mineras, industriales entre otras. Esta estrategia puede ser de dos tipos: la primera pasiva, en la que se aísla el área afectada y se suprimen los factores de disturbio, permitiendo que los sistemas de sucesión del ecosistema lo restablezcan, en la restauración activa el hombre interviene incorporando diferentes especies nativas por etapas acelerando los procesos de sucesión en periodos a mediano y largo plazo (Jarro y Giraldo, 2004).

En el país se han realizado trabajos de restauración ecológica, agroecología, aislamiento de ronda entre otros para el río Blanco en su cuenca media entre los municipios de La Calera y Choachí, ambos en el departamento de Cundinamarca. Sin embargo, por falta de investigación en lo referente a factores biofísicos y socio económicos y a la incertidumbre financiera, se puso en riesgo la participación de la comunidad a mediano y largo tiempo, entendiéndose que la participación y apropiación de los lugareños de los procesos de restauración ecológica

es fundamental para lograr los objetivos de estos proyectos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2011). En otras áreas como el caso de la microcuenca de la ronda del río Barbas entre los departamentos de Quindío y Risaralda, se han adelantado procesos de restauración ecológica, en donde se dio prioridad a la propagación a especies de vegetación amenazada, lo que implica generar estudios para la expansión de estas especies, seleccionando aquellas más propicias para la protección de los cauces (Roa y Torres, 2021).

Biorremediación

Esta tecnología se basa en el uso de microorganismos mayoritariamente o plantas, componentes celulares y proteínas catalíticas (enzimas), con el fin de lograr un efecto sobre el contaminante, ya sea por mineralización, su transformación parcial, generación de condiciones para su humificación, o por reacciones redox especialmente en los contaminantes metálicos (Garzón et ál., 2017).

Cabe anotar que la biorremediación es un proceso que se genera de forma natural por los disturbios que sufren los ecosistemas, por causas naturales o causadas por el hombre, ya sea por una avalancha generada por actividad volcánica, inundaciones o tala indiscriminada de árboles que dejan grandes residuos de materia orgánica, que son utilizados por diferentes tipos de microorganismos para su nutrición, iniciando nuevamente la recirculación de los nutrientes en el suelo. En general, los eventos asociados a la biorremediación son complejos, ya que involucran interacciones intra o interespecíficas de diferentes índoles, siendo complejo distinguir qué atributos bióticos y abióticos contribuyeron en los procesos de biorremediación (Rentería-Arango y Rosero-García, 2019).

La primera participación es de los microorganismos saprofitos, los cuales, pueden producir las condiciones para la mineralización de la materia orgánica o predisponer la reutilización o humidificación de esta. Se proponen dos posibles formas para el tratamiento de áreas contaminadas mediante la biorremediación, la primera, consiste en adicionar fuentes nutricionales que permitan estimular la acción de diferentes tipos de microorganismos, y así iniciar los procesos de recuperación; la segunda involucra la introducción de organismos

foráneos al ecosistema, para que inicien los procesos de descontaminación (Garzón et ál., 2017). Esta tecnología permite el tratamiento de hidrocarburos y moléculas aromáticas a partir del petróleo; moléculas de origen no natural para ser utilizadas en la industria o por labores agrícolas (plaguicidas principalmente) procedentes de la síntesis orgánica (xenobióticas) y finalmente la neutralización de metales pesados (Rentería-Arango y Rosero-García, 2019).

Fitorremediación

En esta modalidad de biorremediación se utiliza a las plantas para el tratamiento de contaminantes, mediante su remoción, mineralización, transformación, estabilización y volatilización. Esta estrategia puede ser utilizada para la descontaminación atmosférica, del agua superficial como subterránea y suelos; puede ser utilizada de forma individual o combinada con la biorremediación con microorganismos (Ríos et ál., 2014).

En este caso las plantas ejercen su actividad biorremediadora de contaminantes inicialmente desde las raíces en el espacio denominado rizosfera, en el cual algunos microorganismos (hongos micorrizas) contribuyen al direccionamiento de agua y minerales entre otros hacia la planta, mediante la estructuración de redes que se extienden más allá de las raíces mejorando el área de absorción, lo que permite la acumulación de diferentes moléculas entre esas algunas de tipo contaminante (Arias-Trinidad et ál., 2017).

De otra parte, las raíces exudan principalmente carbohidratos que estimulan la actividad general de microorganismos, algunos de estos relacionados con actividades de biorremediación. La fitorremediación puede neutralizar compuestos inorgánicos como los metales pesados altamente contaminantes, dentro de los cuales tenemos como ejemplo el mercurio, plomo, cromo entre otros; sustancias tóxicas como el arsénico, flúor y selenio; elementos radiactivos tales como el uranio 238, estroncio 90 y el cesio 137 y fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo. Estos elementos inorgánicos pueden ser neutralizados mediante su estabilización en los suelos, incorporación e inmovilización al interior de la planta, ya sea al interior de las células o en los tejidos de estas (Ríos et ál., 2014).

También pueden ser neutralizados contaminantes orgánicos mediante la fitorremediación como plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas), hidrocarburos alifáticos y aromáticos (policíclicos/HPCs), bifenilos policlorados (PCBs), disolventes y explosivos como el trinitrotolueno (TNT). Este tipo de moléculas son inactivadas por las plantas, mediante la degradación en la rizosfera, adsorbidos al interior de las plantas para posteriormente ser degradados, secuestrados en los tejidos de estas y finalmente volatilizados, esto último conlleva a la exposición de las moléculas contaminantes a reacciones fotoquímicas para su degradación (Arias-Trinidad et ál., 2017).

Las plantas que son utilizadas para la remediación de contaminantes idealmente deben presentar crecimiento acelerado, producir cantidades significativas de biomasa, presentar alta tolerancia a los contaminantes y ser altamente competitivas con respecto a las especies que se encuentran en el área contaminada.

Farmacia verde

Aunque la naturaleza es fuente de medicina segura, efectiva y eficiente a bajo costo, nuestra sociedad está muy ligada al uso de productos químicos que pueden generar consecuencias o efectos secundarios (Mackliff, et ál., 2020). En el grupo de plantas medicinales del mundo, Colombia cuenta con más de 204 plantas endémicas medicinales las cuales no son muy conocidas y un conjunto de ellas incluso se clasifican en riesgo de extinción (Bernal y Mesa, 2022). Sin embargo, en Colombia se generan alrededor de 2000 plantas verificadas con características medicinales, así en la siguiente tabla se ejemplifican ocho de estas.

Tabla 3. Plantas medicinales en beneficio del cuidado ambiental

Planta Medicinal	Algunos usos
Ajo	Fortalece las defensas, desintoxica el organismo, ayuda en control de niveles de colesterol, parásitos, triglicéridos.
Canela	Favorece la circulación, es antiinflamatoria, antimicrobiana anticancerígena.
Jengibre	Alivia dolores, disminuye síntomas de mareo, fortalece el sistema inmunológico para el tratamiento de gripes.

Planta Medicinal	Algunos usos
Totumo	Tratamiento de afecciones respiratorias.
Sábila	Favorece la digestión, es antibacteriano, antiinflamatorio y laxante.
Toronjil	Disminuye dolores menstruales, fortalece el sistema digestivo, es calmante o sedante, alivia ante resfriados, ayuda a dormir.
Eucalipto	Inhibe gérmenes patógenos, es antiséptico usado en tratamiento de gripas, asma y catarro.
Matarratón	Afecciones dérmicas, fiebre.

Fuente: *Plantas útiles de Colombia* (Pérez, 1978).

La utilización de las plantas medicinales y la reducción de medicamentos químicos contribuyen a la disminución de contaminantes provenientes de la industria química.

Rotación de cultivos

Por monocultivos sin rotación se fortalecen las enfermedades y plagas propias del cultivo no rotado y se reducen los nutrientes afectando la producción. Cuando se rotan cultivos se favorece la apropiación de diversos nutrientes en los suelos, mejorando la fertilidad del suelo y las cosechas, por ello es conveniente alternar diversas especies con necesidades nutricionales distintas.

Granjas verticales

La adecuación de edificaciones para cultivos verticales facilita la recolección de cosechas y la optimización de recursos como el agua, fertilizantes, pesticidas, herbicidas y fungicidas. Las granjas verticales también acercan las cosechas a los consumidores llevando productos más frescos y con menos consumo de combustible para su distribución final y con producción continua durante el año dada la posibilidad de manejar condiciones ambientales dentro de la granja (Díaz et ál., 2017). Esto aplica tanto en agricultura como en ganadería vertical. Un ejemplo de ganadería vertical es la avicultura, donde además las heces se pueden aprovechar para otros cultivos verticales. La acuaponía también encaja

en esta categoría dando alternativa de mezclar por ejemplo cultivos de vegetales con cultivos de peces.

Acuaponía

Los sistemas de producción piscícolas tradicionales, han sido cuestionados por los problemas de vertimientos de aguas residuales con contenidos altos de materia orgánica, que afectan los cuerpos de aguas naturales acelerando los procesos de eutrofización. Desde los modelos de producción agrícola también se generan problemas de contaminación tanto por los fertilizantes utilizados, como por el uso excesivo de los plaguicidas de síntesis química.

En vista de lo anterior, se proponen los sistemas acuapónicos, los cuales integran un sistema de producción piscícola y un sistema hidropónico, en este último, se utiliza las aguas residuales ricas en materia orgánica, permitiendo su transformación e incorporación como nutrientes utilizables de forma óptima en la producción hidropónica, que puede ser de hortalizas, frutas y hasta plantas aromáticas (López, 2018).

Este sistema se ajusta a las premisas de los biosistemas integrados, ya que permite utilizar los residuos y subproductos de un primer sistema productivo a otro que los utiliza como materia prima, lo que permite la transformación tanto de residuos líquidos y sólidos; este tipo de sistemas asocia tanto microorganismos como plantas y peces, generando una dinámica de flujo circular de materia y energía minimizando sus pérdidas, lo que es compatible con la producción agropecuaria sostenible que genera pocos residuos que puedan afectar a los ecosistemas, pero brindando un amplio potencial de ingresos de empleos para la comunidad (Serna Mendoza et ál., 2010).

Tejas purificadoras de aire

Desde la ciencia se ha identificado y construido tejas que favorecen el limpiado del aire, en especial de la polución causada por los vehículos. Según 3M (2019) indica como los techos que operan como bosques para limpiar el aire. Para este tipo de tejas, se usa recubrimiento de dióxido de titano que con la exposición y ayuda de luz solar fraccionan los dióxidos de nitrógeno transformando en nitrato de calcio. Otra ventaja, de estas tejas es que la lluvia se encarga de su limpieza, y una

estrategia semejante se puede manejar para la construcción de paredes que ayuden a disminuir los porcentajes de esmog.

Secado solar

Es una gran opción para anular la humedad en productos agrícolas evitando germinación de semillas, favoreciendo su conservación al reducir la aparición de hongos. Por otro lado, el secado solar ayuda a conservar alimentos, aunque se aclara que muchos de ellos no se deben secar directamente al sol para evitar afectaciones como cambios de sabor y pérdidas significativas de nutrientes. Aunque el secado a sol abierto es una opción, no es conveniente para todos los productos, en especial por los riesgos de lluvias y ataque de insectos o aves. No obstante, se consiguen técnicas de secado de las cuales existen video tutoriales y guías para fabricaciones caseras de secadores invernaderos y tipo túnel, así como productos prefabricados para facilitar dichos procesos como las adopciones de plantas solares las cuales según el nivel pueden manejar recursos energéticos híbridos para optimizar los tiempos de secado aprovechando energías alternativas.

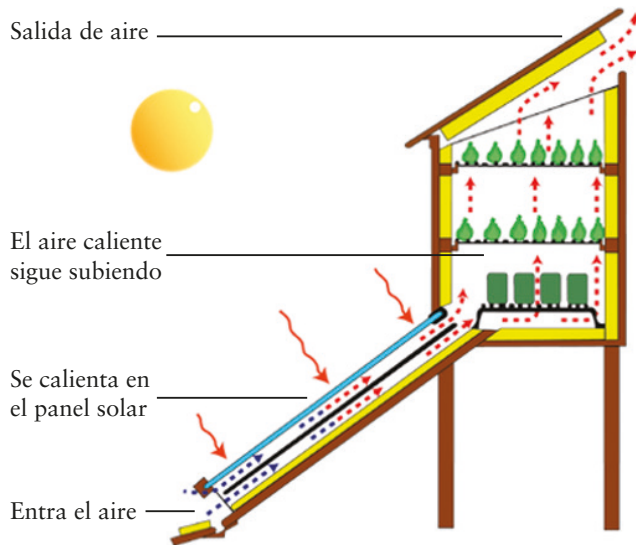


Figura 6. Secador solar con opción de fabricación casera

Fuente: Yo Reciclo (2022).

La figura 6 presenta un secador solar factible de construir de forma artesanal, la parte de color celeste corresponde con un vidrio o plástico transparente sobre el cual incide el sol llegando a una lámina negra que podría ser metálica, aunque se recomienda que sea negra porque ese color favorece la absorción de 98 % del calor solar a comparación de un 20 % cuando el color es blanco. En la figura se observa cómo las partículas de calor ascienden a la caja de secado ayudando a deshidratar los alimentos.

Techos verdes y jardines verticales

También llamados techos vivos, cubiertas ajardinadas o techos ecológicos. Facilitan la regulación de la temperatura, reducen el uso de calentadores, calefactores y refrigeradores, disminuyendo además la polución, limpiando el aire, generando conectividad ecológica, mejorando la calidad de vida y absorbiendo el ruido. Los techos verdes favorecen la biodiversidad en zonas urbanas, dado que las aves e insectos pueden encontrar espacios de descanso y de ocupación en sus travesías por la ciudad, además, en los techos verdes se pueden manejar huertas urbanas generadores de producción limpia. Sin embargo los techos verdes deben ajustarse a características constructivas las cuales pueden aumentar algunos costos iniciales, dadas las necesidades de construcciones resistentes a humedades clima y penetración de raíces. En particular la Alcaldía Mayor de Bogotá (2021) ofrece una guía para estas infraestructuras vegetativas y asesoría al respecto.

Presentación de la aplicación móvil (APP)

Cuando se habla de cultura ambiental, se hace referencia a la manera como los humanos intervienen con el medio ambiente, para entenderla es necesario iniciar por educar a través de actitudes y valores ambientales en pro de la conservación del medio ambiente (Miranda, 2013). De esta manera, el propósito es adquirir una relación más estrecha con la naturaleza para comprender el por qué se debe salvaguardar, cómo se debe manejar y a través de que estrategias se puede preservar. Así, esta es una actividad determinada como uno de los métodos de enseñanza más apropiados para la adquisición de conciencia acerca del aprovechamiento responsable de los recursos de flora y fauna.

Por lo tanto, el concepto de cultura ambiental integra entre sus propósitos favorecer la sensibilización de la población con respecto a las problemáticas que repercuten en el bienestar del medio ambiente, comprender las circunstancias e identificar las formas más propicias para enfrentarlas. Esto posibilitará la participación de las personas en el desarrollo y puesta en marcha de mecanismos que se orienten a dar respuesta a los inconvenientes que perturben la calidad del entorno. Así se convierte en un ejercicio conjunto de la población que determine las problemáticas principales que inciden en su entorno y, al mismo tiempo, su vida diaria y que inevitablemente procedan, para remediar el impacto que producen estos inconvenientes para conseguir un desarrollo sano y sostenible (Ferrer Hechavarría et ál., 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, en los escenarios formativos es fundamental enfocarse en la finalidad de actuación de los procesos enseñanza-aprendizaje para la definición de comportamientos responsables, en cuanto a la conservación responsable del medio ambiente. De esta manera, cuando se habla de conocimiento, este se ha considerado como pionero de las convicciones que incide en las conductas ambientalmente responsable. Sin embargo, diversas investigaciones en esta área han puesto en evidencia que este componente no es exclusivamente el único direccionador preventivo de actitudes de conservación del entorno, si ese fuera el caso, los diferentes centros educativos serían ejemplo para los demás tipos de organizaciones. Ahora bien, es importante destacar que cuando se busca hablar de aprendizaje significativo en este ámbito, donde se integran integren otro tipo de rasgos de las personas, tales como su ética, conducta y afectividad, el conocimiento aparece como la estrategia más pertinente, que abre oportunidades para la transformación y fortalecimiento de la cultura ambiental (Mata, 2016).

Adicionalmente, generar una cultura ambiental desde los centros educativos necesita iniciativas que proporcionen un crecimiento teórico contundente, además de un proceso estructurado e innovador de implementación en los salones de clases y en la institución educativa. Así, se asegura un método de elaboración de disposiciones culturales alternas que den respuesta a la emergencia ambiental y que generen modificaciones en la relación de los humanos con los ecosistemas. Como

resultado de este proceso, se adoptan nuevos planteamientos, procesos formativos y prácticas para salvaguardar y proteger la naturaleza desde, esencialmente, la concepción teórica, la puesta en marcha de acciones en beneficio del medio ambiente y la influencia del entorno educativo (Pascuas Rengifo et ál, 2020).

Manejo de residuos sólidos

Una de las temáticas fundamentales para la adquisición y comprensión de cultura ambiental es el manejo de residuos sólidos, estos corresponden a aquellos elementos que han sido desechados después de cumplir con su vida útil, y que usualmente, en solitario no poseen valor rentable (Rivas, 2018). De esta forma, la administración de residuos sólidos se ha transformado en una cuestión vital en Colombia dentro de un conjunto de aspectos que se encuentran estrechamente relacionados con las problemáticas ambientales. Por lo cual, el manejo de residuos es un concepto puesto en práctica en todo el ejercicio asociado con la gestión de las diferentes corrientes de residuos dentro de cada comunidad, y el propósito fundamental es gestionarlos de tal forma que sean acordes y respetuosos con el medio ambiente y la salud de la población (Montoya, 2010).

En consecuencia, la gestión de los residuos sólidos se encuentra ligada a los ámbitos de saneamiento, infraestructura, medio ambiente y salud. Es por ello, que el centro de la normatividad colombiana en este aspecto se orienta hacia esos sectores. Estas regulaciones se encargan de instaurar medidas para el almacenamiento, recolección, transporte y disposición de residuos sólidos, indistinto del lugar donde se produzca o se lleve a cabo el ejercicio. Siendo así, dentro de la política de residuos sólidos se tiene como propósitos básicos (Suárez, 2000):

- Reducir la producción de residuos.
- Incrementar el aprovechamiento regulado y consciente de los residuos producidos.
- Mejorar los servicios de eliminación, mantenimiento y disposición de los residuos.

No obstante, cuando se habla de prácticas en cuanto al manejo de los residuos sólidos, a pesar de que con el paso del tiempo estas han venido transformándose, aún quedan muchas tareas que llevar a cabo, especialmente cambiar la perspectiva de los ciudadanos, ya que estos no llegan a dimensionar los peligros ambientales relacionados con la gestión de residuos. Usualmente para el ser humano el ejercicio individual se considera como la estrategia más efectiva para mitigar las consecuencias negativas que los residuos pueden producir al ambiente. Sin embargo, la cultura sostenible de los residuos es mucho más que simples pequeñas prácticas, aquí se debe orientar a determinar métodos que reflejen resultados y ventajas de los vínculos y las sinergias probables entre los distintos participantes, así como también la puesta en práctica de alternativas más técnicas y de las diferentes relaciones que se pueden establecer en los sectores para proporcionar soluciones a una mayor escala (Cruz y Ojeda, 2013).

De esta manera, es necesario tener en cuenta la política ambiental determinada por el Estado, donde determina el impacto ambiental y el conglomerado de actividades que posibilitan establecer programas, planes y proyectos orientados hacia la protección del medio ambiente. De igual manera, la instauración de medidas de protección ante los posibles efectos negativos que puedan incidir en el entorno. Por otra parte, es necesario definir mecanismos orientados hacia la conservación de la fauna y su relación con el medio ambiente, con el propósito de salvaguardar la biodiversidad de los ecosistemas. Por lo cual se requiere fortalecer la cultura ambiental con fin de generar un nuevo paradigma en cuanto a la percepción del ser humano frente a su entorno, para que así se convierta en un actor relevante que aporte de forma efectiva al entendimiento y mitigación de las problemáticas ambientales. Siendo así, el proceso de manejo de residuos sólidos para contribuir a la preservación ambiental requiere de la integración de políticas orientadas hacia la regulación de como los gobernantes y agentes del Estado, deben actuar y, cual es el proceso para llevar a cabo en términos ambientales a nivel nacional (Rodríguez, 2011).

Aplicaciones móviles como herramientas para la adquisición de conocimiento

Cuando se habla de aplicaciones móviles, es importante tener en cuenta sus aspectos técnicos, esta estrategia tecnológica brinda a los usuarios características de accesibilidad para favorecer la comunicación entre las personas en cualquier parte del mundo, proporcionando los datos requeridos por cualquier usuario, posibilitando el aprovechamiento del tiempo en mayor parte de las situaciones (Betancurth, 2018). Seguidamente, se exponen ciertas especificaciones básicas de una aplicación móvil:

- **Diseño:** brindar un entorno intuitivo para que la aplicación sea más sencilla de usar y permita una navegación simple dentro de cada uno de los módulos dispuestos.
- **Conectividad:** proporcionar al usuario facilidades de acceso a la aplicación ya sea que se encuentre con una conexión a internet o sin ella.
- **Actualizaciones:** regularmente llevar a cabo actualizaciones que permitan incrementar la calidad, rendimiento e interacción de la aplicación.
- **Ingreso de usuario:** presentar al usuario un módulo de registro lo que facilitará el acceso a la aplicación, además de en ciertas ocasiones permitir guardar datos de los usuarios.
- **Acceso gratuito:** usualmente es beneficioso brindar al usuario acceso gratuito a la aplicación, lo que permitirá incrementar el número de descargas de esta.

En la actualidad, la utilización de dispositivos móviles dentro de las aulas se orienta en el supuesto de que, en un corto plazo, esos elementos se usarán de forma más frecuente en las instituciones educativas como estrategias de enseñanza-aprendizaje. No obstante, desde su surgimiento estos artefactos fueron desarrollados como mecanismos

de comunicación, pero durante los últimos años se han producido modificaciones en el paradigma de la educación. Los dispositivos móviles en la educación se han convertido en componentes elementales para la adquisición de conocimiento, así en relación con este capítulo su uso permite a docentes que no son expertos en temas de programación presentar a sus estudiantes aplicaciones educativas que funcionan como una herramienta pedagógica mediada por tecnología complementaria del proceso de aprendizaje (Escobar et ál., 2021).

No obstante, es necesario determinar un uso apropiado de las TIC y motivar a los maestros a hacer uso de recursos educativos, orientados en los aspectos y necesidades de sus estudiantes y, más importante aún, definir un diseño instruccional pertinente para construir conocimiento y garantizar la consecución de los objetivos de aprendizaje. Es por ello por lo que el reto más importante es lograr generar transformaciones en los aspectos metodológicos y pedagógicos de enseñanza, con el propósito de incrementar la calidad de los grados de formación de la población en los diferentes campos de la educación. Por esta razón, la tecnología proporciona una gran variedad de recursos que permiten métodos lúdicos que contribuyen en la construcción del aprendizaje, entre estos es posible destacar las aplicaciones móviles. Sin embargo, es importante resaltar que el logro de este propósito está relacionado con la habilidad para integrar la tecnología dentro de las mallas curriculares y experiencias de aprendizaje, lo que permitirá convertir el salón de clases en un ambiente apoyado por las nuevas tecnologías y el aprendizaje cooperativo (Basantes et ál., 2017).

Paralelamente, las aplicaciones móviles no solo funcionan como herramientas educativas que únicamente tienen aplicabilidad dentro de los salones de clases, en adición a esto pueden funcionar como estrategia de apoyo a los maestros para contribuir a la construcción del aprendizaje de sus estudiantes desde cualquier lugar donde ellos se encuentren (Salinero, 2017). Siendo así, es posible determinar un conjunto de especificaciones que soportan este argumento (Santiago et ál., 2015):

- A raíz de la conectividad a internet constante es posible disponer de cualquier tipo de recurso.

- Fortalecimiento del aprendizaje activo, debido a que se integran una gran variedad de elementos interactivos que pueden incentivar la participación de los estudiantes en su proceso de adquisición de conocimiento.
- Aprendizaje a medida, donde el docente puede crear y llevar a cabo planes de estudio personalizados a los requerimientos y temarios de interés de los estudiantes.
- El uso de aplicaciones móviles puede generar un ahorro considerable en cuanto a costes y gastos de papel.
- Uso de gran variedad de componentes multimedia intuitivo dentro de la aplicación móvil.
- Beneficiar la utilización del *m-learning* como estrategia de apoyo al aprendizaje.
- Incentivar la construcción e implementación de recursos educativos adecuados a este tipo de dispositivos.
- Fortalecer los procesos comunicativos entre maestro y estudiantes.
- Fomentar el aprendizaje colaborativo con redes de conocimiento.

Teniendo en cuenta lo expuesto, actualmente no tiene sentido oponerse rotundamente a la digitalización de los recursos educativos, específicamente el uso de los dispositivos móviles en las aulas, por ello es recomendable llevar un proceso incremental de integración de componentes como *mobile learning* al ejercicio diario del maestro. Así, este tipo de tecnología se expande de forma acelerada, sin embargo, es bastante complejo identificar instituciones educativas que la integren dentro de sus planes de estudios, aunque, es posible pensar que en un futuro la

educación evolucionará hacia este tipo de paradigma teniendo en cuenta el rápido desarrollo de la tecnología (Almaraz-Menéndez et ál., 2015).

A través de este capítulo se presenta información en relación con el fortalecimiento de la cultura ambiental y el manejo de residuos sólidos, a través del diseño y desarrollo de una aplicación móvil que posibilite a estudiantes de instituciones educativas de básica y media comprender la importancia y normatividad vigente de este proceso, mediante los diferentes módulos y/o servicios que en ella se disponen. Siendo así, la importancia de identificar estrategias efectivas para dar respuesta a la problemática medio ambiental actual, teniendo en cuenta que generalmente las personas muestran un mínimo interés en participar en este ejercicio, la tecnología ha sido un factor determinante para captar la atención de los estudiantes y que haya una mayor participación y motivación al aprendizaje en materia de protección ambiental (Ferrer et ál., 2004). El desarrollo de la aplicación móvil proporciona mecanismos intuitivos y de simple acceso, donde los estudiantes podrán capacitarse en esta temática y poner a prueba los conocimientos adquiridos luego de su utilización.

A modo de cierre

En este capítulo los autores tuvieron un propósito específico, a saber, la presentación de los fundamentos conceptuales en materia de temas ambientales. A su vez, los autores se centraron en exponer las problemáticas actuales consideradas como riesgos para el futuro de la humanidad. También, en identificar las causas que generan los disturbios medio ambientales. Para lo anterior, se establecieron referentes teóricos apoyados en la educación ambiental, así como en la implementación de estrategias, pedagógicas, didácticas y tecnológicas para abordar dichas problemáticas. De manera general, las estrategias pedagógicas se orientaron en aquellas que incorporaron teorías constructivistas como el aprendizaje significativo, técnicas del juego y otras actividades que permiten la incorporación en la comunidad. En lo didáctico se evidenció la integración de las TIC a los procesos de formación. En las tecnológicas, se presentan una gran diversidad de estrategias, entre

estas, las tecnologías limpias, control biológico, buenas prácticas en la agroindustria, uso de fuentes de energía renovable y farmacia verde, entre otras.

También, se toma como referente el manejo de residuos sólidos, siendo una de las problemáticas que afectan los ecosistemas estratégicos en Colombia, estableciendo su clasificación y manejo, con el fin de encontrar posibles soluciones para la mitigación de los efectos del cambio climático.

Metodología y resultados

Desarrollo metodológico

Con el ánimo de contribuir a la educación ambiental al presentar una propuesta formativa para la implementación en escenarios educativos, se realizó la presente investigación, en la cual se establecieron dos propósitos: 1) crear una conciencia ambiental informando al lector sobre los riegos y crisis ambiental, por lo anterior se estableció un marco conceptual situado en identificar esas problemáticas, pero también en conocer las estrategias que se están adelantando por parte de los países en materias de cuidado ambiental, especialmente en lo que se conoce como educación ambiental; y 2) proponer una estrategia pedagógica y didáctica en educación ambiental (EA), abordando una de las problemáticas que afectan el medio ambiente, como lo es la no correcta disposición de todo tipo de residuos.

De acuerdo con los propósitos de la investigación, en la metodología se aborda un enfoque cualitativo con un alcance descriptivo, se implementó una encuesta de percepción, en la que se pretendía conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes en materia de la gestión de residuos sólidos. Teniendo en cuenta los resultados en el diagnóstico realizado a la población objeto de estudio, se pretende identificar una estrategia pedagógica y didáctica que permita mejorar el conocimiento frente a la disposición de residuos sólidos.

Población, técnicas e instrumentos

Atendiendo que uno de los propósitos es concientizar a las poblaciones jóvenes de las instituciones educativas, se trabajó con los estudiantes de la sede A de la institución educativa Instituto Politécnico de Bucaramanga (<http://politecnico.edu.co>), ubicado en el noroccidente del municipio de Bucaramanga, quienes en su proyecto ambiental escolar PRAE buscan generar una conciencia en sus estudiantes hacia el cuidado ambiental (Instituto Politécnico de Bucaramanga, 2018), en acompañamiento de la docente que imparte los espacios de información y tecnología. La muestra de esta investigación es la no probabilística (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). La muestra estuvo constituida por 120 estudiantes del grado décimo, jornada de la mañana. El instrumento tipo encuesta estuvo conformado por 12 preguntas, de tipo cerrado, selección múltiple, y otras de tipo abierto (ver Anexo 1). Las preguntas se construyeron teniendo en cuenta la fundamentación teórica o marco referencial que se presentó en el primer capítulo.

Resultados

De acuerdo con las preguntas realizadas a los estudiantes mediante la encuesta de conocimiento en educación ambiental, a continuación, se presentan los resultados categorizados por cada una de las preguntas que conforman el cuestionario.

Tabla 4. Estrategias que consideran son más beneficiosas para mitigar el impacto de la crisis ambiental a nivel mundial

Estrategia	Número de respuestas	Porcentaje
Cuidado de la biodiversidad (flora y fauna)	82	36 %
Implementación de procesos de reciclaje	65	28 %
Acciones legales propuestas por los países	44	19 %
Manejo de residuos peligrosos y de difícil disposición	39	17 %
Total	230	100 %

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la primera pregunta: “De acuerdo con la crisis ambiental a nivel mundial, se han generado diferentes estrategias para mitigar su impacto. Seleccione a continuación las estrategias que considera son más beneficiosas”, los resultados se visualizan en la tabla 4 de la página anterior.

En la anterior tabla se observa la estrategia Cuidado de la biodiversidad (flora y fauna), la cual aparece con más frecuencia en las respuestas, representa un 36 % del total, seguida de Implementación de procesos de reciclaje con 28 %. De igual manera, la siguiente figura permite complementar visualmente los anteriores resultados, dejando ver la preocupación por el cuidado de las especies de flora y fauna.

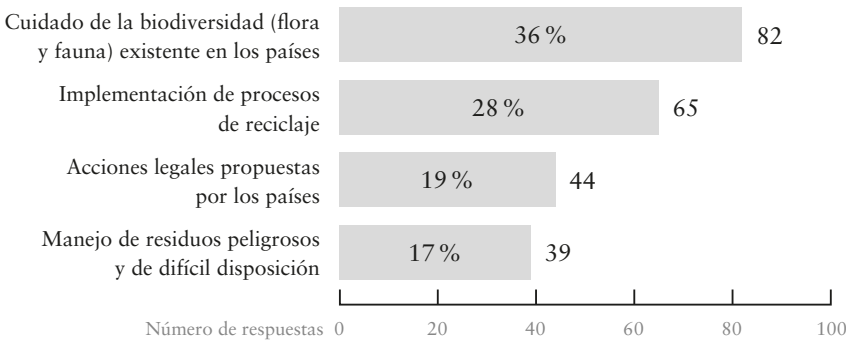


Figura 7. Estrategias para mitigar el impacto de la crisis ambiental
Fuente: elaboración propia.

Lo anterior permite identificar que se debe fortalecer la aplicación de acciones legales que se han propuesto por los diferentes países, en especial para Colombia, en muchas regiones del país, estas políticas no son de estricto cumplimiento, aunque existe la legislación en materia medio ambiental.

En cuanto a la segunda pregunta: “Conoce la existencia de ecosistemas estratégicos en Colombia, méncionelos a continuación”, los resultados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Conocimiento de la existencia
de ecosistemas estratégicos en Colombia

Ecosistemas	Número de encuestados
Arrecifes de coral, manglares y pastos marinos	16
Ambiente pelágico, litoral rocoso, playas arenosas y lagunas costeras	4
Bosques andinos, sabanas del caribe	1
Chocó, amazonas, llanos orientales y valles	1
Conservación de los páramos	1
Corales del Rosario, Isla Gorgona y Parque Tayrona	1
Cuidado de los bosques y fuentes hídricas	1
Ecosistema acuático	1
Ecosistemas de páramo, forestal y bosque. Ecosistemas de montaña y de agua dulce	1
El Amazonas	3
El cuidado del Páramo de Santurbán (Vetas, Santander)	1
El cuidado y protección de las abejas	1
El ecosistema de los nevados y los valles	1
En Colombia existen varios ecosistemas acuáticos, costeros y marinos que albergan flora y fauna. Hay bosques tropicales, sabanas, desierto, páramo, manglares, etc. Ej. Caño cristales, el desierto y la Guajira	1
Flora y fauna	1
Guardabosques	1
He escuchado sobre arrecifes de coral, manglares y pastos marinos	1
Humedales	2
La flora y fauna	1
La selva del Amazonas	1
Las fuentes hídricas, los páramos y los parques de los nevados	1

Ecosistemas	Número de encuestados
Los ecosistemas estratégicos en Colombia son los que garantizan el mantenimiento y la biodiversidad de Colombia en donde nosotros miramos los ecosistemas marinos-acuáticos, terrestres y aéreos	1
Los nevados del Tolima, Santa Isabel, Huila y del Ruíz. Zonas de Páramo: Chingaza, los PNN, la Sierra Nevada del Cocuy y de Santa Marta. La selva amazónica colombiana	1
Los páramos y las sabanas	1
Los páramos, manglares, bosques secos y la selva amazónica	15
Los valles en el Tolima	1
Páramo Chili, San Turban, Parque de los Nevados, Sierra del Cocuy, la Macarena, Sierra Nevada y Santa Marta. Chiribiquere	1
Páramo Chili, San Turban, Parque de los Nevados, Chingaza, Páramo del Cocuy y Pisba	1
Páramo de los valles del Tolima	1
Paramo de Santurbán	1
Páramo, arrecifes de coral, manglares, bosques tropicales	1
Paramo, sabana, bosques tropicales y manglares	1
Páramo, sabana, bosques tropicales y manglares	1
Páramo sabana, desérticas, bosque tropical y praderas	1
Paramos de Chili, Parra o de Santurbán. Parque de los nevados. Páramo de Cocuy. Páramo de Pizba	1
Páramos, bosques, manglares y corales	2
Páramos, manglares y bosques tropicales	1
Páramos, sabana, bosques tropicales, zonas desérticas y manglares	1
Parque Nacional Natural de los Nevados	1
Parque Nacional Natural Tayrona Parque Corales de Profundidad Distrito de manejo integrado Musichi Parque Regional la Sierpes	1
Parque Natural Taurina y Johnny Cay	1
Parque Natural Tayrona	1
Parques naturales protegidos en varias zonas de Colombia	1
Parques, mares, matorrales, desiertos y tundras	1

Continúa

Ecosistemas	Número de encuestados
Parque de los llanos orientales y algunas reservas de los océanos	1
Playas arenosas y manglares	1
Sierra de Chiribiquete	1
No conozco	35

Fuente: elaboración propia.

Del total de encuestados, el 29 % no tiene conocimiento de la existencia de ecosistemas estratégicos en Colombia, el restante 71 % si tiene conocimiento de los ecosistemas. En este sentido, se deben sensibilizar a las poblaciones de estudiantes, evidenciando que no es generalizado el conocimiento de los ecosistemas estratégicos que existen en el país.

En cuanto a la tercera pregunta: “Efectos negativos de las actividades humanas en la estabilidad del ambiente”, los resultados se presentan en la tabla 6:

Tabla 6. Efecto negativo de las actividades humanas en la estabilidad del medio ambiente

Actividad	Número de encuestados	Porcentaje
Las actividades relacionadas con el reciclaje en áreas urbanas	26	22 %
El aumento de la población humana	37	31 %
El incremento de la frontera agrícola, pecuaria y minera	57	48 %
Total	120	100 %

Fuente: elaboración propia.

El 48 % de los encuestados consideran el incremento de la frontera agrícola pecuaria y minera como un efecto negativo de las actividades humanas en la estabilidad del ambiente, en un menor porcentaje opinan que es el aumento de la población humana. De igual manera, se pueden apreciar los resultados visualmente en la siguiente gráfica.

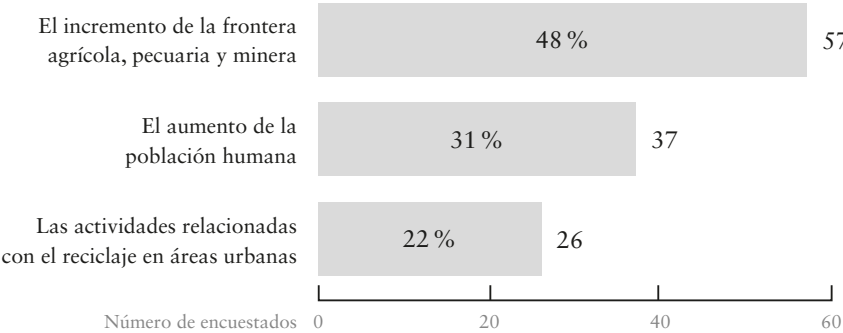


Figura 8. Efecto negativo de las actividades humanas con el medio ambiente
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la cuarta pregunta: “¿conoce los beneficios de las plantas para el medio ambiente?” los resultados se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Conocimiento de los beneficios de las plantas para el medio ambiente

Beneficios	Número de respuestas	Porcentaje
Económicos	17	6 %
Fuente primaria de alimentos	47	17 %
Medio para la biodiversidad biológica	54	19 %
Hábitat de diferentes especies	57	21 %
Oxigenación del ambiente	103	37 %
Total	278	100 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla siete se observa el número de veces del beneficio que ofrecen las plantas para el medio ambiente, este es la oxigenación del ambiente, la cual fue mencionada 103 veces, equivalente al 37 % del total de respuestas y en una menor cantidad (17 veces) lo tienen los beneficios económicos. De igual manera, se pueden apreciar los resultados visualmente en la siguiente gráfica:

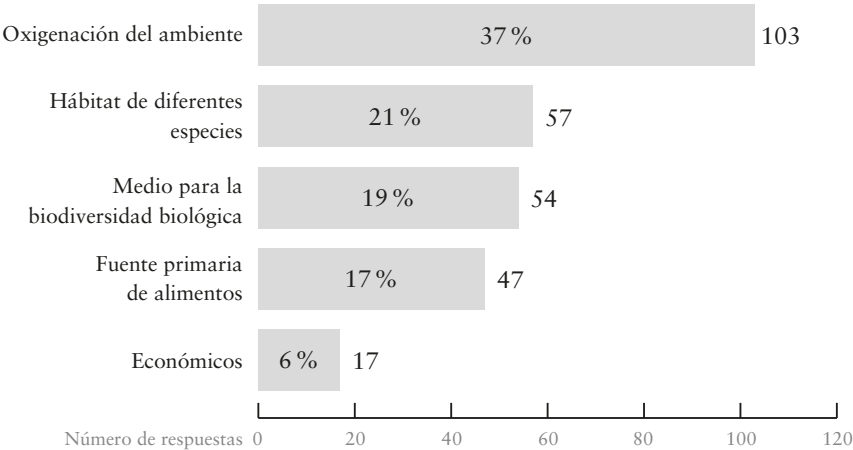


Figura 9. Conocimiento de los beneficios de las plantas en el medio ambiente
Fuente: elaboración propia.

En la anterior gráfica se puede identificar que se reconoce la biodiversidad que existe en el país, sin embargo, debería ser un conocimiento mayoritario, atendiendo que Colombia, es un país inmensamente rico en flora y fauna, según el Instituto Humboldt, se cuentan con 56 343 especies, teniendo en cuenta que varias se constituyen en especies endémicas (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017).

En cuanto a la quinta pregunta: “¿Para usted qué es el reciclaje? descríballo brevemente”, los resultados se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Definición de reciclaje según los encuestados

Definiciones
Clasificaciones de los derechos orgánicos e inorgánicos, en diferentes grupos, aprovechables y otros que no.
Clasificar los desechos para volverlos a reutilizar sosteniblemente.
Convertir residuos en nuevos productos o materia prima.
El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización. Se previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nueva materia prima y el uso de energía.

Definiciones
Es aprovechar aquellos residuos que se pueden reutilizar directamente o en la fabricación de otros productos, evitando la contaminación y el gasto excesivo de los recursos naturales.
Es convertir residuos en nuevos productos o en materia prima para su posterior reutilización.
Es cuidar nuestro planeta.
Es el proceso de recolección y transformación de materia para convertirlos en nuevos productos.
Es el proceso de separación de materiales como el plástico, papel, materiales orgánicos y vidrio.
Es el proceso donde se separa los diferentes residuos según su condición para ser aprovechables.
Es la mejor manera de ayudar el medio ambiente.
Es la transformación de materiales que se tiran a la basura.
Es reutilizar materiales mediante un proceso reduciendo así la contaminación ambiental.
Es un método por el cual se busca la mitigación de los residuos los cuales son reutilizables, orgánicos, etc. Y así poder cuidar el medio ambiente y nuestra capa de ozono que ya está muy afectada.
Hace buen uso de materiales que ya no prestan el mismo uso, pero se convierten en un nuevo elemento para otra utilidad.
Los materiales que ya no presta el mismo uso, pero se convierten en un nuevo elemento para otra utilidad.
Los materiales que ya no se usen en la casa, se reúne y se arregla y así darles otro uso donde si los aprovecharemos, bien sea para embellecer, organizadores, etc.
Mitigar las basuras y aprovechar lo que se bota.
Para mí el reciclaje es dividir los contenidos en tres canastas: botellas, papeles y residuos que no se pueden reciclar.
Par mí el reciclaje es el proceso que permite que los residuos que, en lugar de ser desechados, puede ser transformados en nuevos materiales que se pueden usar de nuevo.
Rescatar material que se considera en desecho para transformarlo y darle un nuevo uso, evitando que genere contaminación ambiental.
Reutilizar los materiales como el plástico, papel, etcétera y darle otro uso.
Saber usar bien los elementos de uso cotidiano, reutilizando lo que pueda servir y evitando el uso innecesario de elementos de un solo uso.

Continúa

Definiciones
Separación de residuos dependiendo de su composición y finalidad.
Separación de residuos y reutilización.
Separa los residuos que se genera en cada hogar de la mejor manera para ser reutilizados adecuadamente.
Una estrategia para reducir, recuperar y reutilizar desechos.
Una forma de ayuda al medio ambiente ya que muchos de los desechos de los humanos son perjudiciales para el planeta.
Una forma de cuidar el planeta.
Una forma de reutilizar lo desechos para minimizar los efectos negativos de los actos humanos que destruyen la biodiversidad y el medio ambiente.

Fuente: elaboración propia.

De igual manera, se realizó una representación visual de las palabras con los resultados de la pregunta, mediante la técnica de nube de palabras, en donde el tamaño es mayor para las palabras que aparecen con más frecuencia. Los resultados se presentan en la siguiente figura:



Figura 10. Nube de palabras frente a la pregunta “¿Para usted qué es el reciclaje?”

Fuente: elaboración propia.

En la anterior figura, se identifica que se relacionan los procesos de reciclaje principalmente con la reutilización de residuos y materiales que se identifican en un uso doméstico como papel o vidrio.

Frente a la sexta pregunta: “¿Usted realiza procesos de reciclaje en su entorno?”, en la tabla 9 se puede identificar que en un 91 % de la población encuestada realiza procesos de reciclaje.

Tabla 9. Realiza procesos de reciclaje en su entorno

Respuesta	Número de encuestados	Porcentaje
No	11	9 %
Sí	109	91 %
Total	120	100 %

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de los encuestados realizan procesos de reciclaje, esto indica que poco a poco se está tomando conciencia de la importancia del manejo y clasificación de los residuos para el cuidado del medio ambiente. Con la Resolución 2184 del 26 de diciembre del 2019, para la separación de residuos sólidos desde la fuente en tres grupos; uno con el material de plásticos, papel, vidrio, metales y cartón; el segundo con los residuos orgánicos que salen de la cocina y el tercero con material que no se puede reciclar; se están implementando varios procesos en diferentes sectores de la ciudad.

Frente a la séptima pregunta: “En la siguiente lista seleccione los beneficios que considera se generan en su entorno con los procesos de reciclaje”, los resultados se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Beneficios que se generan en el entorno con los procesos de reciclaje

Beneficios	Número de respuestas	Porcentaje
Minimización del consumo de petróleo	21	8 %
Bajo consumo de energía	34	14 %
Generar empleos	41	16 %
Evitar la deforestación	51	20 %

Continúa

Beneficios	Número de respuestas	Porcentaje
Minimizar la contaminación ambiental	104	41 %
Total	251	100 %

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con estos resultados, se observa que los beneficios que generan los procesos de reciclaje apuntan a minimizar la contaminación ambiental, evitar la deforestación y generar empleos. En la siguiente tabla, se pueden detallar las respuestas que dieron los encuestados de manera descriptiva, en la cual se evidencia que los jóvenes, si tienen conocimiento de los beneficios del reciclaje en su entorno, lo que da pie a un análisis en temas relacionados con la generación de una conciencia social.

Tabla 11. Respuestas descriptivas relacionadas con los beneficios del reciclaje

El reciclar genera empleo.
Menos contaminación de nuestros ríos.
Ahorrar energía y reducir la contaminación.
Reforestación de nacimientos y la explotación de los recursos naturales.
Ahorro de emisiones.
La producción de energía verde.
Ahorro de fertilizantes.
Disminución de producción de materias primas.
Disminuir costos de producción industrial.
Aumentar la cantidad de elementos aprovechables.
Ayudamos a mantener nuestro entorno limpio y todo el planeta.
Dejar un mejor planeta para futuras generaciones.
El reciclaje ayuda a evitar la contaminación ambiental.

Con algunos elementos de reciclaje se hacen manualidades se pueden utilizar como ingreso.
Conciencia social.
Conservación de especies.
Contribuir a conservar el medio ambiente.
Cuidado del agua.
Dar buen uso del reciclaje del plástico para evitar la contaminación de las fuentes hídricas.
Desarrollo de una cultura que busca la sostenibilidad y el cuidado de la vida.
Disminución calentamiento global.
Disminución de basura en los rellenos.
Disminución de los efectos del cambio climático.
Disminución en el gasto del agua cuando se reúsa la ropa.
Disminuir el efecto invernadero.
Disminuye la producción de bióxido de carbono.
Disminuye las basuras.
El beneficio más importante es alargar la vida del planeta.
Evita accidentes dentro de los trabajadores encargados de la limpieza.
Fabricación de nuevos productos.
Fortalece el tejido social, resulta económicamente favorable.
Genera más limpieza en nuestro entorno.
Limpiar las fuentes de agua. Mantener limpia las calles y zonas verdes.
Mejoramiento de la autoestima.
Minimiza la afectación a la flora y fauna de los diferentes ecosistemas.
Playas cero plásticos.
Recolectar botellas y reutilizarlas.
Recuperación de la capa de ozono, ingresos económicos.
Reducción de costos en la producción de nuevos envases.
No talar árboles.

Continúa

Reducir los desechos sólidos en los vertederos.
Se respira más aire saludable y no se mueren las plantas.

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que 27 de los encuestados no conocen otros beneficios diferentes a los ya conocidos. En la siguiente gráfica se presentan de manera visual los beneficios que los encuestados consideran aportan al entorno.

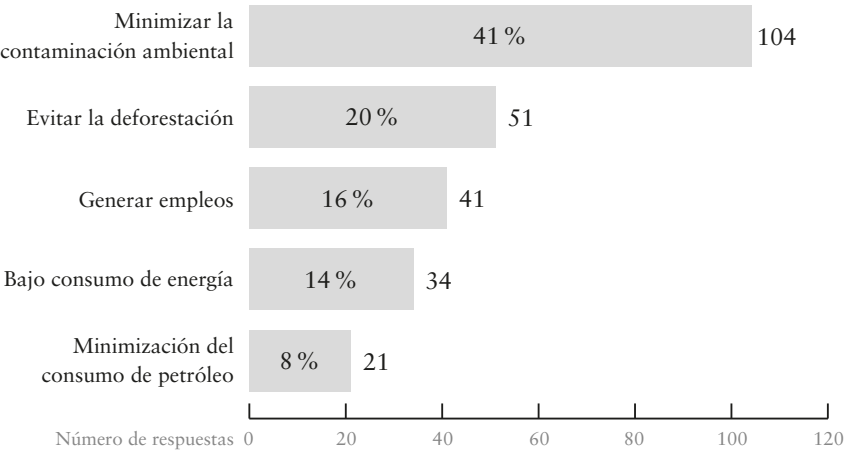


Figura 11. Beneficios que se generan en el entorno con los procesos de reciclaje
Fuente: elaboración propia.

Es evidente que los encuestados identificaron que el reciclaje es beneficioso para el mejoramiento del impacto ambiental y el cuidado de la vegetación, no obstante, e importante seguir trabajando en sensibilizar a las poblaciones en ratificar la importancia que el reciclaje genera en el cuidado ambiental.

Frente a la novena pregunta: “¿Qué tipos de residuos desecha con más frecuencia?”, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12. Tipos de residuos que desechan con más frecuencia

Residuos	Número de respuestas	Porcentaje
Plásticos	75	32 %
Papeles	73	31 %
Desperdicios de alimentos	51	22 %
Latas	28	12 %
Otros	6	3 %
Total	233	100 %

Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia en la anterior tabla, en cuanto al tipo de residuo que más desechan las personas se encuentran los plásticos, papeles, desperdicios de alimentos y en una menor cantidad las latas. Se pueden apreciar los resultados visualmente en la figura 12:

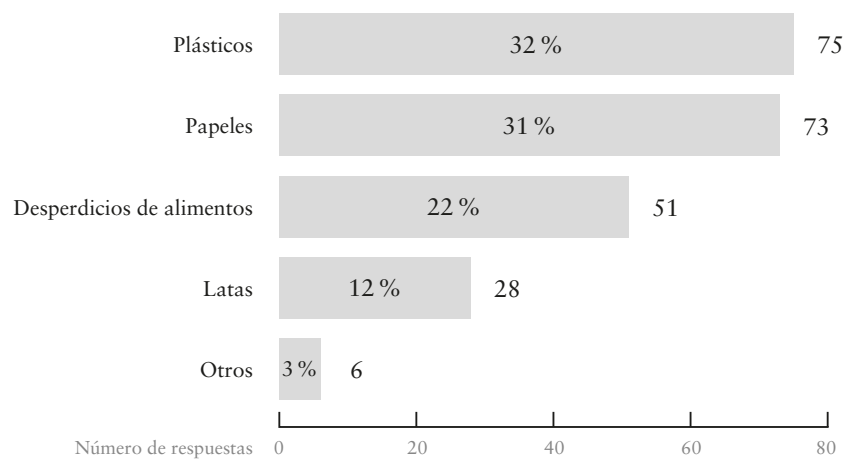


Figura 12. Tipos de residuos que son desechados con mayor frecuencia

Fuente: elaboración propia

Frente a la pregunta 10: “¿De los siguientes productos, seleccione algunos de los que se consideran más difíciles de reciclar?”, los resultados se presentan en la tabla 13.

Tabla 13. Productos que consideran más difíciles de reciclar

Producto	Número de respuestas	Porcentaje
Papel	4	1 %
Desechos de alimentos	10	3 %
Cápsulas de café	16	5 %
Plástico	17	5 %
Aceite	44	13 %
Medicamentos	48	14 %
Bombillos	62	18 %
Pañales	71	21 %
Dispositivos electrónicos	72	21 %
Total	344	100 %

Fuente: elaboración propia

Para los encuestados los productos más difíciles de reciclar son los dispositivos electrónicos, pañales, bombillos, medicamentos y aceites. Quizás lo anterior se deba a que no tienen conocimiento de los diferentes puntos donde se pueden depositar estos elementos. Se pueden apreciar los resultados visualmente en la siguiente figura:

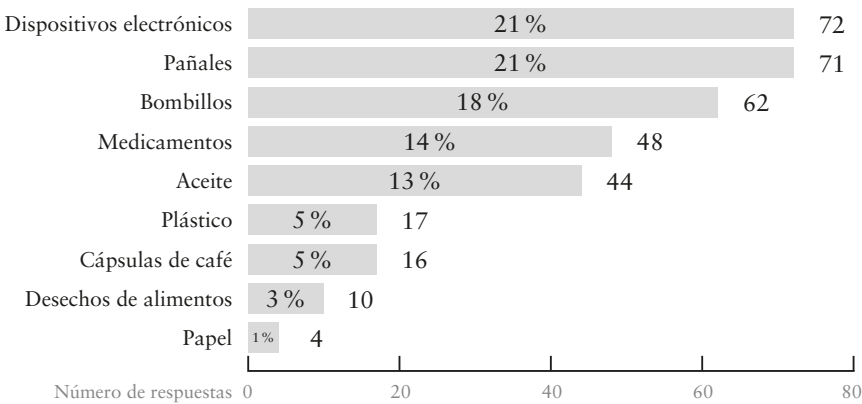


Figura 13. Productos que se consideran más difíciles de reciclar

Fuente: elaboración propia.

Frente a la pregunta 11: “¿Conoce de la existencia de material que es clasificado como peligroso para su proceso de reciclaje?” los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 14. Conocimiento de la existencia de material que es clasificado como peligroso para su proceso de reciclaje

Material peligroso	Número de encuestados	Porcentaje
Dispositivos electrónicos	28	23 %
Material radioactivo	53	44 %
Medicamentos	11	9 %
Productos químicos de limpieza	17	14 %
Tejido humano o animal	11	9 %
Total	120	100 %

Fuente: elaboración propia

El 44 % de los entrevistados conoce que el material radioactivo es clasificado como peligroso para su proceso de reciclaje, al igual que los dispositivos electrónicos y productos químicos de limpieza. En un menor porcentaje están los medicamentos y el tejido humano o animal. De igual manera, se pueden apreciar los resultados visualmente en la siguiente figura:

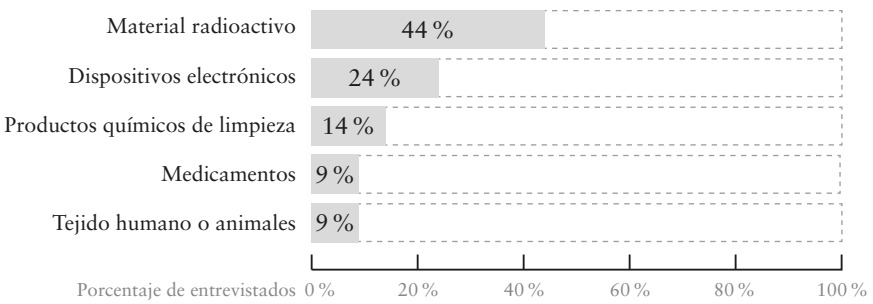


Figura 14. Conocimiento de la existencia de material clasificado como peligroso en su proceso de reciclaje

Fuente: elaboración propia.

Se debe considerar la inclusión de campañas de sensibilización que permitan incorporar conocimientos de residuos peligrosos, en la gráfica anterior se identifica que en un gran porcentaje se relaciona el material peligroso con el radioactivo, pero se dejan de lado, otros tipos de materiales como los electrónicos, los medicamentos, o los de tejido humano o animal.

Frente a la pregunta 12: “¿Conoce el proceso para reciclar material peligroso? por ejemplo, un medicamento”, los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 15. Conoce el proceso para reciclar material peligroso

Clasificación	Número de encuestados	Porcentaje
No	87	73 %
Sí	33	28 %
Total	120	100 %

Fuente: elaboración propia.

El 73 % de los encuestados no conocen el proceso para reciclar material peligroso, lo cual indica que se deben hacer campañas para que toda la ciudadanía conozca los procesos y así ponerlos en práctica, ya que esto ocasiona un riesgo para los recicladores y el personal que maneja las basuras.

A modo de cierre

Los resultados de la aplicación de la encuesta en conocimiento ambiental permiten evidenciar, que en la población de estudiantes se identifica un conocimiento en materia de manejo y disposición de residuos. Considerando que es una población específica, en la cual se consideró abordar la educación ambiental, atendiendo a que hace parte de su proyecto educativo y del PRAE. Por lo anterior, para la institución educativa Instituto Politécnico de Bucaramanga (Santander, Colombia), constituye un aporte significativo en cuanto da respuesta a los propósitos de la institución educativa, a su vez, se busca generar una conciencia

ambiental en una población de jóvenes que más adelante empezarán a incorporar esas buenas prácticas en sus hogares. Por lo anterior, se busca con pequeñas acciones, generar conciencia ambiental, que pueda convertirse en una fuerza común para el mejoramiento ambiental.

Propuesta formativa para la implementación de una cultura ambiental en escenarios formativos

Propuesta formativa para la implementación de una cultura ambiental

De acuerdo con los resultados derivados de la encuesta en conocimiento en educación ambiental se refleja que existe un conocimiento general por parte de los estudiantes en materia de gestión y manejo de residuos sólidos. No obstante, se presenta desconocimiento en otra parte de la población objeto de estudio, frente a los procesos y beneficios del reciclaje. También se desconoce lo relacionado con el manejo y disposición de residuos clasificados como peligrosos o nocivos. Según lo expresado en las encuestas, se considera relevante la implementación de estrategia que permitan la generación de una cultura ambiental, para el alcance de esta investigación se sitúa en una de las problemáticas que afectan los ecosistemas estratégicos como lo es el manejo de los residuos sólidos. Ahora bien, de acuerdo con la revisión documental en los referentes teóricos, en cuanto a la exploración de estrategias pedagógicas y didácticas, se identificaron 15 estrategias pedagógicas y didácticas, de las cuales se identificó la implementación de las TIC en la educación, a propósito de la motivación que ejercen este tipo de mediaciones tecnológicas en el aprendizaje (Del Prete et ál., 2018, pp. 69-80). Finalmente,

se seleccionaron las aplicaciones móviles teniendo en cuenta que la mayoría de los estudiantes cuentan con un dispositivo electrónico móvil.

Descripción diseño de la aplicación móvil (APP)

La cultura ambiental se contempla como un proceso que propicia la comprensión del vínculo existente entre el humano, la sociedad y el entorno que lo rodea, estableciendo comportamientos de conservación, respeto y apreciación del medio ambiente (Pascuas Rengifo et ál., 2016). La aplicación móvil que se desarrolló en el marco del proyecto tiene como propósito presentar una estrategia educativa, que permita instruir a jóvenes de básica y media en valores de protección de su entorno a través de una herramienta tecnológica y la adquisición de conocimiento.

Para la elaboración del entorno virtual se tuvo en consideración temáticas dirigidas a educar y concientizar en relación con el manejo de residuos sólidos y su respectiva normativa. En tal sentido, se hizo necesario tomar como referencia el *Gamification Model Canvas* que permite, principalmente, facilitar la comprensión del diseño de la aplicación móvil en relación con el perfil de los usuarios y la estética, dinámica y componentes que la integran en relación con el propósito educativo (Escribano, 2017). De ahí que, para contribuir con el diseño y delimitación de la propuesta, inicialmente se desglosaron los componentes que harían parte de la aplicación en nueve secciones (Pascuas Rengifo et ál. 2020).

En primer lugar, se determinaron las metas y propósitos que se querían alcanzar con la herramienta tecnológica, posteriormente se definió el público objetivo, los comportamientos previstos, las características o elementos que incorporaría, el proceso de trazabilidad de uso, los obstáculos posibles en su utilización y finalmente la apariencia visual de la aplicación. De esta manera, en la siguiente figura se exponen los componentes descritos anteriormente que integran el proceso de diseño de aplicación denominada Eco-educación.

Dinámica Progreso por módulos. El estudiante podrá realizar una prueba de conocimiento que le permitirá validar la adquisición de aquellos conceptos relevantes expuestos en la explicación.	Componentes Prueba de conocimiento adquirido luego de hacer uso de los modulos: Manejo de residuos sólidos y normatividad.	Objetivo Desarrollar una aplicación móvil que contribuya al desarrollo de la cultura ambiental de los jóvenes de básica y media a través del manejo de residuos sólidos y conocimiento de la respectiva normatividad.	Estética Logotipo ECO-EDUCACIÓN  ECO-EDUCACIÓN <i>Fortalecimiento de una cultura ambiental</i>	Público objetivo Estudiantes de instituciones educativas de básica y media.
	Mecánica Videos. Infografías. Test.		Comportamiento Comportamientos positivos y adquisición de conciencia frente a la conservación y protección del medio ambiente.	
Trazabilidad (Monitoreo) Registro de los usuarios para poder ingresar a la aplicación.			Obstáculos implementación Falta de motivación e interés en la temática. Ausencia de dispositivos móviles para su uso.	

Figura 15. Gamification Model Canvas: Eco-educación

Fuente: elaboración propia.

Partiendo del modelo anterior, el propósito que direcciona la interacción de los usuarios con la aplicación es fortalecer la cultura ambiental a través del conocimiento y sensibilización con respecto al manejo de residuos sólidos, y la normatividad vigente en Colombia. De esta manera, el desarrollo estuvo orientado bajo tres premisas puntuales: motivar a los usuarios a través un entorno interactivo y atractivo visualmente, proporcionar infografías y elementos multimedia que faciliten la adquisición de conocimiento y finalmente evaluar lo aprendido a través de una actividad final que clasifique el grado de comprensión y apropiación de la temática expuesta.

Desarrollo y definición de la APP

La aplicación se desarrolló haciendo uso de tecnologías tales como APP Inventor, la cual permite crear aplicaciones móviles sencillas, pero completamente funcionales para dispositivos con sistema operativo *Android* o *iOS*, mediante un entorno visual e intuitivo, que opera a través de un lenguaje de programación orientado en bloques (Space Techies, 2020). Esta es una tecnología desarrollada inicialmente por *Google*, pero

actualmente administrada por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) que posibilita crear aplicaciones móviles sin requerir de conocimientos o habilidades avanzadas de programación. Por otro lado, en cuanto al proceso de almacenamiento del registro de usuarios dentro de la aplicación, se hizo uso de *Firebase* como base de datos, la cual posibilita la realización de consultas y almacenamiento de datos en tiempo real, por lo cual, si se lleva a cabo alguna modificación, enseguida esta se va a hacer presente para el usuario, lo que facilita que la información actualizada se encuentre siempre disponible cada vez que sea necesario (Castillo y Castro, 2021).

De esta manera, para el proceso de desarrollo se tuvieron en consideración los parámetros de la metodología *Scrum* para el trabajo iterativo. Así, se ejecutaron las siguientes etapas:

1. Definición de requerimientos de la APP: se identificaron tanto requerimientos funcionales y no funcionales como insumo principal para el desarrollo de la aplicación, y obtener un panorama claro de recurso tecnológico a presentar al público objetivo.
2. Iteración 1: definición de una interfaz gráfica dinámica y de los componentes que integrará la aplicación.
3. Iteración 2: desarrollo de la lógica de programación de la aplicación móvil y generación de un archivo ejecutable para instalación en los dispositivos móviles.
4. Implementación: verificación del proceso de instalación de la aplicación en los dispositivos y evaluación de funcionamiento.

Teniendo en cuenta el mapa de ruta de desarrollo anterior, fue necesario partir de una definición de requerimientos que orientaran el adecuado proceso de construcción de la estructura y módulos que integrarían la aplicación, además de las temáticas y contenidos relevantes para los usuarios que producen más impacto en ellos. De esta forma, en la siguiente tabla se especifican los requerimientos funcionales que

representan todo lo necesario para que la aplicación móvil realice sus objetivos principales.

Tabla 16. Requerimientos funcionales Eco-educación

ID	Descripción
RF 1	El usuario debe poder identificar una clara conceptualización de los elementos ligados al fortalecimiento de la cultura ambiental.
RF 2	El usuario podrá interactuar en un entorno donde se podrá desplazar a través de diferentes componentes de aprendizaje teórico.
RF 3	El usuario contará con unos ambientes diversos para interactuar dentro de la aplicación.
RF 4	La secuencia de la aplicación debe desarrollarse orientada a la temática que se quiere transmitir, clara, coherente y correctamente definida.
RF 5	Incorporar correctamente las opciones disponibles dentro de la aplicación, al formar parte de la interfaz gráfica de usuario deben ser amigables y orientadas por los objetivos principales determinados.
RF 6	La aplicación móvil propone ejercicios evaluativos a los estudiantes que tengan sentido en el entorno planteado y desafiándolo a evaluar su conocimiento.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en la siguiente tabla se detallan los requerimientos no funcionales de la aplicación que corresponden a todos aquellos que integran la idea principal de la herramienta tecnológica, permitiendo mejorar la experiencia del usuario.

Tabla 17. Requerimientos no funcionales Eco-educación

ID	Descripción
RNF 1	Conseguir una interfaz gráfica original, propia e intuitiva.
RNF 2	Compatibilidad con el sistema operativo Android de los dispositivos móviles.

Continúa

ID	Descripción
RNF 3	El videojuego contendrá las herramientas necesarias para que el usuario tenga una experiencia significativa a través de uso.
RNF 4	La aplicación debe estar en la capacidad de dar respuesta eficiente a las instrucciones dadas por el usuario minimizando el tiempo de respuesta entre el usuario y el dispositivo.

Fuente: elaboración propia.

Presentación e implementación de la APP

La forma en la que el usuario interactúa con los elementos que componen la aplicación móvil, está determinada por diferentes escenarios. En la siguiente figura se presenta el menú de ingreso y principal. El menú de ingreso está conformado por dos botones principales: ingresar, y registro, es importante resaltar que esta información se encuentra almacenada dentro de un servidor *firebase*. Posterior al ingreso en el menú principal se presentan tres módulos: manejo de residuos sólidos, normatividad y pon a prueba tu conocimiento, además del botón de salida que redirecciona al usuario nuevamente al menú de ingreso.



Figura 16. Menú de inicio/ingreso Eco-educación

Fuente: elaboración propia.

En la anterior figura se presentan los tres módulos principales que integran la aplicación móvil. De esta manera, en la sección de manejo de residuos sólidos, se exponen los conceptos fundamentales de clasificación, descripción y gestión de este tipo de residuos a través de elementos multimedia y organizadores gráficos. Paralelamente, el apartado de normativa pone en evidencia las regulaciones vigentes en Colombia en cuanto al manejo de residuos sólidos, además de un video orientativo acerca del plan de gestión integral de residuos definido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Finalmente, en el módulo didáctico se presenta un componente tipo test que permitirá evaluar el grado de apropiación y conocimiento de los usuarios en cuanto a las temáticas presentadas en los componentes previos.



Figura 17. Módulos Eco-educación

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta lo anterior, se desarrolló esta aplicación móvil como estrategia de aprendizaje, en la que se pusieron en práctica nociones orientadas hacia el fortalecimiento de la cultura ambiental, precisando en temáticas relacionadas con el manejo de residuos sólidos. De

esta manera, el diseño y estructura de la aplicación tuvo presente una interfaz gráfica adecuada que permite una fácil navegación y entendimiento a través de los distintos módulos dispuestos. En consecuencia, Eco-educación se puede clasificar como un recurso tecnológico educativo, a causa de que permite el fortalecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje de temáticas ambientales orientadas hacia la conservación del entorno mediante la ilustración de conceptos, estrategias gráficas y multimedia, así como la evaluación, motivando a los estudiantes a participar en su proceso de adquisición y aplicación de conocimientos en su vida diaria (Bohórquez, 2022).

Componentes pedagógicos y didácticos

En esta teoría se propone que el aprendizaje es activo, por el contrario de otros modelos no involucra elementos pasivos. El proceso formativo se construye por parte del estudiante, quien es el eje central de la formación, dicho en otras palabras, construyen conocimientos por sí mismos. Cada uno individualmente construye significados a medida que va aprendiendo (Hernández, 2008). En este sentido, el diseño de la aplicación móvil incorpora elementos desde la gamificación que dan cuenta del aprendizaje activo que se puede incorporar con la mediación tecnológica. En este apartado se menciona que el aporte pedagógico se orienta en las teorías constructivistas, especialmente en los elementos del aprendizaje significativo, y la gamificación con sus elementos dinamizadores en la construcción de la aplicación.

A modo de cierre

Actualmente se habla de la sociedad del conocimiento y la sociedad de la información, las cuales han permeado los escenarios educativos por la implementación de tecnologías de la información y la comunicación. Son diversas las tecnologías que permiten innovar en los procesos de formación en los escenarios educativos. Así, es posible que se involucren diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes, las generaciones actuales de los niños, niñas y jóvenes tienen diferentes formas de aprender, y en este sentido los diferentes modelos educativos deben dar respuesta ante estas situaciones proporcionando espacios que permitan

la apropiación del conocimiento de una manera didáctica y pedagógica, mediante el uso de herramientas digitales o recursos educativos abiertos. Para el caso del presente proyecto, se incorporó el uso de aplicaciones móviles, lo cual tiene dos propósitos, motivar a los estudiantes en el conocimiento ambiental, pero también lograr un mayor cubrimiento por acceso y disponibilidad que tiene cada estudiante de un dispositivo electrónico.

Conclusiones

Actualmente se evidencian en los diferentes ecosistemas colombianos, fenómenos de fragmentación de estos, pérdidas de los corredores biológicos y de la biodiversidad, degradación de los suelos y pérdidas aceleradas de las coberturas vegetales por la ampliación desordenada de la frontera agropecuaria y actividades mineras ilegales, industriales, entre otras; las cuales además, traen otras consecuencias como contaminación del agua y de la atmosfera, posibles afectaciones de la salud humana y explotación indiscriminada de los recursos forestales protectores; especialmente de los bosques de galería en las diferentes micro cuencas a lo largo del territorio nacional; han generado, pérdidas de los hábitats, fundamentales para el sostenimiento de diferentes especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

El deterioro ambiental resultado de las actividades agropecuarias en muchos casos ha alcanzado puntos de no retorno, ejemplo de ello son los procesos de desertificación que se adelantan en algunas zonas del país. Siendo los ecosistemas de páramos y los bosques circundantes de montaña y alta montaña los más afectados en Colombia por las mencionadas actividades antrópicas, con altas tasas de deforestación y concentración de los centros poblados en la zona andina; lo que aumenta la probabilidad de conflictos ambientales por la oferta y demanda del agua y otros recursos naturales. Se adjudica también a la falta de planeación y ordenamiento del territorio, el deterioro de los bosques protectores y sus comunidades bióticas asociadas en las diversas microcuencas del país, lo que no permite generar la formulación

de estrategias y proyectos derivadas de estas, que permitan recuperar las coberturas de bosques de los ecosistemas en estado de disturbio.

Las actividades agropecuarias son una de las principales causas de degradación de los ecosistemas; sin embargo, no se puede perder de vista el papel de estas actividades desde el punto de vista de cultural y como fuente de vida de las comunidades campesinas colombianas, que cuenta con una baja oferta tecnológica, lo que de una parte, no los hace más competitivos en el actual panorama local ni global y de otra es pobre la incorporación de tecnologías limpias que aseguren una actividad productiva con altos rendimientos pero asegurando la explotación de los recursos naturales de forma sostenible.

Igualmente es importante considerar que el sector agropecuario requiere ser desarrollado de manera eficiente, para así poder contribuir al desarrollo económico de los municipios colombianos, partiendo que dicho desarrollo debe hacer uso de los recursos naturales de forma tal que estos sean aprovechables por las futuras generaciones de nativos. Algunas tecnologías que lentamente están siendo incorporadas, son aquellas reutilizan los residuos de un primer proceso productivo como materia prima en otro sistema productivo, tal es el caso de la acuaponía, la producción de hongos comestibles y la utilización de residuos orgánicos para producción de biogás.

En otros escenarios, como hemos visto en esta publicación, mediante la bioprospección se han seleccionado microorganismos y organismos para el desarrollo de bio-plaguicidas, los cuales contribuyen de forma consistente al control de plagas y enfermedades en los cultivos de forma sostenible, o el uso de microorganismos, plantas o ambos combinados, para la biorremediación de suelos, agua y aire contaminados por metales pesados, hidrocarburos y moléculas de síntesis orgánicas (plaguicidas, disolventes entre otros). Los centros de investigación y las universidades deben seguir desarrollando e incrementando las capacidades endógenas de ciencia y tecnología, para el desarrollo de nuevas tecnologías que contribuyan a la solución de problemas ambientales a lo largo del territorio nacional.

Cuando se hace referencia a la integración de las tecnologías con los procesos educativos, en este caso el fortalecimiento de la cultura ambiental se desempeña como un ejercicio consciente que tiene como

finalidad apoyar a la transformación de comportamientos y actitudes frente a la conservación del medio ambiente y al correcto manejo de residuos sólidos. De esta manera, la estrategia didáctica mediada por la tecnología denominada *Eco-educación* estuvo direccionada hacia la producción de conocimiento en material ambiental y la generación de buenas prácticas orientadas a salvaguardar el entorno natural, con el objetivo de dar respuesta a las metas de investigación trazadas. Además, a partir del análisis realizado a la viabilidad de la implementación de la aplicación móvil dentro del entorno educativo, fue posible determinar que en la actualidad, jóvenes y adultos se encuentran dispuestos a utilizar nuevas tecnologías ya sea por necesidad o agrado, por lo cual proporcionar una alternativa de aprendizaje móvil dentro de esta nueva sociedad de la información, y que a su vez, integre aspectos diferenciadores, hace que esta herramienta se convierta en un componente relevante e innovador, dentro del sector educativo como una estrategia de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro de la cultura ambiental.

En este sentido las tecnologías son un componente diferenciador y motivador en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Especialmente, porque se requiere generar una cultura ambiental desde las instituciones educativas, entendiendo que los temas ambientales son complejos, especialmente en edades tempranas. Se busca la incorporación de estrategias que permitan a los estudiantes incorporar el lenguaje ambiental, para garantizar su apropiación, y que les permita que lo repliquen en sus hogares y entornos. Especialmente, las aplicaciones móviles, son muy bien acogidas por las poblaciones en edades tempranas. Los beneficios de las aplicaciones móviles en los contextos educativos, ya se han descrito por diversos autores, entre estos se tienen: la contextualización del aprendizaje gracias a la ubicuidad que permiten los dispositivos móviles, los componentes lúdicos que facilitan la motivación y aprendizaje por parte del estudiante, permiten la flexibilización del aprendizaje, se incorporan estrategias didácticas saliendo de los tradicionales metodologías educativas, facilitan espacios de conectividad constante y efectiva, propician la generación de nuevas habilidades de participación y apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes.

De igual manera se destaca el aporte del constructivismo desde el aprendizaje significativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se identifica que por medio del uso de tecnologías se pueden mejorar los procesos formativos, pero especialmente motivar el interés de los estudiantes, en este caso hacia la generación de una cultura ambiental. En cuanto a los estudiantes del Instituto Politécnico en Bucaramanga (Santander, Colombia), la cual se constituyó en la población que se intervino, se considera que los estudiantes participaron activamente en el diagnóstico en temas ambientales, que permitió evidenciar el conocimiento en el manejo y gestión de residuos sólidos, atendiendo que fue la problemática que se toma para iniciar con la implementación de estrategias para la generación de una conciencia ambiental, como uno de los propósitos del proyecto de investigación denominado *Serious Games* para el fortalecimiento de la cultura ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos en Colombia, que se propuso en las convocatorias internas de investigación para ejecución en el 2022, por parte de los docentes investigadores, de la decanatura de educación abierta y a distancia, de la Universidad Santo Tomás. Los anteriores resultados del diagnóstico en temas de conocimiento ambiental permitieron establecer un referente para la construcción de la aplicación móvil, y los contenidos en el manejo y gestión de residuos sólidos.

Finalmente, para dar respuesta frente a los propósitos que orientaron la construcción del presente libro, *Serious Games* para el fortalecimiento de la cultura ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos en Colombia, y que hacen parte de la investigación, los autores se permiten precisar que, por una parte, en cuanto a la creación de una conciencia ambiental en los riegos y crisis ambiental, en el marco referencial que se estableció, se presentan las problemáticas que más inciden en el cambio climático, se destaca que se escriben con términos que pueden ser interpretados por diferentes tipos de públicos, especialmente el de los niños, niñas y jóvenes. También se orientó hacia los docentes que se encuentren interesados en llevar a cabo estrategias pedagógicas y didácticas en sus escenarios formativos, implementando la tecnología. En un segundo propósito, se concibió el uso de una estrategia pedagógica y didáctica en EA, abordando una de las problemáticas que afectan el medio ambiente, como lo es la no

correcta disposición de todo tipo de Residuos, para lo anterior, se propuso una aplicación móvil APP para orientar a los estudiantes en los gestión y manejo de los residuos, teniendo en cuenta que este tipo de dispositivos son motivadoras para los estudiantes pero también por su fácil acceso permitirán mayor cobertura en las poblaciones con limitado acceso a internet.

Anexo. Encuesta de conocimiento de educación ambiental

Consulte el siguiente link: <https://acortar.link/K1NTgu>

Referencias

- 3M. (2021, 22 de abril). *Wonder Stories: Techos como bosques*. [Video] Facebook 3M <https://www.facebook.com/watch/?v=367706517822345>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2021). *Infraestructura Vegetativa: Techos verdes y jardines verticales*. Secretaría de ambiente. https://ambientebogota.gov.co/documents/10_184/411_743/Gu%C3%ADa+Tecnica+Infraestructura+Vegetada+2021.pdf
- Almaraz-Menéndez, F., Maz-Machado, A. y López, C. (2015). Tecnología móvil y enseñanza de las matemáticas. *Revista de Educación Matemática*, 32(91), 77-86. <http://funes.uniandes.edu.co/18183/1/Almaraz2015Tecnologia.pdf>
- Álvarez, C. y Rodríguez, C. (2018). Ecosistemas criminales: hábitats para la convergencia y la globalización desviada. *Revista Científica General José María Córdova*, 16(24), 5-30. <https://revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/article/view/352>
- Amador-Jiménez, M., Millner, N., Palmer, C., Pennington, R. y Sileci, L. (2020). The Unintended Impact of Colombia's Covid-19 Lockdown on Forest Fires. *Economía ambiental y de recursos*, 76(4), 1081-1105. https://link.springer.com/article/10.1007/s10_640-020-00_501-5
- Amenós, J. (2020). Pandemia y huida de las aglomeraciones. La nueva demanda de alojamientos en entornos menos densos y en contacto con la vegetación y fauna. *Derecho Animal*, 11(4), 33-40. <https://revistes.uab.cat/da/article/view/v11-n4-amenos/533-pdf-es>
- Arias, A., Rivera, M., Roldán, A., Aceves, L., Quintero-Lizaola, R. y Hernández, J. (2017). Uso de *Leersia hexandra* (Poaceae) en la fitoremediación de suelos contaminados con petróleo fresco e Intemperizado. *Revista de Biología Tropical*, 65(1), 21-31. http://dx.doi.org/10.15_517/rbt.v65i1.22967

- Banco Mundial. (2019, 6 de marzo). *Convivir con basura: el futuro que no queremos*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos>
- Barrera, J., Carrascal, J., Numa, S. y Cantor, F. (2013). Compatibilidad de *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) con productos comerciales en condiciones de laboratorio. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2), 265-270. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X201300020004&lng=en&tlng=es
- Basantes, A., Naranjo, M., Mónica, G. y Benítez, N. (2017). Los dispositivos móviles en el proceso de aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. *Formación Universitaria*, 10(2), 79-88. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000200009>
- BBC News. (2019, 3 de abril). ¿Cómo afecta a tu cuerpo la contaminación del aire? BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47786425>
- Bernal, H. y Mesa, C. (2022). *Plantas medicinales endémicas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Royal Botanic Gardens Kew. https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=puj_002
- Betancurth, M. (2018). *Desarrollo de una aplicación móvil que brinde información turística de la cuenca media rural y alta del río Otún en el departamento de Risaralda*. Universidad Católica de Pereira. <http://hdl.handle.net/10785/5012>
- Bohórquez, G. (2022). Diseño de un videojuego educativo como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas en estudiantes de primer ciclo escolar. *CITAS*, 8(1). <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/citas/article/view/7573/7007>
- Castells, X. y Bordas, S. (2012). *Energía, Agua, Medioambiente territorialidad y sostenibilidad*. Diez Santos.
- Castillo, E. y Castro, J. (2021). *Desarrollo de la aplicación móvil soy eco para orientar al usuario en la gestión integral de los residuos sólidos* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria del Meta]. Repositorio Digital Corporación Universitaria del Meta. <https://repositorio.unimeta.edu.co/handle/unimeta/441>
- Cochero, J. (2018). AppEAR: Una aplicación móvil de ciencia ciudadana para mapear la calidad de los hábitats acuáticos continentales. *Ecol. austral*, 28(2), 467-479. <https://doi.org/https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.686>

- Colombia. Ley 2153 de 2021. Por la cual se crea un sistema de información, registro y monitoreo que permita controlar, prevenir y evitar el tráfico ilegal de fauna y flora silvestre en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. Agosto 25 de 2021. D. O. núm. 51 777.
- Colombia. Resolución 2184 de 2019. Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. Diciembre 26 de 2019. D. O. 51 777.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2017, septiembre). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2017: la dinámica del ciclo económico actual y los desafíos de política para dinamizar la inversión y el crecimiento*. CEPAL. https://www.cepal.org/es/publicaciones/42_001-estudio-economico-america-latina-caribe-2017-la-dinamica-ciclo-economico-actual
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020, 4 de agosto). *El rol de los recursos naturales ante la pandemia por el COVID-19 en América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/enfoques/rol-recursos-naturales-la-pandemia-covid-19-america-latina-caribe>
- Corkery, M. (2019, 22 de marzo). *Crisis del reciclaje: ciudades de EE. UU. lo abandonan por disparada de costos*. El País. <https://www.elpais.com.uy/el-empresario/crisis-reciclaje-ciudades-ee-uu-abandonan-disparada-costos.html>
- Cruz, S. y Ojeda, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación*, 29(3), 7-8.
- Del Prete, A., Cabero, J. y Halal- Orfali, C. (2018). Motivos inhibidores del uso de Moodle en docentes de educación superior. *Campus Virtuales*, 69-80.
- Díaz, I., González, C. y Sención, E. (2017). Granjas verticales: una respuesta sostenible al crecimiento urbano. *Prisma tecnológico*, 7(1), 3-6. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/1255>
- Ducura, L., Rodríguez, A., Niño, J. y Fernández, F. (2020). Material educativo gamificado para la enseñanza-aprendizaje de conceptos de ecología en estudiantes de educación media. *Redipe*, 9(6), 144-156. <https://doi.org/https://doi.org/10.36260/rbr.v9i6.1008>
- Dzambeya, L. y Andarcio, E. (2020). *Estrategias pedagógicas en la educación ambiental*. CIFAM.
- ECODUO. (2022) *¿Cuáles son los tipos de Residuos Sólidos?* ECODUO. <https://ecoduo.org/tipos-residuos-solidos/>

- El Tiempo*. (2021, 15 de octubre). *Diez animales en peligro de extinción en Colombia*. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/animales-que-se-encuentran-en-peligro-de-extincion-en-colombia-483588>
- Escobar, J., Baena, R., Giraldo, B., Macea, M. y Castaño, S. (2021). Modelo de desarrollo para la construcción de aplicaciones móviles educativas. *Instituto Tecnológico Metropolitano*, 24(52), 1-26. <https://doi.org/10.22430/22565337.2065>
- Escribano, F. (2017). Gamification Model Canvas Evolution for Design Improvement: Player Profiling and Decision Support Models. *Fundación Iberoamericana Del Conocimiento*, 1-6. <http://dx.doi.org/10.1145/12345.67890>
- Fernández, M. (2018). Un nuevo conflicto: el oscurecimiento global. *Ambio-ciencias*, (5), 32-40. <https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Oscurecimiento-global.pdf>
- Ferrer, B., Menéndez, L. y Gutiérrez, M. (2004). La cultura ambiental por un desarrollo sano y sostenible. La experiencia de Cayo Granma. *Revista Electrónica*, 59-80. https://cursos.clavijero.edu.mx/cursos/191_gdpf/modulo3/tareas/documentos/Estudio_de_caso_3.pdf
- Flórez, G., Velásquez, J. y Arroyave, M. (2017). Formación ambiental y reconocimiento de la realidad: dos aspectos esenciales para la inclusión de la educación ambiental en la escuela. *Revista Luna Azul*, <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.45.19>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *Portal de suelos de la FAO*. FAO. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/acid-soils/en/>
- Francisco (24 de mayo de 2015). *Carta encíclica Laudato Si sobre el cuidado de la casa común*. https://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html
- García, J. (2012). La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. *Revista Educación*, 36(1), 1-24. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44023984007>
- García, P. (2019). Compatibilidad de un aislamiento del género *Trichoderma* con ocho fungicidas utilizados en el cultivo de la rosa. *Redes de ingeniería*, 10(1), 5-12. <https://doi.org/10.14483/248762X.15091>
- Garzón, J. M., Rodríguez, J. y Hernández, P. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Revista Universitaria de Salud*, 19(2), 309-318. <https://doi.org/10.22267/rus.171902>

- Giraldo, M., Ramírez, R. y Quintanilla, A. (2018). Las energías alternativas ¿una oportunidad para Colombia? *Punto de vista*, 9(13), 5-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6540494>
- Gobierno de Islas Canarias. (1987). Congreso Internacional de Educación y Formación sobre Medio Ambiente. https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/informacion-ambiental/educacion_ambiental/
- González, O. J. (2021). *Aprendizaje Basado en Retos en una aplicación móvil desarrollada a partir de saberes y prácticas en sostenibilidad ambiental de la Comunidad Educativa del Colegio Nicolás Buenaventura*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- González-Gaudiano, E. y Maldonado-González, A. (2017). Amenazas y riesgos climáticos en poblaciones vulnerables. El papel de la educación en la resiliencia comunitaria. *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 29(1), 273-294. <https://doi.org/10.14201/teoredu291273294>
- Gutiérrez, C., Valderrama, A. y Klein, A. (2020). Biological corridors as important habitat structures for maintaining bees in a tropical fragmented landscape. *Journal of Insect Conservation*, 24(1), 187-197. <https://doi.org/10.1007/s10841-019>
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5(2), 26-38. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v5i2.335>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación, las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2011). *Sistemas Agroforestales y Restauración ecológica como medidas al cambio climático en alta montaña, caso piloto, proyecto nacional de adaptación al cambio climático (INAPO componente B*. IDEAM, Conservación Internacional. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022086/GUIASISTEMASFINAL.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Cancillería y Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). (2016). *Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero-Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería y FMAM. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP y Cancillería. (2017). *Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático* (CMNUCC). *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023_731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2017, 11 de septiembre). *Biodiversidad Colombiana para tener en cuenta*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta>
- Instituto Politécnico de Bucaramanga (2018). Proyecto PRAE. <https://bit.ly/3UJ6u7C>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC: Summary for Policymakers. En *Anexo I: Glosario. Francia y Reino Unido*. Cambridge Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Sumary for Polymakers*. Cambridge Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers.pdf
- Jacobi, H.F. (2003) Investigation of Centerline Segregation and Centerline Porosity in CC-Slabs. *Steel Research*, 74, 667-678. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1276921](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1276921)
- Jarro, E. y Giraldo, R. (2004). *Guía técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del distrito capital*. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=14993
- Jiménez, P. (2021). *Estudio comparativo de alternativas de fertilizantes para los cultivos de Colombia a partir de la aplicación de la biotecnología*. Universidad Politécnica de Valencia. http://hdl.handle.net/10_251/164185
- Leff, E. (2002). *Saber ambiental: racionalidad, sustentabilidad, complejidad, poder*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental y diálogo de saberes*. Polis.

- León-Alfaro, Y. (2019). Análisis de fragmentación y conectividad del bosque en la subcuenca del río Tapezco, Costa Rica: conectando el bosque para proteger el agua. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 102-120. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.67969>
- Lombana, M. (2018). Innovación de marketing para el sector agrícola en Colombia. *Reto*, 6(1), 36-45. <https://doi.org/10.23850/23338059.1935>
- López, A. (2021). La pandemia de la Covid-19 y el medio ambiente. En N. Cortés, *La pandemia de la covid-19 y sus efectos colaterales* (pp. 109-124). Universidad de Guanajuato. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20500.12059/5914>
- López, D. y Sánchez, Y. (2020). Tecnologías limpias para la mejora de la gestión ambiental de la minería de sal en La Guajira, Colombia. *Prospectiva*. 18(2). <https://doi.org/10.15665/rp.v18i2.2374>
- López, J. (2018). La producción hidropónica de cultivos. *IDESIA*, 36(2), 139-141. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000801>
- Mackliff, C., Gutierrez, N. y Espinoza, R. (2020). Farmacia verde: alternativa de vida con mirada al mundo de tecnologías limpias para nuestro ecosistema. *Ciencia UNEMI*, 13(34), 72-84.
- Marín-Palomino, N. A. (2021, 13 de diciembre). *Cuencas hidrográficas y ríos, las víctimas olvidadas del cambio climático*. Periódico UNAL. <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/cuencas-hidrograficas-y-rios-las-victimas-olvidadas-del-cambio-climatico>
- Marlés, C., Rojas, G. y Correa, L. (2020). Actitudes ambientales hacia la gestión hídrica: estudio de percepción en la Universidad de la Amazonia-Colombia. *Espacios*, 213-228.
- Mata, A. (2016). Transformación de la cultura ambiental mediante la docencia universitaria. *Biocenosis*, 18(1-2), 129-134. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1399>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Educación Nacional. (1994, 3 de agosto). *Política Nacional de Educación Ambiental*. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=3454
- Ministerio de Educación Nacional. (2005). *Educación para el desarrollo Sostenible*. Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>
- Ministerio de Medio Ambiente de España. (1999). *Libro Blanco de la Educación Ambiental en España*. Ministerio de Medio Ambiente.

- Miranda, L. (2013). *Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales*. Producción Limpia.
- Montoya, A. (2010). Caracterización de Residuos Sólidos. *Cuaderno Activa*, 4(2), 67-72.
- Moreno, L. (2018). *Propuesta para la implementación de una reforestación protectora en el predio de la granja en la vereda Valle Grande Abajo municipio de Tenza Boyacá* [Trabajo de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17964>
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Polis.
- Obiazikwor, O., Ofeimu, O. y Onome, F. (2021). Screening of fungal endophytes for their biocontrol potential against *Rhizopus* sp. isolated from diseased cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Screening. African Journal of Biology and Medical Research*, 4(2), 25-37. <https://doi.org/10.52589/AJBMR/DVESYIRZ>
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2013). *Historia de la ISO*. ISO Tools. <https://www.isotools.org/2013/06/20/iso-organizacion-internacional-de-normalizacion-historia-funciones-y-estructura/>
- Organización Mundial del Trabajo (OIT). (2022, 28 de abril). *Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo 2022*. ILO. <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/events-training/events-meetings/safeday2022/lang-es/index.htm>
- Parra, M. (2020). COVID-19 ¿Un alivio temporal para el ambiente? *CienciaAmérica*, 9(2). <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i2.318>
- Pascuas, Y., Correa, L. y Marlés, C. (2016). Desafíos para asumir la educación y la cultura ambiental. *Horizontes Pedagógicos*, 18(1), 34-42. <http://horizontespedagogicos.iber.edu.co/article/view/18103>
- Pascuas, Y., Perea, H. y García, B. (2020). Ecoalfabetización y gamificación para la construcción de cultura ambiental: TECO como estudio de caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 1123-1148. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-666202000401123&lng=es&tlng=es
- Peralta, O. (2017, 6 de julio). *Atmosfera y Cambio climático. Oscurecimiento global*. Atmosfera. <https://www.atmosfera.unam.mx/oscurecimiento-global/>

- Pérez, E. (1978). *Plantas útiles de Colombia*. Arco.
- Perfil. (2020, 3 de marzo). *Las inesperadas consecuencias ambientales de la pandemia de COVID-19*. Perfil. <https://www.perfil.com/noticias/bloomberg/bc-las-inesperadas-consecuencias-ambientales-de-covid-19.phtml>
- Pulido, V. y Olivera, E. (2018). Aportes pedagógicos a la educación ambiental: una perspectiva teórica. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 333–346. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.397>
- Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG). (2012). *Amazonía bajo presión*. Amazonia Socioambiental. <https://www.amazoniasocioambiental.org/es/publicacion/amazonia-bajo-presion/>
- Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG). (2015). *Deforestation in the Amazonia (1970-2013)*. RAISG. www.raisg.socioambiental.org
- Renteria-Arango, M. y Rosero-García, D. (2019). Estudios sobre Biorremediación en Colombia. *Hechos microbiológicos*, 10(1-2), 39-48. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/download/339845/20802199/191925>
- Ríos, H., Reyes, F., Arquíñigo, C. y Zumaeta, J. (2014). Fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo. *Alma máter segunda época*, (1), 113-121. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/alma/article/view/1>
- Rios, S. (2021). Aprovechamiento de residuos sólidos en Bogotá: Un modelo Matemático que pide recelar. *Boletín semillas Ambientales*, 15(1), 23-29. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/18897>
- Rivas, C. (2018, 29 de octubre). *Piensa un minuto antes de actuar: Gestión integral de residuos sólidos*. Ministerio de Industria y Turismo. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx>
- Roa, C. y Torres, A. (2021). Caracterización florística y estructural como línea de base para la restauración ecológica de bosques en la microcuenca del río Barbas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(174), 190-207. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1167>
- Robayo, G. (2022). *Educación ambiental y tráfico ilegal de fauna silvestre: Una investigación evaluativa de las estrategias educativas del Bioparque La Reserva* [Tesis Maestría, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Repositorio Universidad UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/1158/2924>

- Rodríguez, E. (2015). *El taller: una estrategia para aprender enseñar e investigar*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rodríguez, S. (2011). Residuos Sólidos en Colombia: Su manejo es un compromiso de todos. *L'esprit Ingénieux*, 2(1). <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/117>
- Rojas, A., Sabatini, F. y Sepulveda, C. (2003). *Conflictos ambientales en Chile: aprendizajes y desafíos*. Ambiente y Desarrollo del CIPMA.
- Rüegg, P. (18 de febrero de 2021). *Human impact on solar radiation levels for decades*. ETH Zurich. <https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2021/02/human-impact-on-solar-radiation-levels-for-decades.html>
- Ruiz, R. (2016). Prevención y resolución de conflictos en torno al agua ante la construcción de obras hídricas: un caso de negación de agenda en México. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*, 16, 57-77. <https://doi.org/10.24965/gapp.v0i16.10365>
- Salinero, F. (26 de septiembre de 2017). *Desarrollo de APP móvil para uso en el aula*. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/49313/>
- Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M. y Fernandez, Á. (2015). *Mobile learning: Nuevas realidades en el aula*. Digital-Text.
- Sauvé, L. (2005). Environmental Education: Possibilities and Limitations. *Education and Research*, 31, 317-322. <https://www.foar.unesp.br/Home/projetoviverbem/sauve-ea-possibilidades-limitacoes-meio-ambiente---tipos.pdf>
- Segura, D. (2018). La educación ambiental y la escuela como centro de aprendizaje. En D. Segura, *Hacia una escuela contemporánea. La práctica hecha teoría*. Magisterio.
- Serna, C., Salazar de Cardona, M., Rodríguez, N. y Alvares, R. (2010). *Biosistemas Integrados y sus Interrelaciones con el desarrollo sostenible y el desarrollo humano y social*. Universidad de Manizales. https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Alvarez-Leon/publication/329167489_2010-L_Biosistemas_Integrados/links/5bf94eb292851ced67d49d70/2010-L-Biosistemas-Integrados.pdf
- Silva, A. y Rodríguez, F. (2022). *Tourism: A Look From Sustainable and Responsible Tourism*. SSRN.
- Silva, A. y Sandoval, M. (2020). Organizadores gráficos: estrategia didáctica en ambientes virtuales mediada por la identificación de estilos de aprendizaje.
- Silva, A., Benítez, A., Sandoval, M. y García, P. (2022). Revolución Educativa en la Nueva Era Vol. I. En E. Serna, *Propuesta para utilizar la gamificación como escenario formativo en la educación ambiental*. Instituto Antioqueño de Investigación.

- Silva, A., Bohórquez, G., Pacheco, D. y Garzón, D. (2021). Aspectos pedagógicos y tecnológicos en la implementación. En E. Serna, *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI*. Instituto Antioqueño de Investigación
- Silva, A., Pacheco, D. y Sandoval, M. (2020). Identificación y caracterización de las competencias digitales de los profesores fundamentadas en los marcos y referentes existentes. En E. Serna, *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI*. Instituto Antioqueño de Investigación.
- Sotomayor, A. y Power, G. (2019). *Tecnologías limpias y medio ambiente en el sector industrial peruano. Casos prácticos*. Universidad de Lima. Fondo Editorial Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20500.12724/9328>
- Space Techies. (2020). ¿Qué es App Inventor y para qué sirve? *Space Techies*. <https://www.spacetechies.com/que-es-app-inventor-y-para-que-sirve/>
- Suárez, C. (2000). Problemática y gestión de residuos sólidos peligrosos en Colombia. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 15, 41-52. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/24163>
- Tudorie, C., Vallés-Planells, M., Gielen, E. y Galiana, F. (2020). App Grow Green: un instrumento para la innovación docente en la formación ambiental. *Congreso In-Red 2020*, 581-592. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11963>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021, 13 de mayo). *Desarrollo Sostenible*. Unesco.
- Valois-Cuesta, H. y Martínez-Ruiz, C. (2016). Vulnerabilidad de los bosques naturales en el Chocó biogeográfico colombiano: actividad minera y conservación de la biodiversidad. *Bosque (Valdivia)*, 37(2), 295-305. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000200008>
- Vargas Huertas, D. (2019). *Constructo y diversidad de discursos en educación ambiental en la formación posgradual en Colombia, 2004 y 2014* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Quilmes]. Repositorio Institucional Digital de acceso Abierto de la Universidad de Nacional de Quilmes (RIDAA). https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20500.11807/1011/TM_2018_vargashuertas_020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, A., Cristian, M., Andrés, M. y Elias, A. (2021). Concepciones sobre especies endémicas en el sur de Colombia: Una experiencia con estudiantes del contexto rural. *Memorias V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica las Ciencias*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14761/9650>

- Vargas, C., Rosario, R. y Dinorah, C. (2021). Impacto de la materia desarrollo Sustentable en el cambio de la conciencia ambiental en estudiantes de nivel superior. *Revista Luna Azul*, (45), 3-10. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321753629002.pdf>
- Vargas-Ríos, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000200017&lng=en&tlng=es
- Villadiego, J., Huffman-Schwocho, D., Bossio, A., Velez, J. y Baloco, K. (2014). Consideraciones de la Educación Ambiental no Formal para generar un Modelo Educativo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 23, 31-46. <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/287731>
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, E., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. y Villareal, H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. Ins* (Vol. 16). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20500.11761/31419/63.pdf>
- World Economic Forum. (22 de mayo de 2022). *Reunión Anual del Foro Económico Mundial*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2022>
- Xiaoyun, X., Zhang, F., N., Xueli, X., Kaili, K. y Wang, S. (2020). Postharvest biological control of *Rhizopus* rot and the mechanisms involved in induced disease resistance of peaches by *Pichia membranefaciens*. *Postharvest biology and technology*, 16, 111-146. <https://10.1016/j.postharvbio.2020.111146>
- Yo Reciclo. (2022). *Deshidratación solar*. Yo Reciclo. <https://www.yo-reciclo.org/deshidratadores-solares-py1wv>
- Zin, N. y Badaluddin, N. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.00>

Sobre los autores

Paulo Germán García

Docente investigador de la Universidad Santo Tomás, biólogo con maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitopatología. Se encuentra vinculado como docente en el programa de Administración Ambiental y de los Recursos Naturales. Autor de artículos y capítulos de libro en el área ambiental.

Correo: paulogarcia@ustadistancia.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4086-0489>

Alexandra María Silva Monsalve

Docente investigadora de la Universidad Santo Tomás. Ingeniera de Sistemas con especialización y maestría en Gestión, Administración y Desarrollo de Software, Ph.D. en Educación, y posdoctorado en Educación, Ciencias Sociales e Interculturalidad. Líneas de investigación relacionadas con educación y tecnología.

Correo: alexandrasilva@ustadistancia.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7554-0237>

Gabriela Bohórquez Ramírez

Ingeniera en Informática por la Universidad Santo Tomás, con maestría en Industria 4.0, experiencia en la industria de desarrollo de software e investigación.

Correo: gabrielabohorquez@ustadistancia.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7264-5153>

Marco Alejo Sandoval Serrano

Docente investigador de la Universidad Santo Tomás, magíster en Informática Aplicada a la Educación. Se encuentra vinculado como docente en las áreas de Ciencias Básicas, sus intereses investigativos se orientan a la informática educativa.

Correo: marcossandoval@ustadistancia.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5850-1201>

Índice onomástico

A

Alcaldía Mayor de Bogotá 60.
Almaraz-Menéndez et ál. 67.
Álvarez y Rodríguez 21.
Amador-Jiménez et ál. 23.
Arias-Trinidad et ál. 55 y 56.

B

Banco Mundial 19 y 20.
Barrera et ál. 50.
Basantes et ál. 65.
BBC News 48.
Bernal y Mesa 56.
Betancurth 64.

C

Castells y Bordas 19.
Castillo Ruiz y Castro Calderón 17.
Cochoero 16.
Comisión Económica para
América Latina y el Caribe (CE-
PAL) 28 y 32.
Corkery 23.

D

Del Prete et ál. 89.
Díaz et ál. 57.
Dzambeya y Andarcio 44.

E

ECODU 35 y 37.
El Tiempo 19 y 94.
Escobar et ál. 65.

F

Fernández 27.
Ferrer Hechavarría et ál. 61.
Ferrer et ál. 67.
Flórez et ál. 41.
Food and Agriculture Organization
(FAO) 27.

G

García 46 y 49.
Garzón et ál. 54 y 55.
Giraldo et ál. 52.
González Delgadillo 18.

- González-Gaudio y Maldonado-González 41.
- I**
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) et ál. 25, 26, 40 y 56.
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 24 y 25.
- J**
Jacobi 41.
Jiménez 51.
- L**
Leff 41 y 45.
León-Alfaro 31.
Lombana 30.
López y Sánchez 48.
López 23 y 58.
- M**
Mackliff et ál. 56.
Marlés et ál. 21.
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial 40.
Ministerio de Educación Nacional 40.
Ministerio de Medio Ambiente de España 39.
- N**
Novo 41.
- O**
Obiazikwor et ál. 50.
- Organización Internacional de Normalización (ISO) 41.
Organización mundial del Trabajo (OIT) 40.
- P**
Papa Francisco 14 y 23.
Parra 23.
Pascuas Rengifo et ál. 62 y 90.
Peralta Rosales 27.
Pérez 55.
Perfil 23.
Pulido Capurro y Olivera Carhuaz 41.
- R**
Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG) 30.
Rentería-Arango y Rosero-García 54 y 55.
Ríos et ál. 55.
Ríos 19.
Roa y Torres 54.
Robayo Bolívar 22.
Rodríguez 45 y 63.
Rojas et ál. 45.
Rüegg 27.
- S**
Santiago et ál. 65.
Sauvé 41 y 53.
Segura 21 y 56.
Serna Mendoza et ál. 58.
Sotomayor y Power 47 y 48.
Space Techies 91.

Suárez 62.

T

Tudorie et ál. 16.

V

Valois-Cuesta y Martínez-Ruiz 34.

Vargas Huertas 19.

Vargas et ál. 41.

Vargas-Ríos 32.

Villadiego et ál. 38.

Villarreal et ál. 31.

W

World Economic Forum 31.

X

Xiaoyun Zhang et ál. 50.

Y

Yo Reciclo 59.

Z

Zin y Badaluddin 49.



Esta obra se editó en Ediciones USTA.
Julio de 2023

El presente libro espera ser una herramienta para educadores que se encuentren interesados en contribuir a la mitigación del fenómeno del cambio climático y a la generación de una cultura ambiental. En este sentido, se incorporan tres capítulos que recogen el marco conceptual, metodología y resultados de la investigación y la propuesta formativa para la implementación de una cultura ambiental en escenarios formativos. En el capítulo de fundamentación teórica se pretende sensibilizar sobre las problemáticas que amenazan el medio ambiente, así como identificar estrategias pedagógicas, didácticas y tecnológicas del cuidado ambiental. De igual manera, en el segundo capítulo el libro presenta la ruta investigativa que obtuvo los resultados que se presentan en este libro. Por último, se presenta la propuesta formativa orientada al uso de una aplicación móvil para concientizar a la comunidad educativa sobre el cuidado del medio ambiente. Finalmente, invitamos a los lectores a utilizar el texto como una guía educativa para los diferentes escenarios formativos.



UNIVERSIDAD
SANTO TOMAS
DUAD