



**Bio-STEM: Enfoque educativo para la Apropriación Social del Conocimiento sobre  
biodiversidad**

Ibis de Jesús Díaz Arizal  
Amilkar David Pacheco Cortés

Tesis de maestría presentada Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en  
Educación

Directora  
Marisol Lopera Pérez  
Doctora en Investigación Transdisciplinar en Educación

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación  
Maestría en Educación  
Medellín, Antioquia, Colombia

2024

---

<b>Cita</b>	(Diaz Arizal & Pacheco Cortés, 2025)
<b>Referencia</b>	Diaz Arizal, I., & Pacheco Cortés, A. D. (2024). <i>Bio-STEM: Enfoque educativo para la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



Seleccione posgrado UdeA (A-Z), Cohorte VIII.

Grupo de Investigación Perspectivas de Investigación en Educación en Ciencias (PiEnCias).

Sede de Investigación Universitaria (SIU).



Centro de Documentación Educación

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

Mi tesis la dedico a Dios quién por su gracia y misericordia, me dio la vida y me ha sostenido en cada momento con su amor y fidelidad. A papá y mamá que con su esfuerzo y dedicación fortalecieron en mí valores indispensables para ser cada día mejor. A mi compañero sentimental, por su compañía y amor, valioso para mí. A mi hijo, por confiar en mí y siempre con su frase “eres la mejor” darme motivos para ser mejor. A mi hermano, hermanas, sobrinos y sobrinas por su amor, apoyo y frases motivadoras de orgullo. A mi compañero de trabajo que con su amistad fue complemento importante para culminar. Finalmente, dedico esta tesis a todas aquellas personas que se preocupan porque el mundo sea mejor, porque se cuide y se valore la naturaleza.

### **Agradecimientos**

Agradezco primero a Dios por darme todo lo que he necesitado para salir adelante en esta nueva etapa de mi vida, principalmente: sabiduría, amor, perseverancia, fuerzas.

Agradezco a mis padres, Adolfo Diaz y Ana Raquel Arizal, por su gran amor y entrega en cada momento de mi vida.

A mi compañero sentimental, Alexander Mosquera, por su amor y apoyo y por enseñarme que si se puede.

A mi hijo, Luis Guillermo Rentería, por su comprensión y amor en esos momentos de poco tiempo para él, porque estaba realizando trabajos. Mi motor para seguir adelante.

A mi familia, porque siempre han confiado en mí, y por su amor.

A la institución educativa Agrícola Urabá por su apoyo incondicional.

A los líderes del macroproyecto de ASC sobre biodiversidad de la Universidad de Antioquia por el acompañamiento en el proceso.

A nuestros docentes del grupo de investigación PiEncias por sus enseñanzas

A nuestra Marisol Lopera, quien me ha enseñado a hacer mejor las cosas.

A la universidad por abrir estos espacios académicos de formación profesional.

Ibis Diaz

### **Dedicatoria**

A Dios, dador de toda dádiva y todo don perfecto. A mi hijo Axel Pacheco, mi esposa Jennifer Ortiz y mi madre Noralba Cortés por ser fuente de mi inspiración.

### **Agradecimientos**

A Dios, quien hace todo posible. A mi esposa Jennifer, mi hijo Axel, mi madre Noralba y demás familiares y amigos por su apoyo motivación y apoyo incondicional.

A mi compañera Ibis Díaz por sus enseñanzas y su gran apoyo.

Al docente Jesús Flórez por sus valiosos aportes a este proyecto.

A los directivos de la I. E. Agrícola de Urabá por su disposición para facilitar los espacios de formación académica.

A los líderes del macroproyecto de ASC sobre biodiversidad de la Universidad de Antioquia por el acompañamiento en el proceso.

A nuestros docentes del grupo de investigación PiEncias por sus enseñanzas, especialmente a nuestra asesora

Marisol por sus valiosos aportes para ejecutar exitosamente este proyecto.

A mi Universidad de Antioquia, por ser mi casa en mis procesos de formación en pregrado y posgrado.

Amilkar Pacheco

**Tabla de contenido**

Resumen .....	11
Abstract .....	12
Introducción .....	13
1 Planteamiento del problema .....	15
2. Objetivos .....	19
2.1 Objetivo general .....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3 Marco conceptual .....	20
3.1 Antecedentes .....	20
3.1.1 Resultados de la revisión .....	21
<b>3.1.2 Categorías de análisis: tratamiento conceptual</b> .....	30
3.1.2.1 Apropiación Social del Conocimiento (ASC) sobre biodiversidad.....	31
3.1.2.2 Competencias del enfoque STEM en los estudiantes.....	35
3.1.2.3 Características del currículo integrado .....	36
3.2 Fundamentación teórica .....	36
<b>3.2.1 Concepto de biodiversidad y su enseñanza</b> .....	36
<b>3.2.2 Apropiación Social del Conocimiento (ASC)</b> .....	39
<b>3.2.3 Enfoque STEM</b> .....	45
<b>3.2.4 Características del currículo integrado</b> .....	49
4 Metodología .....	52
<b>4.1 Participantes</b> .....	55
<b>4.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	58
<b>4.2.1 Observación directa</b> .....	58

4.2.2 <i>La entrevista semiestructurada.</i> .....	59
4.2.3 <i>Las bitácoras</i> .....	59
4.2.3 <i>Microcurrículo</i> .....	61
4.3 <b>Métodos de análisis</b> .....	64
4.4 Criterios éticos y de calidad .....	67
5. Resultados y discusión .....	70
<b>5.1. Categoría 1: Características del currículo integrado.</b> .....	70
5.1.1 <i>Contenidos.</i> .....	76
5.1.2 Evaluación.....	78
5.1.3 <i>Transdisciplinariedad.</i> .....	80
<b>5.2 Categoría 2: Principios del enfoque STEM.</b> .....	83
5.2.1 <i>Integrado</i> .....	83
5.2.2 <i>Incluyente.</i> .....	85
5.2.3 <i>Colaborativo</i> .....	88
5.2.4 <i>Contextual</i> .....	90
5.2.5 <i>Activo</i> .....	93
5.2.6 <i>Expandido.</i> .....	94
<b>5.3 Categoría 3: ASC sobre biodiversidad en estudiantes.</b> .....	95
5.3.1 <i>Participación.</i> .....	96
5.3.2 <i>Diálogo de saberes.</i> .....	96
5.3.3 <i>Transformación.</i> .....	97
5.3.4 <i>Reflexión crítica</i> .....	99
5.3.5 <i>Transferencia</i> .....	100
<b>Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	103

6.1 Conclusiones .....	103
<b>6.2 Recomendaciones</b> .....	<b>106</b>
Referencias .....	109
Anexo 1 <i>Formato diario de campo</i> .....	119
Anexo 2 <i>Formato entrevista</i> .....	120
Anexo 3 <i>Formato bitácora estudiantes -ciencias naturales</i> .....	121
Anexo 4 <i>Propuesta microcurricular</i> .....	123
Anexo 5 <i>Secuencia STEM</i> .....	128
Anexo 6 <i>Planes de aula</i> .....	131
Anexo 7 <i>Cartilla</i> .....	141
Anexo 8 <i>Formato consentimiento informado</i> .....	141

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b>	
Ámbitos de la revisión de literatura .....	20
<b>Tabla 2</b> Caracterización de fuentes bibliográficas.....	22
<b>Tabla 3</b> Categorías de análisis .....	26
<b>Tabla 4</b> Convergencias del enfoque STEM.....	46
<b>Tabla 5</b> Divergencias del enfoque STEM .....	47
<b>Tabla 6</b> Principios del enfoque STEM .....	48
<b>Tabla 7</b> Participantes del proyecto .....	57
<b>Tabla 8</b> Esquema de categorías .....	65
<b>Tabla 9</b> Codificación utilizada en la investigación.....	66
<b>Tabla 10</b> Desempeños, competencias y aprendizajes.....	71
<b>Tabla 11</b> Fases de la secuencia STEM .....	73



**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b>	
Ventana temporal de la revisión de literatura.....	21
<b>Figura 2</b> Evolución del concepto de biodiversidad .....	37
<b>Figura 3</b> Evolución de ASC en Colombia.....	40
<b>Figura 4</b> Procesos de ASCTI.....	44
<b>Figura 5</b> Principios para la ASC.....	44
<b>Figura 6</b> Fases de la investigación acción Elliot (1991): planeación, acción, observación y reflexión .....	55
<b>Figura 8</b> Ubicación de la I.E. Agrícola Urabá.....	56
<b>Figura 9</b> Sesión de Trabajo de Ciencias Naturales.....	60
<b>Figura 10</b> Gráfica del diseño metodológico de la investigación .....	60
<b>Figura 11</b> Sesión de trabajo de matemáticas .....	61
<b>Figura 12</b> Sintonización de los elementos sobre la propuesta microcurricular.....	81
<b>Figura 13</b> Evidencia fotográfica de la fase de divulgación .....	80
<b>Figura 14</b> Práctica de fotografía.....	86
<b>Figura 15</b> Imágenes captadas por los estudiantes para diseño de la cartilla. ....	101

**Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>ASC</b>	Apropiación Social del Conocimiento.
<b>STEM</b>	Science, Technology, Engineering and Mathematics.
<b>ASCTI</b>	Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

## Resumen

Abordar la situación actual del medio ambiente implica visualizar la pérdida sistemática de biodiversidad en el planeta y la necesidad de vincular a las niñas, niños y jóvenes en la apropiación de los recursos para su conservación. De ahí que, la presente investigación tiene como objetivo analizar la Apropiación Social del Conocimiento (ASC) sobre biodiversidad en estudiantes de secundaria mediante una propuesta didáctica integrada al enfoque STEM, denominada Bio-STEM. Se aplicó una metodología cualitativa con diseño de investigación-acción, en la que participaron 12 estudiantes de grado 9° de la Institución Educativa Agrícola de Urabá y tres docentes de áreas STEM. Para la recolección de datos, se utilizaron técnicas como la observación directa y entrevistas, y se emplearon instrumentos como bitácoras estudiantiles, diarios de campo, cuestionarios y entrevistas a miembros de la comunidad educativa. Los principales resultados incluyen la creación de una cartilla educativa sobre biodiversidad en la región de Urabá y la aceptación de un currículo integrado en la comunidad educativa, junto con el uso de metodologías activas que promuevan la apropiación del conocimiento desde un enfoque territorial. Este proyecto evidenció la importancia de un enfoque interdisciplinario para fomentar en los estudiantes una conciencia crítica sobre los retos ambientales de su entorno y fortalecer la ASC desde el contexto escolar, generando así reflexiones valiosas sobre la implementación de estrategias educativas que integren y transversalicen los conocimientos ambientales en instituciones educativas.

*Palabras clave:* Biodiversidad, enfoque STEM, Apropiación Social del Conocimiento, básica secundaria.

**Abstract**

Addressing the current environmental situation involves recognizing the systematic loss of biodiversity on the planet and the need to involve girls, boys and young people in the appropriation of resources for its conservation. Consequently, this research aims to analyze the Social Appropriation of Knowledge (ASC) on biodiversity among high school students through a didactic proposal integrated into the STEM approach, called Bio-STEM. A qualitative methodology with an action-research design was applied, involving 12 ninth-grade students from the Agricultural Educational Institution of Urabá and three STEM-area teachers. Data collection techniques included direct observation and interviews, using instruments such as student logs, field diaries, questionnaires, and interviews with educational community members. Key results include the creation of an educational booklet on biodiversity in the Urabá region and the acceptance of an integrated curriculum within the educational community, alongside the use of active methodologies that promote knowledge appropriation with a territorial approach. This project highlighted the importance of an interdisciplinary approach to foster critical awareness among students regarding environmental challenges in their surroundings and to strengthen ASC within the school context, thereby generating valuable insights on implementing educational strategies that integrate and mainstream environmental knowledge in educational institutions.

*Keywords:* Biodiversity education, STEM approach, Social Appropriation of Knowledge, Middle school.

## **Introducción**

En un mundo cada vez más consciente de los desafíos ambientales, la Educación Ambiental (EA) ha emergido como un pilar fundamental para fomentar la reflexión sobre la importancia de cada ser vivo en su ecosistema y la relación del ser humano con la naturaleza. La UNESCO (1974) la Educación Ambiental se concibe como un proceso continuo mediante el cual los individuos y las comunidades buscan resolver los problemas ambientales, partiendo de la toma de conciencia de su entorno y la obtención de conocimientos, valores, habilidades, experiencias y decisiones.

La urgencia de abordar los desafíos ambientales se refleja en el cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS 4) de las Naciones Unidas, que promueve una educación de calidad. Este objetivo va más allá de la mera transmisión de conocimientos; busca formar estudiantes como agentes activos de cambio, capaces de liderar procesos didácticos y equipados con competencias cruciales para la preservación y mejora de la vida en el planeta (Bonilla, 2021). En este escenario global, la pérdida acelerada de biodiversidad se erige como uno de los riesgos más apremiantes para la sostenibilidad planetaria. Por lo cual, la mitigación de esta crisis ecológica no solo requiere acciones a gran escala, sino que depende fundamentalmente de la comprensión profunda y la apropiación efectiva del conocimiento sobre biodiversidad en las comunidades locales. Esta conexión entre educación, conciencia ambiental y acción comunitaria se presenta como un eje fundamental para abordar los desafíos ambientales contemporáneos de manera holística y efectiva.

En este contexto, la Apropiación Social del Conocimiento (ASC) emerge como un elemento catalizador fundamental. La ASC no solo facilita la integración del conocimiento científico en la sociedad, sino que también potencia su aplicación práctica para el beneficio colectivo (López, 2012). Este proceso dinámico transforma el conocimiento abstracto en herramientas concretas para el desarrollo sostenible y la resolución de problemas ambientales locales. Así, la escuela, en su papel de institución educativa que abarca desde la educación infantil hasta la media, se posiciona como el epicentro ideal para este proceso de apropiación, ya que puede actuar como un puente vital entre la comunidad científica y la sociedad en general, facilitando el diálogo entre los saberes académicos y los conocimientos tradicionales del territorio.

En ese orden de ideas, se pretende desarrollar una estrategia didáctica llamada Bio-STEM, la cual integra una serie de acciones orientadas al fortalecimiento de los aprendizajes relacionados con el reconocimiento de los recursos naturales propios del territorio en los estudiantes, de tal

manera que el aula de clases se convierta en un escenario divertido y enriquecedor para el estudiante, con el objetivo de analizar la contribución que da el enfoque educativo STEM a ese acercamiento de los estudiantes con la biodiversidad del territorio.

Por consiguiente, esta investigación se identifica con el enfoque cualitativo desde la tradición de Investigación - Acción, lo cual permite adelantar un proceso en la comunidad educativa (con estudiantes y docentes) donde se planea, se actúa, se evalúa y reflexiona frente a esa planeación. De ahí que, para la recolección de la información se emplearán técnicas que conlleven a obtención de resultados desde la fuente directa, tales como: la observación y la entrevista. Además, se proyecta desarrollar talleres que permitan recoger información valiosa y oportuna sobre la conceptualización que tienen los estudiantes frente a la biodiversidad, la ASC y metodologías activas con enfoque STEM.

El presente trabajo expone en el planteamiento del problema, el contexto sobre la ASC sobre biodiversidad y el potencial de las metodologías activas para abordar las problemáticas mencionadas desde el territorio. También contiene los objetivos de la investigación y un marco conceptual conformado por los antecedentes que se enriquecieron desde una revisión de literatura y la fundamentación teórica, la cual conceptualiza la ASC, la biodiversidad desde su enseñanza, las características del currículo integrado y el enfoque STEM desde sus principios orientadores.

Seguidamente se expone la metodología, donde a partir de los principios de la investigación acción, se aborda el desarrollo de la estrategia microcurricular y didáctica. También se presenta el análisis de resultados desde las tres categorías definidas, las conclusiones y las recomendaciones de los investigadores. Adicionalmente, han sido incluidas las evidencias de la revisión de literatura, la estructura microcurricular de la propuesta didáctica, el producto del desarrollo de las clases, los planes de aula, los diarios de campo y las entrevistas a algunos miembros representativos de la comunidad educativa.

## **1 Planteamiento del problema**

La biodiversidad es un término que surge en 1986, según la RAE es la “variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente”, sin embargo, este concepto ha evolucionado y actualmente se entiende como la variedad de formas de vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte); comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas (Convenio Internacional de Diversidad Biológica, 1992).

En ese sentido, Quintana-Arias (2017) enfatiza la importancia de la educación ambiental en el fortalecimiento de la relación sostenible entre el hombre, la naturaleza y el territorio. Este autor señala que la generación de una conciencia de conservación ambiental lleva a la apropiación de la biodiversidad y a generar aprendizajes significativos, reconociendo que las instituciones educativas son escenarios propicios e indispensables para iniciar con este proceso, dado su papel en la transformación social de las comunidades.

Ahora bien, educar desde el territorio es algo más que enseñar sobre el espacio físico, el ambiente, el entorno biofísico, el aspecto social-cultural, el patrimonio ambiental o el espacio geográfico. Ya sea desde las ciencias naturales (para educar ambientalmente) o de las ciencias sociales (para educar geográficamente), recoge en últimas, la necesidad de proponer una educación en contexto, de liderar un proceso formativo donde las áreas de enseñanza se encuentren para complementarse que se constituya el aprendizaje en una acción significativa (Pulgarín y Quintero, 2011).

Por tal razón, ha sido primordial tener clara las implicaciones de la ASC sobre biodiversidad como elemento principal en el diseño y la implementación de la estrategia Bio-STEM, ya que según lo presentado por Minciencias (2010), es un proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre tecnociencia y sociedad, construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales implicados en el proceso de generación de conocimiento, el cual debe ser intencionado, permitir la construcción de una red socio-técnica, permitir el empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento e integrar la traducción y el ensamblaje dentro de los marcos de referencia de los participantes.

Con respecto a los procesos de enseñanza y aprendizaje, en la actualidad, la educación ha necesitado de la intervención de estrategias didácticas, pedagógicas, de integración intercultural, de transformación del currículo, entre otras que posibiliten al estudiante alcanzar sus aprendizajes, desarrollar sus competencias básicas, ciudadanas y laborales teniendo como propósito final la formación integral del individuo orientada hacia el cambio social. Con relación a estas intervenciones, Fernández (2006) considera que “los métodos de enseñanza con participación del alumno, donde la responsabilidad del aprendizaje depende directamente de su actividad, implicación y compromiso, generan aprendizaje más profundos, significativos y duraderos y facilitan la transferencia a contextos más heterogéneos” (p.42).

En tal sentido, como lo exponen Villalvazo y Covarrubias (2021), aportan a la idea de que las metodologías activas son herramientas que permiten alcanzar dichos resultados, ya que consideran que una estrategia de enseñanza basada en el aprendizaje por descubrimiento mejora el conocimiento de los estudiantes sobre la biodiversidad. Para estos autores la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras, junto con una mayor atención a las cuestiones ambientales en el currículo, ayuda a mejorar el interés y el conocimiento de los estudiantes sobre su entorno natural y fomentar un mayor sentido de pertenencia y responsabilidad hacia su entorno.

Por otro lado, Rocard et al. (2016, como se citó en Domènech-Casal, 2018), considera que existe una necesidad de potenciar desde el espacio educativo, la educación con enfoque STEM (acrónimo de la expresión en inglés “*Science, Technology, Engineering and Mathematics*”), la cual ha estado presente las últimas décadas en el mundo profesional de la enseñanza de las ciencias (formación de profesorado, programas de innovación), gracias a iniciativas gubernamentales que buscan fortalecer las vocaciones científico-tecnológicas y una educación para una ciudadanía competente científica y tecnológicamente.

Como evidencia de dicha necesidad el Estado colombiano, a través de iniciativas el enfoque de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología (ASCyT), Visión STEM+ Educación Expandida para la Vida, la entrega de recursos educativos como Computadores para Educar, entre otros, ha buscado el fortalecimiento de las competencias científicas y tecnológicas potenciadas desde los territorios, donde se han focalizado instituciones como la Institución Educativa Agrícola de Urabá.



Esta institución, que en el presente trabajo representa el contexto de la investigación, está ubicada en el municipio de Chigorodó, dentro subregión de Urabá en el departamento de Antioquia. En ella se evidencia coherencia entre los objetivos de la investigación y el horizonte institucional, pues su visión es integrar a la sociedad colombiana personas capaces de convivir con sus semejantes y la naturaleza, competentes en conocimientos agropecuarios y en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación; cuya misión se orienta hacia la búsqueda de la formación integral que permita el desarrollo de competencias que respondan a las exigencias del contexto.

Considerando que en ella existe una modalidad agropecuaria que se desarrolla desde que los estudiantes inician la básica secundaria y se articula los procesos de formación la media técnica con programas de formación en producción agrícola y pecuaria del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), los estudiantes tienen acceso a una gama de ambientes de aprendizaje donde están en permanente contacto con el campo y los diferentes factores que conforman la biodiversidad local, lo cual propicia la integración de áreas y proyectos escolares, permite el fomento del respeto por la naturaleza y favorece el desarrollo de los aprendizajes principalmente en el área de agropecuaria.

Sin embargo, a pesar de que los estudiantes cuentan con un espacio físico apto para realizar todo tipo de actividades, se evidencia el desinterés de muchos de ellos por conocer aquellos factores que hacen parte del contexto natural donde viven, sus características y la importancia que tiene este para todos los de la comunidad. También se observa debilidad en el reconocimiento de especies nativas de animales y de plantas y sus usos; hay indiferencia frente al rol que cumplen los seres vivos presentes en su entorno en la dinámica de los ecosistemas, aún sacrifican toda clase de serpientes con la creencia que sólo les hacen daño a los seres humanos. Adicionalmente, se observa la falta de mayor sentido de pertenencia para el cuidar el ambiente ya que, en muchas ocasiones, dejan residuos sólidos tirados en los espacios donde ellos realizan sus actividades.

En relación con el desarrollo de las clases, dentro de las planeaciones de los docentes se evidencia baja implementación de metodologías activas, una débil focalización de la biodiversidad del territorio en el currículo, la falta de recursos didácticos que incorporen información contextualizada sobre la biodiversidad en el territorio y la necesidad de articulación disciplinaria, donde se integren diferentes áreas con objetivos compartidos que permitan aprovechar el potencial

de la región y de la institución para alcanzar aprendizajes significativos en los estudiantes. Esto coincide con los problemas encontrados en la educación en Colombia, según Restrepo (2014), dentro de los cuales destaca: la espontaneidad en las formulación y ejecución de trabajos realizados por los docentes, la falta de trabajo en equipo, el empleo de metodologías descontextualizadas en los diferentes temas y desmotivación por parte de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Como respuesta a la problemática institucional, se ha planteado una propuesta de investigación denominada: Bio-STEM, la cual busca analizar cómo una estrategia donde se aborda la biodiversidad con enfoque STEM (desde las ciencias, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería), puede contribuir a la ASC sobre biodiversidad del territorio en estudiantes de básica secundaria de esta institución educativa. Esta estrategia curricular y didáctica, pretende la resignificación del concepto de biodiversidad dentro del currículo institucional, contribuir a la ASC sobre la biodiversidad en la región de Urabá, lograr la ampliación de la cobertura del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) donde la biodiversidad se visibilice en cada uno de sus componentes, lograr la articulación de áreas y disciplinas para abordar temas y problemáticas en contextos institucionales y generar nuevas metodologías que involucren la biodiversidad del territorio dentro y fuera del aula.

Para efectos de cumplir con los objetivos propuestos, se plantea el siguiente interrogante **¿Cuál es el aporte del enfoque educativo Bio-STEM para la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad con los estudiantes de secundaria de una institución educativa rural?**

Ahora bien, la ejecución de este trabajo de investigación, está enmarcada en un Macro Proyecto de regalías de Minciencias titulado “Implementación de estrategias para la construcción y Apropiación Social del Conocimiento sobre la biodiversidad en el Urabá en Antioquia”, donde participan la Universidad de Antioquia y la Institución Educativa Agrícola de Urabá. Este macro proyecto busca fortalecer las capacidades locales para la generación de conocimiento y su apropiación social sobre la biodiversidad del territorio para contribuir al desarrollo regional. Para lo cual se orienta en varias líneas de trabajo, dentro de las cuales está la formación de investigadores en la región de Urabá mediante estrategias que promuevan la participación de los niños, jóvenes y de la comunidad en general en el estudio de la biodiversidad y promover la educación ambiental en escuelas secundarias objetivos del proyecto.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Analzar el aporte del enfoque educativo Bio-STEM para la Apropriación Social del Conocimiento sobre biodiversidad con los estudiantes de secundaria de una institución educativa rural

### **2.2 Objetivos específicos**

- Consolidar una propuesta microcurricular para secundaria que vincule las áreas STEM para la ASC sobre biodiversidad.
- Diseñar la estrategia didáctica Bio-STEM para la ASC sobre biodiversidad para la educación secundaria.
- Valorar la ASC sobre biodiversidad en estudiantes y docentes a partir de la implementación de la propuesta.

### 3 Marco conceptual

Este capítulo permite conocer de manera detallada lo relacionado con los antecedentes, es decir estudios relacionados con las categorías de la investigación, características del currículo, la Apropiación Social del Conocimiento (ASC) sobre biodiversidad y las competencias del enfoque STEM en los estudiantes, arrojando elementos significativos para comprender la situación en estudio. Aquí también se encuentra la fundamentación teórica, que comprende conceptos y definiciones que enriquecen la investigación y que finalmente sirven para interpretar la información obtenida en el momento del análisis de los resultados.

#### 3.1 Antecedentes

Para el abordaje de los antecedentes en esta investigación, conforme a lo expuesto por Guirao (2015), se hizo una revisión de literatura como un paso previo a la realización de la investigación, donde se identifica qué se sabe y qué se desconoce de un tema de interés. En ella fueron incluidos para el análisis 43 artículos, en una ventana temporal comprendida entre los años 2012 y 2023, en la cual se establecieron criterios de inclusión y como bases de datos, idioma, tipo de documento, nivel de escolaridad, contexto, institución y prioridad, tal como lo indica la tabla 1. En este proceso de revisión se utilizó un formulario de Google y una matriz de Microsoft Excel para su tabulación y análisis.

**Tabla 1**

*Ámbitos de la revisión de literatura*

<b>Ámbitos de la revisión</b>	
Año	2012-2023
Bases de datos	Ebscohost, Scopus, Dialnet, Scielo, y Google académico, la red social académica Researchgate y repositorios de universidades
Idiomas	Inglés y español
Tesauros	Evolución del concepto de biodiversidad; STEM OR STEAM; Apropiación Social del Conocimiento; Apropiación Social del Conocimiento AND enseñanza de la biodiversidad; Apropiación Social del Conocimiento AND STEM OR STEAM; Enseñanza de la biodiversidad AND STEM OR STEAM; ASC AND enseñanza de la biodiversidad AND STEM OR STEAM; <i>social appropriation of knowledge</i> ; <i>social appropriation of knowledge</i> AND

	<i>biodiversity AND STEM OR STEAM; social appropriation of knowledge AND biodiversity; appropriation of knowledge AND biodiversity AND STEM OR STEAM</i>
Tipología de documentos primarios	Artículo de revista, libro/capítulo de libro, memorias de congreso, Tesis y Otros.
Nivel de escolaridad	Básica primaria, básica secundaria, media, superior, no aplica.
Contexto	Internacional, nacional, local
Institución	Universidad, otras organizaciones (gubernamentales y no gubernamentales).
Prioridad	Alta, media, baja.

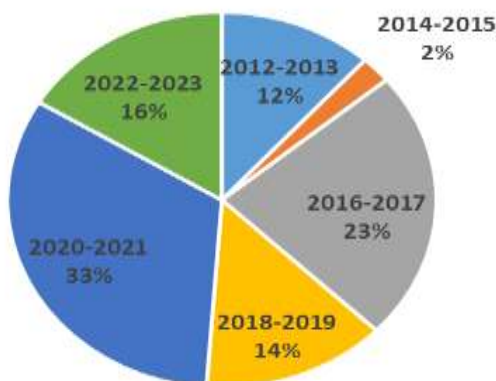
*Nota:* Ámbitos de la revisión de literatura. Elaboración propia.

### 3.1.1 Resultados de la revisión

En la revisión de literatura fueron incluidos para el análisis 43 artículos, enmarcados en una ventana temporal comprendida entre los años 2012 y 2023, como lo muestra la figura 1, en el cual se observa que la mayor producción académica sobre el tema de estudio se presentó entre 2020 y 2021, con un 33 % de las publicaciones.

**Figura 1**

*Ventana temporal de la revisión de literatura*



*Nota.* Ventana temporal de la revisión. Elaboración propia.

Por otro lado, respecto al enfoque metodológico de las investigaciones, se destaca la tendencia en el carácter cualitativo frente al cuantitativo y mixto, ya que el 48.8 % de los trabajos, reflejan la necesidad de reflexionar y comprender casos, fenómenos, y otros contextos, por encima de la cuantificación. Esta metodología es de gran utilidad para explorar los individuos, grupos y comunidades cómo interactúan entre sí y cómo las experiencias y las percepciones de los participantes influyen en la comprensión de la ASC y la educación en biodiversidad.

Dentro de esos 43 artículos, se encontraron principalmente tesis y algunos artículos de investigación (ver tabla 2).

**Tabla 2**  
*Caracterización de fuentes bibliográficas.*

<b>Tipo de documento</b>	<b>Nombre</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Categoría de análisis</b>
Artículo	Iniciativas de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología en Colombia: tendencias y retos para una comprensión más amplia de estas dinámicas.	Pérez-Bustos et al. (2012)	ASC
Artículo	Concepciones, dispositivos y experiencias de apropiación y gestión del conocimiento.	Arboleda (2021)	ASC
Artículo	El saber escolar en biodiversidad en clave para resignificar su enseñanza.	De La Cruz y Pérez (2020)	Educación en biodiversidad
Artículo	STEM para la apropiación social del conocimiento.	Castañeda (2022)	ASC, STEM
Tesis	Secuencia didáctica basada en metodología STEAM enfocada en los ODS con estudiantes del grado undécimo del Colegio Americano de Bucaramanga.	Mendoza (2020)	STEM
Tesis	Diseño e implementación de estación meteorológica portable para educación STEM.	Rincón (2016)	STEM
Tesis	Propuesta didáctica para media secundaria: la comprensión de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad de insectos, un asunto socio científico.	Giraldo (2018)	Educación en biodiversidad

---

Tesis	Conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en alumnos de educación secundaria.	González y Salinas (2004)	Educación en biodiversidad
Tesis	La biodiversidad en el territorio: una reflexión pedagógica en ciencias naturales y educación ambiental.	Betancur (2021)	Educación en biodiversidad
Tesis	Incremento de los niveles de comprensión de la educación ambiental a través de la música y su relación en la enseñanza de la biodiversidad local.	Vigoya (2016)	Educación en biodiversidad
Artículo	Difusión de datos biológicos en la red como apoyo a la educación ambiental, investigación científica y conservación de la biodiversidad en Colombia.	Vélez et al. (2012)	Educación en biodiversidad
Tesis	Biodiversidad vegetal y su impacto en la educación ambiental de la Institución Educativa Monte Verde ubicada en Turbo- Antioquia, corregimiento El Tres.	Caicedo et al. (2021)	Educación en biodiversidad
Tesis	Experiencias rurales de “La Ruta del Gorrión”: una propuesta pedagógica de educación ambiental en torno al Gorrión-Montés Paisa ( <i>Atlapetes blancae</i> ) en Antioquia, Colombia.	Araujo et al. (2021)	Educación en biodiversidad
Tesis	Reconocimiento de la biodiversidad vegetal del municipio de Abejorral-Antioquia.	Cortés et al. (2016)	Educación en biodiversidad
Tesis	Educación ambiental como estrategia de formación para el desarrollo sostenible de la Institución Educativa Rural Doradal del municipio de Puerto Triunfo, Antioquia.	Cabrera (2018)	Educación en biodiversidad
Tesis	Implementación de huertas escolares como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la biología de grado sexto en la Institución Educativa Agrícola de Urabá del municipio de Chigorodó y de grado séptimo de la Institución Educativa Rural Zapata, de Necoclí, departamento de Antioquia.	Palacios (2016)	Educación en biodiversidad
Tesis	Implementación de recursos educativos digitales para afianzar el aprendizaje de la reproducción como preservación de la biodiversidad con los estudiantes de Grado Octavo de la Institución Educativa San Antonio de Jardín – Antioquia.	Riascos (2021)	Educación en biodiversidad

---

Tesis	Desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de grado quinto de dos instituciones educativas del departamento de Antioquia, a partir del tema de biodiversidad.	Méndez et al. (2020)	Educación en biodiversidad
Tesis	Experiencia pedagógica ambiental con estudiantes de básica primaria del Centro Educativo Rural Permanente Mazo anexo Piedras Blancas, en el marco del proyecto ambiental de Secretaria de Medio Ambiente en colaboración con la Universidad de Antioquia.	Nanclares (2020)	Educación en biodiversidad
Tesis	Propuesta en educación STEM para resolver problemas medioambientales con tecnología en la media técnica del Colegio CEDID Ciudad Bolívar.	Fernández (2021)	STEM
Tesis	Educación ambiental para el conocimiento y la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el municipio de Temoaya, Estado de México.	Garduño (2020)	Educación en biodiversidad
Tesis	La experiencia del taller de Educación Ambiental del Colegio Miguel Pro en el tema biodiversidad.	Pizarro y Quispe (2023)	Educación en biodiversidad
Tesis	Implementación de un aula ambiental pedagógica en el sendero ecológico Malomar del municipio de Montebello (Antioquia) como alternativa didáctica y de conservación de los recursos naturales.	Quejada (2021)	Educación en biodiversidad
Libro	La educación geográfica un compromiso en la enseñanza de las ciencias. Propuesta de formación docente en el Oriente Antioqueño.	Pulgarín y Quintero (2011)	Educación en biodiversidad
Tesis	La ilustración científica de insectos como estrategia pedagógica para la valoración y cuidado de la biodiversidad.	Guerrero (2017)	Educación en biodiversidad
Tesis	Estrategia pedagógica para la conservación de la biodiversidad a partir de los murciélagos.	Bernal (2016)	Educación en biodiversidad
Artículo	Digital game design-based STEM activity: Biodiversity example.	Hacıoğlu y Dönmez, (2020)	STEM, Educación en biodiversidad



Artículo	STEM Integrated Flipped Classroom Learning Tools on Biodiversity Materials to Improve Students' Critical Thinking Skills.	Karunia y Ridlo (2022)	STEM, Educación en biodiversidad
Memorias de Congreso	Filo: generando la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad a través del juego.	Palacio (2017)	ASC, Educación en biodiversidad
Otros textos	Apoyo en las líneas de educación ambiental comunitaria y gestión social articulada de la subdirección educativa y cultural del Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, para contribuir a la apropiación social del conocimiento sobre la biodiversidad presente en el distrito capital.	Velandia y Nardia (2017)	STEM, Educación en biodiversidad
Memorias de Congreso	Experiencias sobre creación de productos didácticos con apropiación social del conocimiento para conocer el patrimonio natural de la zona central de Chile.	Letelier y Urbina (2013)	Educación en biodiversidad
Artículo	La Enseñanza de las Ciencias Naturales desde el enfoque de la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación ASCTI en la educación básica–media.	López (2015)	ASC, Educación en biodiversidad
Artículo	Aspectos históricos y epistemológicos del concepto de biodiversidad.	Gutiérrez (2013)	Educación en biodiversidad
Tesis	Innovación didáctica para la apropiación de la ciencia y la tecnología en estudiantes de educación básica y media.	López (2017)	ASC, Educación en biodiversidad
Artículo	Argumentación científica escolar: una propuesta para la defensa del medio ambiente.	Gallego-Torres et al. (2013)	ASC, Educación en biodiversidad
Artículo	Enseñanza a partir de saberes tradicionales de las comunidades de la etnia wayuu.	Beatriz-Melo (2019)	ASC, Educación en biodiversidad
Memorias de Congreso	Experiencias sobre creación de productos didácticos con apropiación social del conocimiento para conocer el patrimonio natural de la zona central de Chile.	Letelier y Miranda-Urbina (2013)	ASC, Educación en biodiversidad
Artículo	Praxis docente del convencimiento al hacer transformador desde el aula hacia afuera.	Vásquez (2020)	ASC, Educación en biodiversidad

Artículo	La percepción de las materias STEM en estudiantes de Primaria y Secundaria.	Valero-Matas (2021)	STEM
----------	---	---------------------	------

*Nota:* la tabla muestra la información sobre los antecedentes encontrados en la revisión de literatura. Elaboración propia.

Respecto a las categorías de análisis, el mayor porcentaje lo tiene la educación en biodiversidad con un 55.6 %. Esto está asociado al carácter holístico y a la pertinencia de las investigaciones sobre biodiversidad y a su relevancia en el contexto educativo actual, dado que abordan temas cruciales como la conservación del medio ambiente y la comprensión de los ecosistemas locales. También se observa la interacción entre las categorías, pero es nula la articulación de una estrategia STEM que permita la ASC sobre biodiversidad del territorio en estudiantes de básica secundaria, tal como lo muestra la **tabla 3**.

**Tabla 3**

*Categorías de análisis*

Categorías	Cantidad de artículos	Porcentaje
ASC	5	11.1 %
ASC, Educación en biodiversidad	5	11.1 %
ASC, STEM	1	2.2 %
Educación en biodiversidad	23	53.5 %
STEM	6	13.3 %
STEM, Educación en biodiversidad	3	6.7 %
Total	43	100 %

*Nota:* Categoría de análisis. Elaboración propia.

La tabla 3 revela que el 39.5 % de los trabajos académicos está asociado al trabajo con estudiantes de básica secundaria (Gallego, 2019; Garduño, 2020; Quejada, 2021; Riascos 2021; Caicedo, 2021; López, 2017; López, 2015; Rincón, 2016; Bernal, 2016; Palacios, 2016; De La Cruz y Pérez, 2020; Guerrero, 2017; Quejada, 2021; Vigoya, 2016; Betancur, 2021; Giraldo 2018; Méndez et al.,2020; Pizarro y Quispe ,2023), lo cual refleja la pertinencia de la ASC y la enseñanza de la biodiversidad en este ciclo escolar, ratificando la necesidad de abordar las problemáticas

ambientales desde la educación básica. Además, el 74.5% de los trabajos encontrados fueron desarrollados en contextos nacionales, lo que permite concluir que tanto la ASC, como la enseñanza de la biodiversidad son temas de tendencia en Colombia, debido a su riqueza en ecosistemas y culturas.

Con base en la política de Apropiación Social del Conocimiento (ASC) desarrollada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010), varios autores han realizado investigaciones sobre la ASC desde la perspectiva de Ciencia y Tecnología (Pérez-Bustos, 2012; López, 2015; López, 2017; Pulgarín y Quintero, 2011; Arboleda, 2021; Gutiérrez, 2013; Vásquez, 2020). Estos estudios analizan las tendencias y dinámicas de la ASC en instituciones educativas, explorando cómo se integra el conocimiento científico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los resultados de esas investigaciones revelan la importancia de adaptar los contenidos científicos al contexto local y la necesidad de promover la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento. Por tanto, dichos hallazgos son particularmente relevantes para nuestro trabajo, ya que proporcionan un marco teórico y metodológico para abordar la ASC orientada hacia la biodiversidad del territorio. Al aplicar estos principios a presente estudio, no solo se busca transmitir información sobre la biodiversidad local, sino también fomentar una comprensión profunda y una apropiación genuina de este conocimiento por parte de los estudiantes, contribuyendo así a la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con la conservación de su entorno natural.

En el contexto de la Educación en Biodiversidad, algunos autores han desarrollado numerosos trabajos donde se procura aprovechar los recursos disponibles en el entorno para fomentar el conocimiento y la conservación de la biodiversidad del territorio (De La Cruz y Pérez, 2020; Giraldo, 2018; González y Salinas, 2004; Vigoya, 2016; Vélez et al, 2012; Caicedo et al, 2021; Araujo et al, 2021; Cortés et al, 2016; Cabrera, 2018; Palacios, 2016; Riascos, 2021; Nanclares, 2020). Todos estos trabajos coinciden en la importancia de un cambio de perspectiva frente al concepto de la biodiversidad y su potencial dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el marco de la didáctica, es decir, que puede ser vista como una herramienta para alcanzar aprendizajes en los estudiantes, pero a su vez, fomentan implícitamente una nueva mirada desde las instituciones de formación básica y media.

Por otro lado, se evidenció la iniciativa de algunos investigadores, de desarrollar proyectos STEM orientados a problemáticas relacionadas con la biodiversidad (Mendoza, 2020; Rincón, 2016; Fernández, 2021; Hacıoğlu y Dönmez, 2020; Valero, 2021). Si bien, son pocos los trabajos encontrados sobre educación STEM que abordan explícitamente el concepto y enseñanza de la biodiversidad, estas cuatro publicaciones aportaron elementos importantes sobre el uso de metodologías activas con dicho enfoque para aprovechar los recursos que brinda un entorno biodiverso, permitiendo de manera simultánea, visualizar la importancia de la conservación de la biodiversidad.

De acuerdo a la revisión, se destacan los reducidos hallazgos que vinculan el STEM con la ASC sobre biodiversidad. Solo Castañeda (2022) asocia de manera explícita estos dos conceptos, lo cual contribuye al desarrollo de estrategias que favorezcan los aprendizajes y la toma de conciencia sobre la preservación de la biodiversidad de la Tierra, especialmente en ecosistemas únicos y vulnerables -como es el caso de algunos en Urabá-, puesto que posibilitan la ASC necesaria para la conservación de la especies y comunidades biológicas, así como para valorar la diversidad social y cultural.

Respecto al principio Integrado del enfoque STEM, Nadelson y Seifert (2017) apuntan a una transformación del currículo y de los procesos de enseñanza y aprendizaje actuales para lograr una educación más relevante, centrada en el desarrollo de competencias y conectada con las exigencias y desafíos del siglo XXI. Dicha integración pasa por lo disciplinar, lo multidisciplinar, lo interdisciplinar y lo transdisciplinar, es decir, desde un enfoque segregado hasta uno integrado.

De acuerdo con Domènech-Casal (2018), ya que se ha optado por identificar el enfoque STEM con la interdisciplinariedad o trabajo integrado, es pertinente decir que está implícita en las investigaciones donde se utilizó dicho enfoque, resultando potencial para lograr que el estudio de la biodiversidad y en general de las ciencias naturales y la educación ambiental sea desarrollado desde las otras áreas del conocimiento, desde una mirada sistémica aportando así elementos importantes para la ASC sobre estos temas a las instituciones para tomar decisiones frente al mejoramiento de la calidad de la educación.

Según los resultados de la revisión realizada se logra ver la necesidad de seguir investigando y planteando nuevas estrategias dentro de las instituciones de educación básica que dinamicen los

procesos de enseñanza y aprendizaje, que permitan comprender la importancia y la pertinencia que tiene el implementar propuestas pedagógicas desde un enfoque dinámico para que los maestros enseñen la biodiversidad en el territorio, con ejemplos no solo a nivel internacional, sino a nivel nacional, como los siguientes: Hacıoğlu y Dönmez (2020) investigaron a partir de la ejecución de una actividad STEM basada en el diseño de juegos digitales para estudiantes de quinto grado en Turquía, relacionada con los conocimientos sobre organismos en peligro de extinción y la importancia de la biodiversidad para la vida. Por su parte, Leterlier y Miranda (2013) en un congreso de investigación expusieron sus experiencias sobre creación de productos didácticos con ASC para conocer el patrimonio natural de la zona central de Chile. Finalmente, Velandia y Nardia, (2017), desde diferentes líneas de apoyo del Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, desarrollaron diferentes actividades para contribuir a la ASC sobre la biodiversidad presente en Bogotá, D. C.

Partiendo de la categoría sobre la enseñanza de la biodiversidad, se pueden establecer algunos elementos importantes sobre los procesos orientados desde la escuela para fortalecer su apropiación en los estudiantes, tales como: el concepto actual de biodiversidad, el proceso de aprendizaje, el conocimiento y la enseñanza. Simultáneamente, dentro de los hallazgos que incluyen el currículo integrado se pueden agrupar aquellos que se desarrollaron en el marco del enfoque STEM, los que buscaban una apropiación de la biodiversidad del territorio y los que integraron el currículo para abordar la enseñanza de la biodiversidad desde el enfoque STEM.

En ese sentido, dentro de las publicaciones relacionadas con la enseñanza de la biodiversidad desde el enfoque STEM, se encontró la secuencia didáctica basada en metodología STEAM enfocada en los ODS en Mendoza (2020), la cual se desarrolló integrando áreas STEM para abordar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), dentro de los cuales se encuentra vinculada la biodiversidad. También se abordó en Fernández (2021) una propuesta en educación STEM para resolver problemas medioambientales con tecnología, que se basó en la integración de áreas STEM para buscar soluciones a problemas del medio ambiente (implícito dentro de la biodiversidad).

Adicionalmente, se encontraron trabajos como la propuesta de Karunia y Ridlo (2022) que consistió en la generación de herramientas de aprendizaje de aula invertida y enfoque STEM sobre materiales del entorno para mejorar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes. También se destaca en Hacıoğlu, y Dönmez (2020) una propuesta de gamificación con enfoque

STEM que permite el fortalecimiento de diferentes elementos que hacen parte de la biodiversidad local. Además, se resalta el trabajo de Pérez (2012), que menciona el aprendizaje de la ciencia y la tecnología para niños, niña y joven en contextos escolares, lo cual implica una ambientación curricular que requiere integralidad en las áreas.

Por otro lado, se consideró al finalizar la revisión de literatura y la identificación de los principios del enfoque STEM, la pertinencia de analizar los resultados desde las características de un currículo integrado, lo que se consolidó como una categoría emergente. En ese sentido, las publicaciones sobre dicho enfoque, involucran el concepto de currículo integrado, ya que hay una integración de áreas dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En ese ejercicio también se observaron publicaciones relacionadas con el currículo integrado y la ASC, tales como la Implementación de huertas escolares como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la biología, desarrollada por Palacios (2016), en la cual se integra el área agropecuaria (parte de la vocación institucional) y las ciencias naturales para fortalecer los aprendizajes sobre biología (muy relacionado con la biodiversidad local). También se encontró el trabajo de Riascos (2021), orientada hacia la implementación de recursos educativos digitales para afianzar el aprendizaje de la reproducción como preservación de la biodiversidad que articula el uso de recursos tecnológicos para abordar un tema tan importante como la reproducción y contribuir a la conservación de la biodiversidad del territorio.

### ***3.1.2 Categorías de análisis: tratamiento conceptual***

El proceso de tratamiento conceptual inició con una exhaustiva revisión de antecedentes, abarcando una amplia gama de estudios previos, teorías y conceptos relacionados con la educación STEM y la Apropiación Social del Conocimiento (ASC) sobre biodiversidad. Esta fase inicial fue crucial para establecer una base sólida de conocimiento y contextualizar el estudio dentro del campo académico existente. A medida que se profundizaba en la literatura, comenzaron a emerger patrones, temas recurrentes y conceptos clave que sirvieron como puntos de partida para la construcción de un marco analítico más estructurado.

A partir de esta revisión de antecedentes, se procedió a la destilación y refinamiento de las ideas más relevantes y pertinentes para los objetivos específicos de la investigación. Este proceso de síntesis y análisis crítico condujo a la formulación de categorías conceptuales de análisis más

definidas y operativas. Estas categorías no surgieron de forma aislada, sino que se desarrollaron como una evolución natural de los antecedentes estudiados, reflejando las intersecciones y relaciones entre los diversos elementos teóricos identificados. Así, las categorías finales - características del currículo integrado, elementos de la ASC sobre biodiversidad, y competencias del enfoque STEM en los estudiantes - emergieron como constructos analíticos robustos, fundamentados en la literatura existente pero adaptada específicamente para abordar las preguntas y objetivos particulares de esta investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, en los documentos e investigaciones seleccionados, se implementó un riguroso análisis de contenido cualitativo. Este proceso permitió identificar y categorizar diversas perspectivas teóricas que definen la educación STEM y la Apropiación Social del Conocimiento (ASC) sobre biodiversidad. Como resultado, se establecieron tres categorías principales de análisis: las características del currículo integrado, los elementos de la ASC sobre biodiversidad, y las competencias del enfoque STEM en los estudiantes.

El análisis de contenido se llevó a cabo en varias etapas sistemáticas. Inicialmente, se realizó una lectura exhaustiva de todos los documentos seleccionados, identificando y codificando los conceptos clave relacionados con la educación STEM y la ASC sobre biodiversidad. Esta codificación se realizó un formulario de Google y una matriz de Microsoft Excel para su tabulación y análisis. Posteriormente, se procedió a la categorización de los códigos identificados, agrupándolos en temas más amplios que reflejaban las áreas de interés del estudio. Este proceso iterativo de refinamiento de categorías implicó múltiples revisiones y discusiones entre los investigadores para asegurar la coherencia y relevancia de las categorías finales.

### **3.1.2.1 Apropiación Social del Conocimiento (ASC) sobre biodiversidad**

La ASC en el ámbito de la biodiversidad fomenta un diálogo bidireccional y sinérgico entre la ciencia formal y el acervo sociocultural, donde se reconoce y valora equitativamente tanto el conocimiento científico como los saberes ancestrales y tradicionales de las comunidades locales. Este intercambio enriquecedor no solo democratiza el conocimiento, sino que también promueve la cocreación de soluciones innovadoras y contextualmente relevantes para los desafíos ambientales contemporáneos. De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

(2021), la ASC en materia de biodiversidad desempeña un papel crucial al capacitar y facultar a las comunidades locales para que se conviertan en agentes activos y corresponsables en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Este proceso fortalece significativamente la capacidad de las poblaciones para tomar decisiones informadas, éticas y sostenibles, promoviendo así una relación más armoniosa y recíproca entre el ser humano y su entorno natural.

Además, la ASC en biodiversidad cataliza la formación de una ciudadanía ambientalmente consciente y comprometida, capaz de comprender las complejas interrelaciones ecosistémicas y su importancia para el bienestar humano y planetario. Este enfoque integrador no solo contribuye a la preservación de la biodiversidad, sino que también fomenta el desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación frente a los retos ambientales globales, como el cambio climático y la pérdida de hábitats.

Por último, la ASC también juega un papel fundamental en la sensibilización de la sociedad en torno a la biodiversidad. A través de actividades educativas y de divulgación, se facilita la comprensión de los impactos de las acciones humanas sobre los ecosistemas. En palabras de Mérida (2015), señala que la educación ambiental y la comunicación científica son herramientas esenciales en la ASC para involucrar a la sociedad en la conservación de la biodiversidad y fomentar un cambio hacia estilos de vida más sostenibles. Así, la ASC sobre biodiversidad no solo busca transmitir conocimiento, sino también generar un compromiso colectivo para su protección. Además, la ASC en este ámbito promueve la formación de ciudadanos críticos y empoderados, capaces de participar activamente en debates y decisiones sobre la gestión de los recursos naturales. Este proceso fomenta la creación de redes de colaboración entre científicos, comunidades locales, tomadores de decisiones y otros actores relevantes, propiciando un diálogo inclusivo y constructivo que enriquece las estrategias de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Para profundizar en esta categoría de análisis y comprender mejor la aplicación práctica de la ASC en el ámbito de la biodiversidad, resulta enriquecedor examinar las siguientes investigaciones y experiencias relevantes. Estos estudios no solo ilustran la implementación de los conceptos discutidos anteriormente, sino que también ofrecen valiosas perspectivas sobre los impactos y desafíos de la ASC en diversos contextos. Dicho lo anterior, Velandia y Nardia (2017). Realizaron una investigación que permitió a los estudiantes del nivel medio participan en la educación ambiental en las comunidades, su objetivo fue fomentar la apropiación social del



conocimiento sobre la biodiversidad presente en el Distrito Capital y fomentar una armonía entre las relaciones individuo-sociedad-ecosistema.

Es importante mencionar que, en el contexto de la biodiversidad, el ASC es un proceso fundamental para mejorar la gestión social y la educación ambiental de la comunidad. La ASC tiene como objetivo no solo informar a la comunidad sobre la riqueza biológica que los rodea, sino también ayudarla a participar activamente en la conservación y gestión sostenible de estas riquezas. Estas líneas de investigación y apoyo permiten establecer un puente entre la ciencia y la sociedad, facilitando la integración de conocimientos locales y académicos, y fomentando una cultura de respeto y protección del medio ambiente. Este proceso ayuda a los ciudadanos a participar activamente en la preservación de su entorno al promover prácticas sostenibles y fortalecer la identidad y el sentido de pertenencia hacia su entorno natural. De este estudio se toma para esta investigación la participación de la comunidad puesto que es esencial involucrar tanto los estudiantes y docentes en el proceso de apreciar y preservar la biodiversidad.

Siguiendo esta línea, se toma el trabajo de Letelier et. al. (2022), el cual se centra en la creación de productos didácticos como guías interactivas, juegos educativos y recursos multimedia que involucren a audiencias diversas, desde escuelas hasta comunidades locales. Estos productos no solo brindan información científica de manera fácil de entender, sino que también tienen como objetivo crear un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el entorno natural. En este contexto, la ASC fomenta la cocreación de conocimiento, donde la comunidad participa activamente en la creación de estos materiales educativos, fortaleciendo la conexión entre ciencia y sociedad. Este enfoque integral no solo mejora la educación ambiental, sino que también promueve una población más educada y comprometida con la preservación del patrimonio natural de la región central de Chile. De esta investigación este estudio se apoya en realizar productos creados que aborden contenidos científicos enfocados en ecosistemas y biodiversidad con un lenguaje cercano y comprensible jóvenes y adultos.

Por otra parte, se encuentra el estudio “Difusión de datos biológicos en la red como apoyo a la educación ambiental, investigación científica y conservación de la biodiversidad en Colombia” Vélez et al. (2012. p. 52) este afirma que las TIC permiten el fortalecimiento del conocimiento desde la indagación hasta la sistematización y divulgación, lo que es un trabajo propio de las ciencias. En particular, la educación ambiental ha permitido el desarrollo de procesos relacionados

con la investigación científica y la conservación de la biodiversidad adquiriendo este conocimiento. Este concepto se centra en la democratización del conocimiento científico mediante el uso de plataformas digitales para hacer que los datos biológicos sean accesibles para la sociedad. Al difundir información sobre la biodiversidad en línea, se facilita el acceso a recursos educativos, se fomenta la participación de los ciudadanos en la investigación científica y se fomenta una mayor conciencia y compromiso con la conservación ambiental. La ASC mejora la capacidad de la comunidad para tomar decisiones informadas y actuar en favor de la biodiversidad al permitir que el público general, educadores, investigadores y gestores ambientales se conecten con el conocimiento especializado. Esta investigación destaca la importancia de incorporar la tecnología y la ciencia en la educación ambiental al proporcionar herramientas que no solo informan, sino que también empoderan a la sociedad para proteger, es por ello, que esta investigación se apoya en su propuesta de metodologías activas para poder cumplir con los objetivos propuestos.

Para concluir esta categoría de análisis, es evidente que las investigaciones y experiencias examinadas aportan significativamente a la comprensión y aplicación de la Apropiación Social del Conocimiento (ASC) en el ámbito de la biodiversidad. Los trabajos de Velandia y Nardia (2017), Letelier et al. (2022), y Vélez et al. (2012) ilustran diferentes facetas de cómo la ASC puede materializarse en acciones concretas y efectivas. Los estudios demuestran la importancia de involucrar activamente a diversos actores sociales, desde estudiantes hasta comunidades locales, en la creación y difusión del conocimiento sobre biodiversidad, además, subrayan el valor de utilizar metodologías participativas, recursos didácticos innovadores y tecnologías de la información para democratizar el acceso a la información científica y fomentar una conciencia ambiental más profunda. En conjunto, estos trabajos refuerzan la idea de que la ASC no solo es un medio para transmitir conocimiento, sino también una herramienta poderosa para empoderar a las comunidades, promover la conservación activa de la biodiversidad y construir una relación más armoniosa y sostenible entre la sociedad y su entorno natural. Por tanto, las investigaciones proporcionan un fundamento sólido para futuras iniciativas de ASC en biodiversidad, destacando la necesidad de enfoques integrales que combinen educación, participación ciudadana y uso estratégico de la tecnología para alcanzar objetivos de conservación y desarrollo sostenible.

### **3.1.2.2 Competencias del enfoque STEM en los estudiantes**

Para abordar esta categoría es importante apoyarse en la investigación de de Bonilla (2021), titulada “Propuesta en educación STEM para resolver problemas medioambientales con tecnología en la media técnica del Colegio CEDID Ciudad Bolívar”, esta presenta una metodología de educación media técnica basada en STEM que busca utilizar la interdisciplinariedad para construir conocimiento a través de un enfoque de competencia, el objetivo de la propuesta en la media técnica del Colegio CEDID Ciudad Bolívar es incorporar proyectos tecnológicos que abordan los problemas ambientales locales, fomentando así una educación relevante y adaptada al contexto. A través de la experimentación y el diseño de soluciones innovadoras, los estudiantes no solo aprenden conceptos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas. Este enfoque aliena a los jóvenes a convertirse en agentes de cambio capaces de contribuir al desarrollo sostenible y la protección del entorno natural, preparándolos para enfrentar los desafíos del siglo XXI. De esta investigación, se toma el uso de la tecnología y su enfoque en la resolución de problemas.

Además, se encuentra la investigación “Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica” Domènech (2018, p. 31) este estudio resalta la importancia de utilizar metodologías activas para mejorar y desarrollar el aprendizaje enmarcado en la competencia científica. El papel que juegan diversos elementos (los contenidos, contextos, conflictos y discurso de la ciencia) en el diseño de actividades didácticas es crucial para el despliegue de la competencia científica y compleja de orquestar.

Dentro de este marco, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología clave porque permite a los estudiantes participar activamente en proyectos que tienen relevancia práctica y abordan problemas específicos. Los estudiantes desarrollan habilidades científicas como el pensamiento crítico, la creatividad, la cooperación y la comunicación efectiva al trabajar en proyectos STEM. Estas experiencias educativas no solo mejoran su comprensión de los conceptos teóricos, sino que también les ayudan a aplicar estos conocimientos en situaciones reales. Todo esto conduce a una educación más significativa y contextualizada. La investigación destaca cómo los componentes didácticos de ABP en STEM mejoran la competencia científica de los estudiantes, preparándolos con una sólida base de conocimientos y habilidades para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

### **3.1.2.3 Características del currículo integrado**

De acuerdo con la revisión de literatura, se consideró la pertinencia de adoptar el currículo integrado como una categoría emergente como un elemento crucial durante el proceso de revisión y análisis de los datos, ya que al abordarse el enfoque STEM desde la visión del Ministerio de Educación Nacional y El Parque Explora (2021), se observa que uno de sus principios orientadores es la integración, la cual es entendida como un espectro que pasa por lo disciplinar, lo multidisciplinar, lo interdisciplinar y lo transdisciplinar. El primero es un enfoque segregado y, el último, uno integrado.

Este principio conlleva a trascender más allá de lo didáctico y direccionar la mirada hacia las propuestas curriculares, las cuales deben ser coherentes, es decir, presentar coherencia vertical, que afectaría al proyecto curricular de toda una etapa (conectado con el proyecto educativo de la institución) y que afectaría a todo el profesorado de esa etapa; y, otra, horizontal, que tiene que ver con el desarrollo del currículo que lleve a cabo cada profesor en su aula (Guarro, 2008, p. 32).

Por otro lado, existe una coherencia entre la ASC sobre biodiversidad y el currículo integrado, ya que según Ortiz (2006), este se caracteriza porque el estudiante utiliza la información de su entorno para adquirir aprendizaje genuino, donde la enseñanza se ofrece mediante temas ricos y provocativos que surgen de la vida diaria del estudiante y que son reales, cuyo propósito es que el estudiante posea las destrezas y los conceptos que le permitan funcionar efectivamente en la sociedad del futuro. (p.39)

## **3.2 Fundamentación teórica**

En este apartado se describen los conceptos, definiciones y otros apartes que son base teórica de la investigación y que logran ampliar la visión que se tiene en cada una de las categorías conceptuales.

### ***3.2.1 Concepto de biodiversidad y su enseñanza***

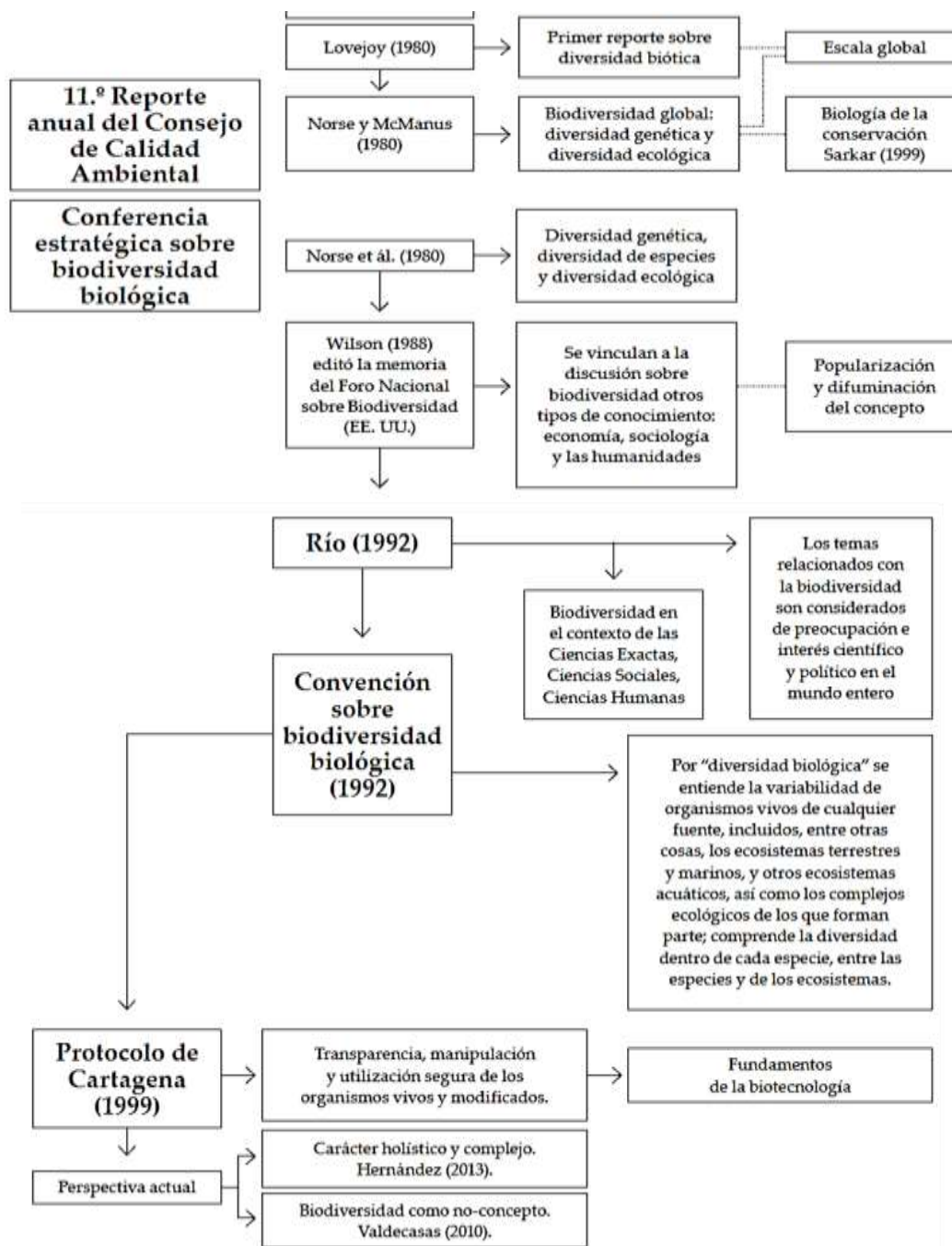
Wilson (1992) señala que la biodiversidad es un recurso vital para la supervivencia de la humanidad, ya que los ecosistemas proporcionan alimentos, aire limpio, agua y otros recursos. En relación con interacción de los diferentes elementos de la biodiversidad, Raven (1998) señala que

la biodiversidad es importante para la sostenibilidad, ya que los ecosistemas proporcionan una variedad de servicios ecosistémicos que son esenciales para la supervivencia de la humanidad, presentando el concepto como una forma de medir la variación genética, especies y ecosistemas de un lugar.

En contraste, Lopera y Jiménez (2022) sostienen que el concepto de biodiversidad ha evolucionado, pasando de referirse solo a la cantidad de especies que existen en un lugar, hasta un concepto mucho más amplio que abarca la diversidad biológica, los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad, desde una mirada más holística y compleja. Esta evolución se ha dado gracias a la investigación científica que se ha realizado en el área (ver figura 2).

**Figura 2**

*Evolución del concepto de biodiversidad*



*Nota.* Datos tomados de estudios de Lopera y Jiménez, 2022.

Este proceso evolutivo pasó de un primer reporte sobre diversidad de los seres vivos, pasando por el concepto de Biodiversidad Global que integraba la diversidad biológica y los diferentes ecosistemas. Sin embargo, a finales de los años 80 se integró al concepto una perspectiva

sociocultural y económica, que en los años 90 se complejizó con la contextualización del concepto en otras ciencias, diferentes de las ciencias naturales. Posteriormente, se integraron diferentes elementos relacionados con la biotecnología dados los avances en ciencias e ingeniería genética, donde ya se hablaba de nuevos organismos modificados. Finalmente, se obtiene una visión holística y más compleja de la biodiversidad hasta el punto de ser considerada como un “no concepto”.

De acuerdo con ese proceso evolutivo del concepto, se puede inferir que la educación sobre biodiversidad es un proceso de aprendizaje y conciencia que contribuye al cuidado del entorno, es decir, su conocimiento es esencial para su conservación. Por lo tanto, la educación sobre biodiversidad incluye los aspectos humanos, naturales, sociales y económicos, en los cuáles los programas educativos deben inculcar en el aprendizaje la necesidad de preservar y proteger el ecosistema en el cual habitamos los seres vivos.

Respecto a la enseñanza de la biodiversidad, De La Cruz y Pérez (2020) sugieren el uso de elementos como la variedad de formas de vida, la variabilidad genética inter- e intraespecífica, los ecosistemas y las diferentes relaciones o interacciones que se presentan entre los seres vivos y su entorno, sustentando la necesidad de la resignificación del concepto para poder ser abordado desde los conceptos educativos, lo cual conversa con lo establecido por el Ministerio de Educación Nacional (1998) en su orientación hacia la construcción de una nueva ética sustentada principalmente en las relaciones hombre-naturaleza-ciencia-tecnología-sociedad, donde la naturaleza debe considerarse como un bien y un valor por cuanto representa efectivamente un capital natural, donde el hombre debe pensar y repensar la calidad de sus relaciones con el medio.

### ***3.2.2 Apropriación Social del Conocimiento (ASC)***

El primero en utilizar el término apropiación propiamente dicho sería Leontyev (2009, citado por Pabón, 2018), quien daría a las teorías cognoscitivas y estructuralistas un enfoque horizontal, al entender que el aprendizaje en las personas no se produce meramente por mecanismos biológicos innatos, ni es el resultado de un proceso de alienación unidireccional que bombardea al individuo de forma constante. A partir del desarrollo como concepto, Pabón (2018) presenta la ASC como una práctica comunicativa mediada por la cultura, por las instituciones que la conforman, por los individuos y su interpretación personal de la sociedad en la que están.

Por su parte, en Latinoamérica se acoge el concepto de ASC en los años 90, con la red de la popularización de la ciencia y la tecnología para América Latina y el Caribe, encargadas de la implementación de las políticas públicas, donde la UNESCO, a través de sus lineamientos de 1998, contribuyó desde su enfoque en las políticas públicas relacionadas con la educación superior y la gestión del conocimiento (Pabón, 2018).

Respecto al contexto colombiano, el término de ASC se adoptó desde la Misión de Sabios de 1993, definido como “un proceso que convoca a los ciudadanos a dialogar e intercambiar sus saberes, conocimientos y experiencias, promoviendo entornos de confianza, equidad e inclusión para transformar sus realidades y generar bienestar social” (Misión Internacional de Sabios 2019 et al., 2020, p.6).

En la figura 3 se puede apreciar la evolución de la ASC en Colombia, según Minciencias (2020)

**Figura 3**  
*Evolución de ASC en Colombia*





*Nota.* Adaptado de Colombia. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2020).

En este sentido, el concepto Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (en adelante ASCTI) se adoptó oficialmente desde instituciones oficiales, donde Colciencias (2010), sostiene que la ASC es un proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre tecnología y sociedad, construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento, caracterizado por ser intencionado, generar mediaciones entre los grupos sociales expertos en ciencia y tecnología, propiciar un empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento e implicar la traducción y ensamblaje dentro de los marcos de referencia de los grupos participantes. Esto evidencia la estrecha relación de este concepto con las políticas gubernamentales de Colombia y las iniciativas estatales para que las comunidades se apropien del conocimiento en ciencia y tecnología.

Por otro lado, Jauregui y Ortega (2020) sostienen que para alcanzar dicha apropiación se requiere la existencia de canales que consoliden la democratización al acceso y uso del conocimiento, pues su adecuada transmisión y aprovechamiento entre los distintos actores sociales, generará la implementación de estrategias que les brindarán una mejor calidad de vida. Sin embargo, Peluffo y Catalán (2002), afirman que la ASC se da por medio del aprendizaje, por lo que la capacidad de aumentar el stock de conocimiento va a depender en parte por la capacidad que tenga la persona o la organización de aprender (p 22).

Según la revisión de literatura de Pabón (2018), este concepto aparece mencionado por primera vez en un documento público dentro de la serie de informes que hacen parte de la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo. En ellos es registrado como Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología (ASCyT) sin mencionar el concepto de innovación, que posteriormente se incluyó. Esto evidencia la estrecha relación de este concepto con las políticas gubernamentales de Colombia y las iniciativas estatales para que las comunidades se apropien del conocimiento en ciencia y tecnología. Sin embargo, Jauregui y Ortega (2020) sostienen que para alcanzar dicha apropiación se requiere la existencia de canales que consoliden la democratización al acceso y uso del conocimiento, pues su adecuada transmisión y aprovechamiento entre los distintos actores sociales generará la implementación de estrategias que les brindarán una mejor calidad de vida. De ahí que, Núñez (2010) presente la ASC como un proceso donde la comunidad participa de actividades de producción, adaptación, consumo y aplicación de conocimientos, el cual se accede a los beneficios del conocimiento.

Para alcanzar dicha apropiación, López y Gómez (2008, citado por Domínguez y Echeverry, 2013) identificaron cuatro dimensiones o fundamentos: Epistémicos, Pedagógicos, Comunicativos y Políticos.

- Epistémicos: conocer el conocimiento.
- Pedagógicos: combinar las técnicas de enseñanza y aprendizaje con los estilos.
- Políticos: participación social y políticas públicas.
- Comunicativos: acción intersubjetiva y de TIC en la divulgación-comprensión.

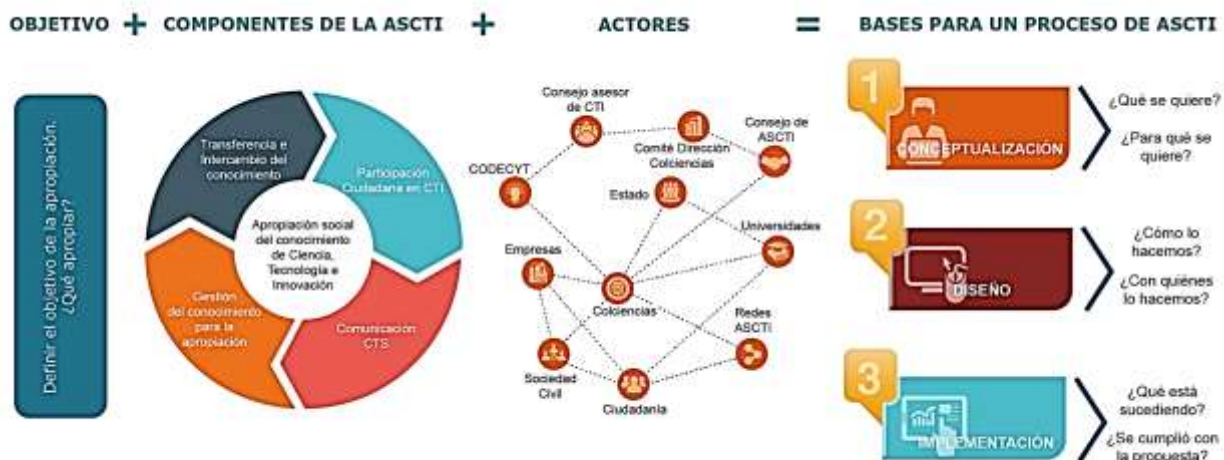
Desde esas políticas públicas, Minciencias (2010) presenta la ASCTI, con un proceso que tiene las siguientes características:

- Es organizado e intencionado.
- Está constituido por una red en la que participan grupos sociales, personas que trabajan en ciencia y tecnología y ciudadanos.
- Se realizan mediaciones para establecer articulaciones entre los distintos actores.
- Posibilita el empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento.
- Implica trabajo colaborativo y acuerdos a partir de los contextos e intereses de los involucrados.

Según Colciencias (2010), la ASC es el fundamento de cualquier forma de innovación porque el conocimiento es una construcción compleja que involucra la interacción de distintos grupos sociales, donde la producción de conocimiento se desarrolla dentro de la sociedad, a partir de sus intereses, códigos y sistemas. Esta apropiación relaciona siempre un ejercicio interpretativo y el desarrollo de unas prácticas reflexivas, la cual puede promoverse a partir de cuatro líneas de política pública que son descritas a continuación: Transferencia e intercambio de conocimiento, participación ciudadana en ciencia, tecnología e innovación (CTI), gestión del conocimiento para la apropiación y la comunicación.

Partiendo de esas características, Minciencias plantea la ecuación de la figura 4, donde un objetivo claro, más los cuatro componentes de la ASCTI, más los actores sociales dan como resultado los tres pilares para un proceso de ASCTI (conceptualización, diseño e implementación).

**Figura 4**  
*Procesos de ASCTI*

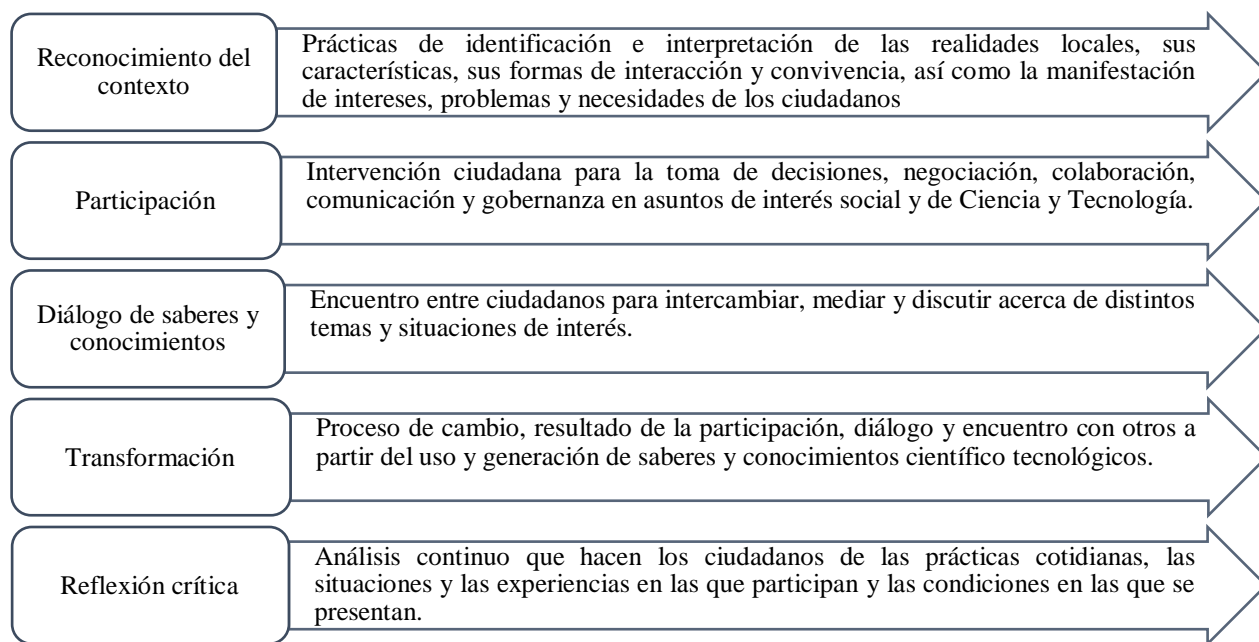


*Nota:* Esta figura contiene los elementos necesarios para desarrollar un proceso de ASCTI, propuesta por Minciencias.

Posteriormente, fue actualizada la Política Pública de Apropriación Social del Conocimiento desde la perspectiva de la Ciencia, Tecnología e Innovación, bajo la Resolución 0643 de 08 de marzo de 2021, en la búsqueda de mejorar el uso, inclusión e intercambio de saberes y conocimientos en ciencia, tecnología e innovación (CTeI) y alcanzar la democratización de la ciencia y la construcción de una sociedad basada en el conocimiento” (Política Pública de Apropriación Social Del Conocimiento En El Marco de La CTeI, 2021).

De acuerdo con estas perspectivas y, con base en la Resolución 0643 del 2021 sobre Política Pública de ASC en el marco de la CTeI de la República de Colombia, se identifican cinco principios sobre las cuales se estructura e implementa la ASC (ver figura 5).

**Figura 5**  
*Principios para la ASC*



*Nota:* Este esquema presenta los principios de la ASC según la Resolución 0643 del 2021: Política Pública de ASC en el marco de la CTeI.

### 3.2.3 Enfoque STEM

El término STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) es una metodología presente en la educación y formación profesional, especialmente desde la enseñanza de las ciencias (formación de profesorado, programas de innovación), gracias al impulso recibido por distintos proyectos gubernamentales financiados en el ámbito nacional o internacional, con un doble objetivo: las vocaciones científico-tecnológicas y una educación para una ciudadanía competente científica y tecnológicamente (Rocard et al., 2006, como se citó en Domènech-Casal, 2018).

Según Asinc y Alvarado (2019), STEM o STEAM es un enfoque educativo integral que se aplica en los países del primer mundo para el desarrollo de las habilidades y competencias a partir de las capacidades individuales de cada estudiante y tomando en cuenta el desarrollo de las inteligencias múltiples y el rol que cumple en la inclusión educativa la generación de dichos espacios. Su implementación puede estar asociada a la utilización de las Técnicas de la Información y las Comunicaciones (TIC) para lograr realizar un trabajo propio de las ciencias, que permite

fortalecer el conocimiento desde la indagación hasta la sistematización y divulgación de este, permite la introducción de elementos que logran en los estudiantes desarrollar competencias enfocadas hacia la resolución de problemas, pensamiento crítico, pensamiento creativo, la adquisición de los aprendizajes y el fortalecimiento de las habilidades sociales.

En este sentido, MacKinnon et al., (2017) proponen las siguientes definiciones para facilitar el diseño de un currículo STEM: La ciencia como una "forma de conocimiento" que busca comprender el mundo que nos rodea, la tecnología como una "forma de adaptación" que necesariamente considera los impactos sociales, la Ingeniería como una "forma de diseñar/crear dispositivos" para responder a problemas reales y las matemáticas como una "forma de expresar una comprensión/análisis del mundo y los problemas auténticos a través de los números".

De ahí que Rojas et al., (2022) expongan dentro de los beneficios de los modelos STEM y STEAM, la promoción del trabajo autónomo permitiendo que los estudiantes aprendan a través de la práctica según su contexto y un el aprendizaje de tipo activo centrado en el estudiante articulando la enseñanza y la resolución de problemas contextualizados.

Según la revisión de literatura desarrollada por el Ministerio de Educación Nacional y Parque Explora (2021), se han evidenciado no solo convergencias en las propuestas con enfoque STEM, sino que también se diferenciado entre ellas hasta el punto de generar divergencias en su ejecución. La tabla 4 y la tabla 5 presentan, respectivamente, la síntesis de las convergencias y divergencias encontradas entre dichas propuestas:

**Tabla 4**  
*Convergencias del enfoque STEM*

<b>Convergencias del STEM</b>	
Competencias del siglo XXI	Algunas de las competencias que proponen la mayoría de los enfoques son: la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación asertiva, el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional, el diseño de experiencias y la programación.
Metodologías activas	Proviene de un modelo educativo innovador que se centra en el aprendizaje activo y situado del estudiante, que fomenta el trabajo en equipo, el espíritu crítico, la resolución de problemas y la creación de proyectos pertinentes en la vida real.

Presencia de varias disciplinas	de	En las diversas propuestas, siempre están presentes múltiples áreas.
Análisis de problemas de la vida real	de	Se concentra en dar soluciones a problemas de la vida real, utilizando herramientas y tecnologías actuales, y desarrollando actividades de formación situada.
Alianzas		Propone la creación de alianzas entre el sistema educativo (en todos sus niveles), el sector productivo, el público y otras instituciones no gubernamentales vinculadas con la ciencia, la tecnología y la innovación.
Formación docente		Plantea el reto de modificar las prácticas de los maestros en el aula.
Vocaciones		Revela la intención de influir en la orientación vocacional de los estudiantes, y estimular en ellos la decisión por carreras profesionales vinculadas con las áreas propias de esta propuesta.
Reformas educativas		La mayoría de los países impulsaron reformas que exigen a las instituciones educativas planes de estudio, o planes educativos institucionales, para la implementación del enfoque STEM.

*Nota:* La información contenida en la tabla corresponde a la síntesis de las convergencias del enfoque STEM presentes en las publicaciones encontradas en revisión de literatura desarrollada en el proyecto “Visión STEM+” del Ministerio de Educación Nacional y Parque Explora (2021).

**Tabla 5**

*Divergencias del enfoque STEM*

<b>Divergencias del STEM</b>		
STEM STEAM	o	En una, se priorizan solo las áreas tradicionales de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), en la otra, se usan “fórmulas” para complementar la visión, agregando caracteres como +, A y H.
Disciplinas integradas o segregadas.	o	El enfoque STEM no contempló, en principio, la integración de las áreas sino el simple énfasis curricular en las cuatro disciplinas. Ahora se propone atravesar los límites entre áreas y proponer una mirada más holística.
Visión productivista o de formación para la vida	o	Algunas posturas tienen un énfasis en la cualificación de la mano de obra para el desarrollo productivo orientado a la dimensión económica. Otras procuran estimular la ASCTI para incidir en una cultura científica en la que los ciudadanos se reconozcan como actores del desarrollo social y económico.
Inclusión de personas con discapacidad y enfoque de género	de	Solo unas cuantas propuestas han designado esfuerzos para priorizar el enfoque de género desde esta apuesta educativa. Otras contemplan la inclusión, y el enfoque de género, como aspecto central de su apuesta

*Nota:* La información contenida en la tabla corresponde a la síntesis de las divergencias del enfoque STEM presentes en las publicaciones encontradas en revisión de literatura desarrollada en el proyecto “Visión STEM+” del Ministerio de Educación Nacional y Parque Explora (2021).

Cabe decir entonces que, la educación STEM se presenta como una herramienta que puede solucionar problemas que se viven en la cotidianidad de las comunidades. Considerando así la importancia que tiene trabajar en las escuelas la educación STEM para de esta forma enfocar al estudiante hacia la utilización de elementos que permitan solucionar necesidades o dificultades del contexto en que se desarrolla, dentro de las cuales se resalta la apropiación y conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con documento Visión STEM+, del Ministerio de Educación y Parque Explora (2021), son seis los principios que fundamentan este enfoque y deben tenerse presentes para el diseño de políticas públicas; de programas, proyectos y lineamientos curriculares (ver tabla 6). A continuación, se relacionan los principios del enfoque:

**Tabla 6**  
*Principios del enfoque STEM*

<b>Principio</b>	<b>Descripción</b>
Integrado	Implementa estrategias didácticas, metodológicas y pedagógicas flexibles, para que los estudiantes interactúen con las áreas de conocimiento de forma interconectada.
Incluyente	Promueve la diversidad, la inclusión y la participación activa de niñas, niños y jóvenes, mediada con recursos y experiencias de aprendizaje que reconocen los saberes, intereses, habilidades y contextos de las comunidades
Colaborativo	Se materializa desde la pluralidad, el respeto hacia la diferencia, la complementariedad de pensamientos e ideas, y la construcción colectiva entre los estudiantes, las familias y los demás actores del ecosistema educativo.
Contextual	Aborda situaciones reales que favorecen la comprensión y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos a problemas de diferente índole, y reconocen las diferencias, necesidades y convergencias del contexto.
Activo	Propicia las condiciones para que cada persona se responsabilice de su propio aprendizaje, lo construya y le dé sentido, de manera que se convierta en un aprendiz permanente y autónomo.
Expandido	Ubica la escuela como parte de un ecosistema que traspasa fronteras para expandirse continuamente, y la experiencia de aprendizaje se busca en todos los momentos y lugares.



*Nota.* La información contenida en la tabla corresponde a la síntesis de los principios del enfoque STEM, establecidos por el Ministerio de Educación de la República de Colombia (2022).

El enfoque STEM tiene en cuenta competencias que trascienden las áreas del conocimiento orientados a transformar el sistema educativo contextualizado en los retos del siglo XXI. De acuerdo con esta visión, la UNESCO (2019) ha definido las competencias STEM/STEAM para el siglo XXI como “las capacidades de un individuo para aplicar el conocimiento, las habilidades y las actitudes de manera apropiada en su vida diaria, entorno profesional o contexto educativo” (p. 11), las cuales cubren tanto el ‘saber qué’ (el conocimiento, las actitudes y los valores asociados con las distintas áreas del conocimiento) como el ‘saber hacer’ (las habilidades para aplicar ese conocimiento, teniendo en cuenta las actitudes y valores éticos, con el fin de actuar de manera apropiada y efectiva, en un contexto dado).

#### ***3.2.4 Características del currículo integrado***

El enfoque STEM, con su énfasis en la integración de las ciencias, tecnología y matemáticas, representa un cambio paradigmático en la educación tradicional (MEN, s.f). Este enfoque no solo busca desarrollar competencias específicas en estas áreas, sino que también promueve habilidades del siglo XXI como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. Así, la naturaleza interdisciplinaria de STEM, que aborda problemas del mundo real de manera holística, naturalmente conduce a la consideración de un currículo más integrado y menos compartimentado.

En este contexto, el currículo integrado emerge como una extensión lógica y una herramienta fundamental para implementar eficazmente el enfoque STEM en las instituciones educativas. Por tanto, el currículo integrado aspira a superar la fragmentación del conocimiento típica de los planes de estudio convencionales. Así, esta convergencia entre STEM y el currículo integrado ofrece una oportunidad única para repensar cómo se organiza y se imparte la educación.

Dicho lo anterior, se entiendo el currículo integrado como una estrategia que el sistema educativo utiliza para conectar a los estudiantes con la vida real. El objetivo de todos los sistemas educativos es que los estudiantes adquieran una comprensión de esta, la cual se presenta de manera

muy fragmentada en diversas materias. Cada tema ofrece una perspectiva distinta sobre la realidad, lo que permite abordarla desde un enfoque histórico, geográfico, matemático, artístico o literario, tecnológico desde las ciencias naturales. Según Torres (2016) El currículum integrado toma una parte de la realidad que sea relevante o significativa y la investiga para conectar ese conocimiento disciplinar.

En este sentido gobierno de Canarias. (s.f.) considera que el propósito principal del currículum integrado se concreta en la expansión e interdisciplinariedad de las disciplinas de conocimiento del currículum tradicional y persigue el ideal educativo de integrar en el quehacer docente los saberes divididos de las especialidades de investigación provenientes del enfoque positivista del siglo XIX.

En cualquier caso, elegir un plan de estudios integrado implica siempre elegir y adaptar el conocimiento académico. Los programas educativos convencionales bien establecidos en la tradición escolar suelen tener un sesgo enciclopedista y fragmentado, lo que lleva a los contenidos a acumularse de manera excesiva y ser incomprensibles para la mayoría de los estudiantes, lo que los hace olvidar rápidamente. Además, su escaso valor práctico para la vida diaria de los estudiantes es muy bajo. (Pérez Gómez, 2012).

De acuerdo a lo citado por Ramírez (2019). El proponer un currículum integrado para la educación básica secundaria, que incluya situaciones ambientales, posibilita pensar en alternativas como la transdisciplinariedad. Este concepto puede entenderse como la manera en que se construye y se concibe el conocimiento, coincidiendo con Estefan et al., (1999), acerca del enfoque del currículum, sosteniendo que un microcurrículum aborda temas específicos que constituyen un núcleo o subnúcleo problemático. Estos problemas particulares pueden surgir porque el contenido esencial de está, se ve condensado en componentes integrados que están orientados a la investigación por naturaleza.

De acuerdo con los antecedentes y la fundamentación teórica, la implementación de una estrategia de ASC sobre biodiversidad del territorio en las instituciones educativas se puede desarrollar en los siguientes pasos:

- Reconocer la problemática específica del contexto para establecer metas.

- Determinar los participantes de la propuesta, es decir los actores involucrados que requieran apropiación para fortalecer las competencias que permitan generar acciones positivas frente a la problemática.
- Establecer las áreas que pueden integrarse para alcanzar aprendizajes significativos asociados al proceso de apropiación, teniendo en cuenta que el área de Ciencias Naturales es fundamental por lo que en ella representa la biodiversidad.
- Determinar los saberes y habilidades que los estudiantes deben alcanzar o fortalecer en cada área STEM según los lineamientos curriculares y que sirvan de plataforma para alcanzar la apropiación.
- Diseñar un micro currículo que además de ser integrado, sea incluyente, contextual activo y colaborativo. Este debe ser socializado con los miembros de la comunidad educativa (directivos, docentes, padres de familia, estudiantes, entre otros), para garantizar la aprobación y el apoyo a la propuesta.
- Ejecutar la propuesta en los tiempos planeados sin perder de vista los objetivos, procurando generar productos visibles dentro del contexto (memorias, material didáctico, recursos audiovisuales, ornamentación, experiencias significativas, entre otros).
- Evaluar los resultados de la propuesta desde la visión holística del enfoque STEM y desde cada área, donde participen los actores involucrados para lograr reflexión crítica de la implementación de la propuesta.
- Socializar con la comunidad educativa los resultados y productos de la propuesta.

#### **4 Metodología**

Para todo proyecto de investigación es necesario tener una ruta metodológica que oriente su desarrollo, que ayude con la organización del tiempo y brinde elementos importantes para obtener resultados óptimos para su posterior análisis y generación de conocimiento. Dentro de esa ruta es elemental la cosmovisión, que, para la presente investigación, se emplearon dos: La cosmovisión constructivista, ya que según Mertens (2010), cuestiona el planteamiento reduccionista de construcción del conocimiento establecido por el pospositivismo y defiende la construcción social del conocimiento fruto de la interacción social. Esta cosmovisión postula que la realidad es construida por el intelecto humano como resultado de la dinámica de la persona con el entorno resaltando la relevancia de los procesos mentales y sociales; y la cosmovisión transformadora, donde, según Creswell (2013), los investigadores abogan por el empleo de procedimientos en los que la voz de los participantes en la investigación sea central, donde, aunque operando a un nivel filosófico menor, disponen de aparatajes teórico-metodológicos propios, que las hacen únicas. Esta cosmovisión tiene una perspectiva centrada en la idea de que las personas a través de acciones pueden cambiar su realidad y desarrollar procesos de trabajo colectivo desde aspectos sociales, políticos y sociales relevantes.

El enfoque de la investigación es cualitativo, ya que tratar situaciones que reúnen a grupos como estudiantes y docentes, y explorar temas como la ASC sobre la biodiversidad, requiere del desarrollo de procesos reflexivos en la práctica pedagógica para facilitar la formación de los futuros docentes basada en la investigación. Según lo expuesto por Taylor y Bogdan (1996), este enfoque permite el trabajo en conjunto, la obtención de información de tipo narrativo, una dinámica de interrelación entre el investigador y los participantes en el fenómeno social al que se desea investigar.

En estos contextos, los investigadores observan el medio ambiente y las personas de manera integral, y las personas, los entornos o los grupos no se reducen a variables, sino que se ven como un todo. Considerando los objetivos planteados en el presente trabajo este tipo de investigación permitirá descubrir y refinar preguntas de investigación.

Así pues, dentro de este enfoque y de acuerdo a los objetivos del proyecto, el diseño utilizado en la investigación es el de la Investigación Acción, que logra estudiar la práctica desde

un punto de vista social, realiza una reflexión sobre ella y trata de brindar acciones para mejorar el contexto. Según Bisquerra (2009), un rasgo específico de la investigación acción es que debe integrar el imperativo de la acción. El foco de la investigación será el plan de acción para lograr el propósito establecido. "Hacer algo para mejorar una práctica social" (p.373) es un rasgo que distingue a la Investigación Acción de otras investigaciones. Su pretensión es lograr una mejora en congruencia con los valores explicitados en la acción.

La Investigación Acción trabaja con colectivos, desarrolla un proceso de mejoramiento continuo que inicia con la planeación de las actividades, la implementación de ellas y finalmente con la evaluación. Elliott, el principal representante de la investigación-acción desde un enfoque interpretativo define la investigación-acción en su libro en la página 69 como “un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma” (1993).

Elliott (1993) la entiende como una reflexión sistemática sobre el comportamiento del docente y las situaciones sociales, con el fin de ampliar la comprensión de estos actores sobre sus problemas prácticos. Esta reflexión no es meramente descriptiva, sino que busca profundizar en las causas subyacentes y los contextos específicos que influyen en las dinámicas educativas. Una vez que se logra una interpretación más profunda y detallada del problema, el objetivo de la investigación-acción se orienta hacia la transformación de la situación. Es decir, no solo se busca comprender el problema, sino también generar cambios concretos y significativos que mejoren la práctica educativa y la calidad de la enseñanza. Según Rodríguez et al. (2010), este enfoque permite a los docentes desarrollar estrategias más efectivas y contextualmente adecuadas, promoviendo así una mejora continua en su práctica profesional.

La Investigación Acción se lleva a cabo a través de los siguientes ciclos:

- a) Primero; planear que permite realizar un plan de acción.
- b) Segundo; actuar que es la fase donde se desarrollan todas las acciones,
- c) Tercero; observar es decir realizar la evaluación.
- d) Cuarto, la reflexión que va integrada a la acción.

Los ciclos están organizados de tal manera que se logre identificar en cada uno de ellos las características necesarias para desarrollar el paso a paso del proceso investigativo, obtener la información necesaria y conectar directamente la acción con la investigación.

Para llevar a cabo una investigación acción educativa es importante que los participantes de la investigación conozcan, comprendan y se apropien de los propósitos del estudio para así realizar un seguimiento a lo desarrollado en éste y finalmente reflexionar desde su trabajo colectivo.

Para ejecutar las fases de la investigación es este proyecto se tiene en cuenta el modelo propuesto por Elliot (1991). En este modelo se observa un ciclo ininterrumpido de la investigación y la acción que logra abordar un problema, fenómeno o situación real desde lo práctico y promoviendo el trabajo social. A continuación, se describen cada una de las fases de la investigación acción según Elliot adaptada al propósito de esta investigación, así:

En la *fase de planificación*, en este espacio de trabajo se plantearon los objetivos del proyecto según problema de investigación, teniendo en cuenta que estos fueran muy particulares, medibles, viables y que finalmente se alcanzaran. También, se evaluaron los factores asociados al problema, como el contexto, los participantes, los recursos y el tiempo. Asimismo, se logra hacer una proyección de presupuesto. Seguidamente en la *fase de acción*, se organizan, describen, diseñan y se desarrollan las actividades según lo propuesto en la fase anterior, es decir, elaboración del microcurrículo que incluye encuentros con docentes de las áreas STEM, diseño de los planes de aula, ejecución de cada actividad descrita para encuentro con los estudiantes. Se realiza la sesión de divulgación.

En la *fase de observación* se recoge la información obtenida por los estudiantes a través de las bitácoras, por los docentes participantes del proyecto, descritas en el diario de campo, y por los representantes de la comunidad educativa, coordinadores, maestros, estudiantes y padres de familia, después de realizar entrevistas y, finalmente, fotografías tomadas por estudiantes participantes y sus descripciones sobre la biodiversidad de la región para la realización de la cartilla. Se codifica y categoriza la información para su posterior análisis. En la *fase de reflexión* se hace un estudio detallado de los datos obtenidos en cada uno de los momentos señalados en la fase de observación para darle una interpretación y encontrar sentido a todo lo desarrollado. A continuación, se amplía en la figura 6 las fases de la investigación acción:

**Figura 6**

*Fases de la investigación acción Elliot (1991): planeación, acción, observación y reflexión*



**4.1 Participantes**

Este proyecto se desarrolló en el municipio de Chigorodó, el cual está ubicado en la zona de Urabá en el occidente Antioqueño con una superficie total de 608 km<sup>2</sup>, este nombre proviene del dialecto indígena Chigoro = Guaduas, y Do = Río, es decir, Río de Guaduas. Sus amplias llanuras vestidas de reverdecidos pastizales, bañados por las brisas mañaneras de Abibe, se han vuelto propicias para el desarrollo ganadero. Sus grandes extensiones de banano la hacen ver desde las alturas como un tapiz de esmeralda, sus cordilleras ricas en maderas, sus gigantescos bancos de agua y oxígeno la convierten en una potencia natural propicia para explotar con racionalidad y equilibrio. La privilegiada posición geográfica de esta municipalidad, situada en el noroeste antioqueño a 306 kilómetros de Medellín por una carretera pavimentada, la convierten en un

enorme potencial para la inversión en diferentes áreas, especialmente la agroindustria, bienes y servicios y de gran proyección para la instalación de nuevas empresas.

En la **figura 7** se muestra la ubicación dentro del municipio de la Institución Educativa Agrícola de Urabá, situada en el km 3 veredas la rivera. Institución de carácter oficial y técnico. Con modelo pedagógico dialógico través del cual se invita a la comunidad educativa a fortalecer los valores logrando así una convivencia consigo mismo, con el otro y con la naturaleza. Esta es una comunidad educativa que promueve la formación de hombres y mujeres críticas, reflexivas, participativas, democráticas, promotoras del respeto por la dignidad humana, por los valores éticos, morales, cívicos y religiosos con un alto espíritu de investigación, científico, agropecuario, con sentido de pertenencia, abierto al diálogo y con capacidad de liderar procesos sociales dentro de su comunidad.

### **Figura 7**

*Ubicación de la I.E. Agrícola Urabá*



*Nota:* Imagen tomada de Google earth. (2024). I.E. Agrícola Urabá. [Imagen]. Google.  
URL: <https://earth.google.com/web/>

Para este proyecto participaron tres (3) docentes: una del área de ciencias naturales, (DCN) uno del área de tecnología (DT) y uno del área de matemáticas (DM), Además de doce (12)



estudiantes del grado 9° que hacen parte de los semilleros de investigación de la institución. Cada grupo de participantes tuvo su espacio de interactuar para aportar y construir colaborativamente todo el trabajo esperado. En la fase de divulgación participan representantes de la comunidad educativa. En la tabla 7 se describen las actividades desarrolladas y la manera de intervención de cada participante.

**Tabla 7***Participantes del proyecto*

Participantes	Descripción	Actividades
Docentes	Área de ciencias naturales Área de matemáticas Área de tecnología	Planeación y ejecución del proyecto de investigación  Diseño del microcurrículo  Elaboración de la secuencia STEM  Realización de la propuesta didáctica  Desarrollo de los planes de aula.  Responsables de la recolección y análisis de la información  Sistematización del proyecto
Estudiantes	Grado 9° pertenecientes a los semilleros de investigación	Asistencia y participación en cada fase de trabajo diseñado por los docentes.  Elaboración y entrega de bitácoras.  Toma, selección y entrega de fotografías.  Diseño de la cartilla.
Representantes de la comunidad educativa	Coordinador académico Coordinadora de convivencia Personero estudiantil Docente de ciencias naturales – doctora en educación Representantes de los padres de familia	Asistencia a la fase de divulgación.  Valoración de la estrategia didáctica a través de las entrevistas.

*Nota.* En la tabla se describen los participantes del proyecto, y cuáles fueron las actividades desarrolladas por cada uno de ellos. Adaptación propia.

## **4.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el marco de esta investigación, se implementó una metodología rigurosa y diversa para la recolección de datos. Las técnicas principales incluyeron la observación directa y entrevistas semiestructuradas, que permitieron capturar información detallada y contextualizada. Adicionalmente, se analizó el microcurrículo como documento clave, el cual detalla los elementos de planificación desde cada área STEM. Para registrar las respuestas de los estudiantes en cada fase del plan de aula, se utilizaron bitácoras como instrumentos de seguimiento. Esta aproximación multifacética tuvo como objetivo fomentar un trabajo colaborativo, asegurando que la información obtenida reflejara las perspectivas de todos los participantes del proyecto, enriqueciendo así la calidad y profundidad de los datos recopilados.

### **4.2.1 Observación directa**

La observación directa es un método de recolección de datos, que consiste principalmente en observar los objetos de estudio en situaciones específicas. Todo esto se hace sin necesidad de intervenir o cambiar el entorno en el que se desenvuelve el objeto. De lo contrario, los datos obtenidos no serán válidos. Según Tamayo (2000), la observación directa “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p.193). Para ello, se utilizó como instrumento de recolección de la información el diario de campo, el cual permitió realizar la narrativa de cada encuentro realizado de tal manera que se logró detallar la opinión dada, cada emoción observada, el conocimiento obtenido, los resultados que se fueron dando para que sirvan de insumo en la redacción de las conclusiones. Además, se incluyeron cuadros, tablas, mapas, gráficos y/o esquemas.

Con la observación directa se pretendió describir como el enfoque educativo Bio-STEM logra motivar al estudiante a la participación activa desde la integración de diversas áreas, con miras a la generación de conocimiento para la solución de situaciones relacionadas con la biodiversidad. Además de fortalecer en ellos el trabajo práctico, el liderazgo, el trabajo en equipo, la creatividad y la autonomía. Todo lo anterior fue narrado en el diario de campo, de acuerdo a los

siguientes elementos: identificación del maestro y área, identificación de la población participante, la fase desarrollada, la descripción de las actividades y el análisis de lo observado. (#Anexo 1 Formato diario de campo.)

#### **4.2.2 La entrevista semiestructurada.**

La entrevista, de acuerdo con Hernández (2014), es un diálogo que se establece para obtener información de manera abierta, flexible y crítica y que de razón de lo que se pretende al aplicar la técnica. Por lo tanto, para esta investigación se empleó la entrevista semiestructurada, ya que se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información.

La entrevista semiestructurada a aplicada constaba de: la identificación del proyecto, la identificación de los entrevistados, además de la descripción de 5 preguntas que buscarán arrojar información sobre:

- las fortalezas de la aplicación de la estrategia Bio-STEM.
- la organización del microcurrículo con integración de áreas STEM.
- las ventajas de la utilización de un enfoque educativo para lograr la apropiación social del conocimiento en biodiversidad.

#Anexo 2 Formato entrevista

#### **4.2.3 Las bitácoras**

Las bitácoras son los instrumentos de registro donde los estudiantes desarrollaron procesos de narración, descripción y análisis de las actividades ejecutadas en cada una de las fases (exploración FEXP, estructuración FEST, Ejecución FEJEC, transferencia FTRANS, valoración FEVAL) dentro de los planes de aula de las áreas STEM. #Anexo 3 Formato bitácora estudiantes -ciencias naturales

Dicho lo anterior, una bitácora es una forma de comunicación con un estudiante en la que este se involucra como parte activa de su proceso de aprendizaje; es fácil de administrar, complementa las actividades presenciales, facilita la interacción profesor-alumno y apoya las actividades de evaluación y retroalimentación. (Tricas et.al como se citó en Barrios et al., 2012, p.405)

La información obtenida en las bitácoras logro reconocer el conocimiento que los estudiantes tienen sobre el concepto de biodiversidad, la biodiversidad en Colombia y en la región, además de reconocer los beneficios de la implementación de herramientas tecnológicas y los métodos estadísticos como elementos significativos en la construcción de conocimiento propio de las ciencias. En las **figuras 8 y 9**, se evidencia el trabajo desarrollado con los estudiantes en el área de ciencias naturales y matemáticas, lo que permite reconocer la integración de áreas.

**Figura 8**

*Sesión de Trabajo de Ciencias Naturales.*



*Nota.* En la imagen se evidencia el trabajo realizado en la fase de exploración desde el área de ciencias naturales.

### **Figura 9**

*Sesión de trabajo de matemáticas*



Nota. En la imagen se evidencia la sesión de trabajo en la fase de exploración en el área de matemáticas.

#### **4.2.3 Microcurrículo**

El microcurrículo es un instrumento de registro y organización, diseñado para consolidar y aplicar el enfoque educativo Bio-STEM, es diseñado por docentes representantes de Ciencias Naturales y educación ambiental, matemáticas y tecnología. Contiene los elementos propios de los planes de área, es decir parte de una pregunta problematizadora, que para este caso es: *¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería?* Asimismo, contiene los referentes de calidad, el componente o pensamiento, el aprendizaje y las evidencias de aprendizaje de acuerdo a cada área STEM. Finalmente, se incluyeron los desempeños, las estrategias y/o materiales para la enseñanza y para la evaluación, que son transversales a todos los procesos vinculados a la estrategia. #Anexo 4 Propuesta microcurricular #Anexo 5 Secuencia STEM

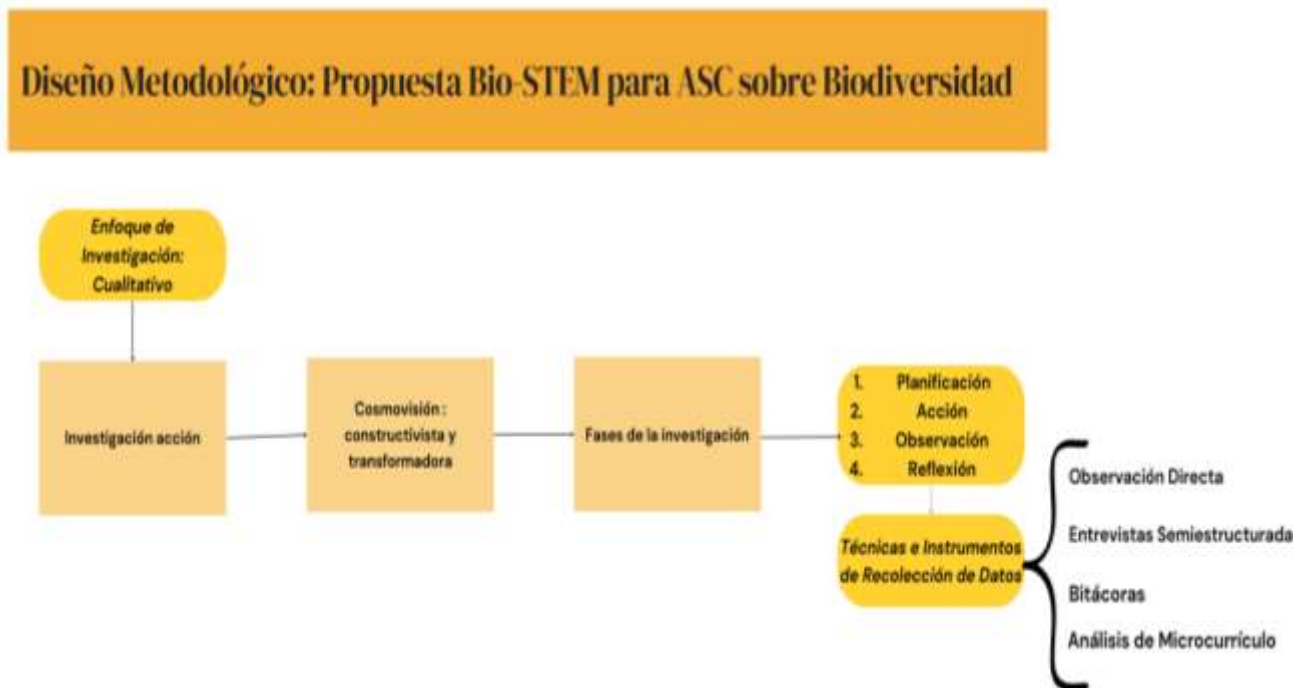
La propuesta microcurricular, además, comprende individualmente los planes de aula contenidas en el enfoque educativo Bio-STEM. Cada uno de éstos abarcan una diversidad de actividades, las cuales fueron desarrolladas por los estudiantes, encaminados a recoger información que finalmente permitió reconocer el acercamiento de estos hacia el cuidado, conservación y reconocimiento de la biodiversidad. #Anexo 6 Planes de aula

Por otra parte, el microcurrículo consolidado para este proyecto logró mostrar la transdisciplinariedad de las áreas STEM posibilitando el trabajo en equipo de pares, la implementación de metodologías activas, la creación de espacios académicos dinámicos y principalmente acercar a los estudiantes de secundaria a la apropiación social del conocimiento en biodiversidad.

En este mismo orden de ideas, se entiende el microcurrículo como una parte integral de un plan de estudio que determina la resolución de problemas, los proyectos centrales, la cultura y las cuestiones de la realidad del estudiante. Se refiere al conocimiento en la búsqueda de respuestas y temas que influyen en el proceso de aprendizaje significativo (González, 2012, p. 26).

Ahora bien, para sintetizar y visualizar el diseño metodológico de esta investigación, se ha elaborado una representación gráfica que integra los elementos clave del enfoque utilizado (**Figura 10**). Este diagrama proporciona una visión holística de la estructura metodológica, facilitando la comprensión de cómo los diferentes componentes se interrelacionan en el proceso de investigación. En la figura se puede observar cómo el enfoque cualitativo de Investigación-Acción constituye el marco general del estudio. Se destacan las cosmovisiones constructivista y transformadora que fundamentan la investigación, así como las cuatro fases cíclicas del modelo de Elliot: planificación, acción, observación y reflexión. Además, se incluyen las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados, que abarcan la observación directa, entrevistas semiestructuradas, bitácoras y análisis del microcurrículo. Esta representación visual no solo resume la metodología de manera concisa, sino que también ilustra la naturaleza integrada y cíclica del proceso de investigación-acción en el contexto de la propuesta Bio-STEM para la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad.

**Figura 10**  
*Gráfica del diseño metodológico de la investigación*



### **4.3 Métodos de análisis**

Para la organización y posterior análisis de los contenidos, se utiliza una matriz que contiene elementos significativos del proyecto logrando establecer la relación entre ellos, y los resultados obtenidos y consignados en el diario de campo, la entrevista, las bitácoras de los estudiantes y la planeación curricular, que finalmente orientarán correctamente al investigador al hacer el análisis de resultados

Para el análisis de los contenidos en este proyecto de investigación se utilizaron los procesos de categorización y codificación. “La codificación y la categorización son parte del proceso de análisis de datos. Los códigos son etiquetas cortas que se construyen durante la interacción con los datos” (Vives y Hamui, 2022, párr. 7).

Se consideran los siguientes aspectos para el proceso de codificación:

- La codificación es un proceso analítico que implica la identificación de información en el texto que ilustra ideas temáticas relacionadas con el código, presentado como una abreviatura de idea temática.
- Uno de los problemas de la codificación es mantener la visión de los participantes en un nivel descriptivo, idealmente logrando un análisis que permita una interpretación teórica de las historias.
- Para garantizar el reflejo de los datos, las historias con el mismo código se comparan entre sí, cómo difieren entre casos y con diferentes codificaciones de texto. (Gibbs, 2007, citado por Vives y Hamui, 2022, párr. 8).

Para este proyecto de investigación la selección de las categorías está asociadas a lo propuesto en cada uno de los objetivos específicos, los cuales conducen a lograr el objetivo general y por ende dan respuesta a la pregunta de investigación. Las subcategorías son escogidas de acuerdo a lo que se pretende identificar en cada uno de los resultados obtenidos en la recolección de la información y que alimentan las categorías. La tabla 8 describe las categorías, y elementos importantes para tener en cuenta en el análisis de la información, al igual que las subcategorías seleccionadas.



**Tabla 8**  
*Esquema de categorías*

<b>Categorías</b>	<b>Definición</b>	<b>Concepto clave</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Indicadores</b>
Características del currículo integrado	Principios y aspectos que permiten planear y desarrollar la integración de disciplinas desde lo holístico y teniendo en cuenta el contexto.	Estándares curriculares, derechos básicos de aprendizaje, evidencias de aprendizaje, metodología, recursos, estrategias de evaluación	Contenidos Evaluación Transdisciplinariedad	Grado de integración de las disciplinas  Uso de metodologías activas Evaluación de la efectividad del currículo
Principios del enfoque STEM	Pilares orientadores del enfoque educativo en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM).	Competencias del siglo XXI, el trabajo práctico, la integración de áreas, la comunidad, la integración de áreas, el trabajo colaborativo.	Integrado Incluyente Colaborativo Contextual Activo Expandido	Aplicación del enfoque STEM  Habilidades desarrolladas en los estudiantes
ASC en biodiversidad en los estudiantes	Proceso mediante el cual los estudiantes de secundaria logran valorar la importancia que tiene la biodiversidad para cada uno de	Trabajo social, reconocimiento de la biodiversidad de la región, educación ambiental, desarrollo de actividades para el	Contexto Participación Diálogo de saberes Transformación Reflexión crítica	Participación estudiantil  Nivel del conocimiento

ellos y su desarrollo sostenible.	Transferencia	sobre biodiversidad
		Percepción de los estudiantes
		Cambios en la actitud hacia la biodiversidad

*Nota:* Esta tabla muestra el esquema de categorías, definiciones, ejemplos de elementos en cada categoría, las subcategorías. Adaptación propia.

En la tabla 9, se presentan los códigos para el análisis de las sesiones de trabajo, los instrumentos utilizados para recolección de la información y los participantes en la investigación. Lo anterior, para tener en cuenta durante los resultados y conclusiones.

**Tabla 9**  
*Codificación utilizada en la investigación.*

Sesiones de trabajo – plan de aula	Instrumentos utilizados, técnicas y documentos	Participantes
Fase de exploración: FEXP	Bitácora: B	Estudiantes:
Fase de estructuración: FEST.		E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10,E11,E12.
Fase de ejecución: FEJEC.		
Fase de valoración: FVAL. Fase de exploración: FEXP	Diario de campo: DC	Docente de Ciencias naturales: DCN
Fase de estructuración: FEST.		Docente de Tecnología: DT
Fase de Ejecución: FEJE		Docente de matemáticas: DM
Fase de transferencia: FTRANS.		

---

Fase de valoración:		
FEVAL.		
Fase de divulgación: FD.	Entrevista: E	Personero Estudiantil: PE
		Coordinador Académico: CA
		Coordinador de convivencia: CC
		Docente doctora en educación: DDE
		Representante de los padres de familia: RPF

---

*Nota:* Esta tabla muestra los códigos utilizados para describir los participantes, señalar sus aportes en cada fase de trabajo y en cada una de las técnicas de recolección de la información utilizadas en el proyecto.

#### 4.4 Criterios éticos y de calidad

Este proyecto de investigación se realiza bajo la fundamentación de acuerdo con los principios en la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993, Artículo 5 que dice: En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar. Artículo 11 que expresa que esta investigación se consideró como investigación sin riesgo: es decir que en la investigación se utilizarán técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio. Artículo 6 que contempla que este estudio se desarrollará conforme a los siguientes criterios:

- Expresar claramente los riesgos y las garantías de seguridad que se brindan a los participantes.

- Contar con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la Resolución 008430/93.

- Se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización: del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación; el Consentimiento Informado de los participantes; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

Así mismo el Artículo 15 deja claridad sobre la información contenida en el consentimiento informado además de cómo debe estar redactado para comprensión de los participantes, madres, padres de familia o representante legal del menor #Anexo 8 Formato consentimiento informado



## **5. Resultados y discusión**

El presente capítulo tiene como propósito compartir los resultados, el análisis y la discusión de los aspectos sobre los que se indaga en aras de dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cuál es el aporte del enfoque educativo Bio-STEM para la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad con los estudiantes de secundaria de una institución educativa rural? De tal manera se distribuye el análisis de la información desde 3 categorías –características del currículo integrado, principios del enfoque STEM y ASC sobre biodiversidad en estudiantes, acompañadas cada una por subcategorías alusivas a cada apartado. La estructura de estos resultados corresponde a la forma como están organizados los objetivos específicos.

### **5.1. Categoría 1: Características del currículo integrado**

En la metodología de la presente investigación, se muestra como primera categoría de análisis de la información a las características del currículo integrado, el cual se entiende como el conjunto de propiedades tenidas en cuenta para lograr que el estudiante se conecte con la realidad, y de respuesta a una situación propia del individuo o de su comunidad. En este sentido, se muestran evidencias relacionadas con el primer objetivo específico planteado, que busca consolidar una propuesta microcurricular para secundaria que vincule las áreas STEM para la ASC sobre biodiversidad.

En esta investigación se elaboró y desarrolló un microcurrículo que muestra la integración de las áreas STEM. Este trabajo se realizó a partir de la siguiente pregunta Problematizadora: ¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería? Lo anterior se realiza teniendo en cuenta el formato que contiene elementos con una estructura curricular propuesta por el programa todos aprender del Ministerio de Educación Nacional y adaptada por la institución de acuerdo con los intereses y necesidades.

Para esta investigación, el microcurrículo logra que los docentes implementen de manera efectiva en el aula de clase los contenidos, a partir de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta componente y/o procesos, desempeños y aprendizajes descritos en la tabla 10 y con el propósito final de que los estudiantes logren su formación. Para este caso, los docentes de las áreas STEM, seleccionan de acuerdo con el objetivo general del proyecto y a la pregunta problematizadora, el referente de calidad. En este caso, los docentes de las áreas STEM seleccionan, de acuerdo con el objetivo general del proyecto y la pregunta problematizadora, el referente de calidad más adecuado. Para Ciencias Naturales, se aborda la explicación de la variabilidad y diversidad de las poblaciones como resultado de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural. En Matemáticas, se realiza una interpretación analítica y crítica de información estadística proveniente de diversas fuentes, como la prensa, revistas, televisión, experimentos, consultas y entrevistas. En Tecnología, se fomenta el uso eficiente de herramientas tecnológicas para el aprendizaje de otras disciplinas, tales como artes, educación física, matemáticas y ciencias. Finalmente, se orienta la organización y ejecución de un plan de aula individualizado, que constituye el instrumento utilizado por el docente para llevar a cabo la clase en el aula.

**Tabla 10***Desempeños, competencias y aprendizajes.*

Área	Componentes/proceso	Desempeños	Aprendizajes
Ciencias naturales	Entorno vivo – proceso biológico	Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica Identifico criterios para clasificar	Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

		individuos dentro de una misma especie	
Matemáticas	Aleatorio y sistemas de datos	Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes. Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas	Propone un diseño estadístico adecuado para resolver una pregunta que indaga por la comparación sobre las distribuciones de dos grupos de datos, para lo cual usa comprensivamente diagramas de caja, medidas de tendencia central, de variación y de localización.
Tecnología e informática	Apropiación y uso de la tecnología.	Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas	Tengo en cuenta normas de mantenimiento y utilización de artefactos, productos, servicios, procesos y sistemas tecnológicos de mi entorno para su uso eficiente y seguro.

*Nota:* en la tabla se describe el componente y/o proceso de cada área según estructura curricular, los aprendizajes y desempeños. Adaptación propia.



El microcurrículo desarrollado presenta una secuencia STEM robusta y coherente que demuestra la integración efectiva de las áreas disciplinares. Esta secuencia no solo muestra la interconexión entre las distintas disciplinas, sino que también proporciona una descripción detallada y progresiva de cada área, desde los conceptos fundamentales hasta los aprendizajes esperados en cada una de las sesiones de trabajo (fases). Estas fases, descritas minuciosamente en la **tabla 11**, ofrecen una estructura clara y sistemática que guía tanto a docentes como a estudiantes a través del proceso de aprendizaje integrado. La secuencia está diseñada para promover un enfoque holístico del aprendizaje, permitiendo a los estudiantes establecer conexiones significativas entre las diferentes áreas STEM y aplicar sus conocimientos de manera interdisciplinaria. Además, esta estructura facilita la evaluación continua del progreso de los estudiantes y la adaptación flexible del currículo según las necesidades emergentes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Tabla 11***Fases de la secuencia STEM*

Fases	Áreas STEM			
	Ciencia	Tecnología	Ingeniería	Matemáticas
Exploración	Construcción de concepto de Biodiversidad desde sus conocimientos previos.	Acercamiento a herramientas audiovisuales y su utilidad en diferentes áreas y contextos (énfasis en la fotografía).	Comprensión del concepto de diseño y sus momentos en la ingeniería.	Identificación y caracterización de las diversas fuentes de información para análisis estadístico.

Estructuración	Abordaje del concepto y categorías taxonómicas a partir de los textos existentes en la biblioteca y sitios web.	Taller práctico sobre conceptos, técnicas y reglas básicas en la fotografía:	Identificación y análisis de la información del problema de diseño y definición del problema de diseño, basado en las diferencias encontradas entre las especies y ecosistemas expuestos en la bibliografía y cibergrafía, y las presentadas en las entrevistas.	Abordaje de los diferentes tipos de fuentes de información. Repaso de tablas de frecuencias y gráficos estadísticos (conceptos y ejemplos).
Ejecución	Identificación y clasificación taxonómica de especies representativas de la región. Indagación y consulta sobre las especies, ecosistemas y grupos étnicos de la región.	Toma de fotografías de las especies identificadas, utilizando las técnicas vistas en clase. Edición de fotografías y estructuración de la cartilla.	Abordaje del problema, establecimiento de posibles soluciones y toma de decisiones mediante el trabajo colaborativo. Diseño en detalle de una cartilla que permita solucionar el problema de	Elaboración de tablas y gráficos estadísticos sobre la información encontrada en las diferentes fuentes. Establecimiento de conclusiones a partir de estos datos.

<p>Inserción de la información en la cartilla.</p>		<p>descontextualización de fuentes bibliográficas.</p>	<p>Inserción de las tablas, gráficos y conclusiones más relevantes en el producto final.</p>
<p>Socialización en clases de las especies y ecosistemas representativos de la región de Urabá.</p>	<p>Socialización de las técnicas de fotografía aplicadas y edición de imágenes.</p>	<p>Sustentación de las fases del protocolo de ingeniería ejecutadas en la creación de la cartilla.</p>	<p>Socialización de informe estadístico de las fuentes de información, las tablas y gráficos estadísticos sobre la biodiversidad del territorio.</p>
<p>Transferencia</p>			
<p>Divulgación en la comunidad educativa: Directivos docentes, personal administrativo, representante de padres de familia, representantes del sector productivo, delegados de secretaría de educación municipal y departamental, representantes de la comunidad científica.</p>			
<p>Valoración del trabajo en el área: - Componente cognitivo - Componente procedimental - Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y</p>	<p>Valoración del trabajo en el área: - Componente cognitivo - Componente procedimental - Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y</p>	<p>Valoración cualitativa por parte de equipo de ingeniería de la Universidad de Antioquia.</p>	<p>Valoración del trabajo en el área: - Componente cognitivo - Componente procedimental - Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y</p>

---

	heteroevaluación	heteroevaluación
Valoración	).	).

---

Valoración por parte de representantes de la comunidad educativa: Directivos docentes, personal administrativo, representante de padres de familia, representantes del sector productivo, delegados de secretaría de educación municipal y departamental, representantes de la comunidad científica.

---

*Nota:* esta tabla describe los elementos tenidos en cuenta para desarrollar las fases de trabajo en cada una de las +áreas STEM. Adaptación propia.

De esta manera se esperaba que desde las ciencias naturales los estudiantes logren la comprensión y apropiación del concepto de biodiversidad, que a partir de la tecnología utilicen herramientas audiovisuales para captar y mostrar la riqueza natural en la región, de las matemáticas se realice un estudio estadístico tipo muestreo de las especies más representativas en su contexto, utilizando gráficos y tablas, y finalmente, desde la ingeniería la aplicación de un diseño para realizar una cartilla que permita solucionar el problema de descontextualización de la biodiversidad a partir de referentes bibliográficos pero teniendo en cuenta los aportes dados por los estudiantes. Esta categoría incluye las subcategorías: contenidos, evaluación y transdisciplinariedad.

### **5.1.1 Contenidos.**

Al lograr la integración de contenidos dentro del trabajo pedagógico se busca potencializar la conexión entre el conocimiento, lo que conlleva a interpretar la realidad desde diferentes dimensiones. Asimismo, hay motivación para la práctica, desarrollo y/o fortalecimiento de habilidades de manera conjunta importantes para la vida como las comunicativas, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y pensamiento creativo, entre otras.

Los contenidos dentro de la estructura curricular se convierten en la excusa para poder llevar a los estudiantes a alcanzar sus aprendizajes y competencias en las diferentes áreas y de manera integral, ya que a partir de ellos se planean una serie de actividades que permiten evidenciar lo

logrado. Estos contenidos son organizados dentro de los planes de aula, en los cuales están descritos como se desarrolla cada fase de trabajo con los estudiantes.

En el plan de aula de matemáticas, los conceptos básicos de estadística descriptiva están direccionados a la apropiación de la biodiversidad del territorio en los estudiantes participantes, partiendo de su pregunta problematizadora: ¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería?

Por su parte, el docente del área de tecnología orienta el manejo de los recursos y técnicas de fotografía para que los estudiantes saquen el máximo provecho a los recursos que les ofrece el medio y a la riqueza del territorio en términos de biodiversidad, lo cual evidencia en la planeación de sus clases

El plan de aula contiene cinco fases que van desde el acercamiento de los estudiantes a los conceptos previos (fase de exploración) hasta el momento de la valoración final (fase de evaluación). En este proyecto de investigación el DCN en su DC durante la FEXP logra observar que la participación de éstos con los conceptos que tienen sobre la temática abordar y que apuntan a la construcción del concepto de biodiversidad están estrechamente relacionados con su cotidianidad. Esto se nota en las respuestas dadas por los estudiantes 2 y 7.

Para mí la biodiversidad son diferentes tipos de hongos bacterias animales plantas que existen en nuestro planeta tierra. (BE2\_FEXPCN.)

La biodiversidad para mí la biodiversidad y la naturaleza que nos rodea como los ecosistemas fauna y flora y las diversas especies en los diferentes partes del mundo cada uno con sus características que vuelven a cada especie única. (BE7\_FEXPCN)

De acuerdo con lo expuesto por Lopera y Jiménez (2022), el concepto de biodiversidad ha evolucionado, pasando de referirse solo a la cantidad de especies que existen en un lugar, hasta un concepto mucho más amplio que abarca la diversidad biológica, los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad, desde una mirada más holística y compleja. Lo cual evidencia que los estudiantes están en el nivel más básico del manejo del concepto de biodiversidad.

Respecto a lo expuesto por Guarro (2008), se evidencia coherencia vertical por la articulación de las áreas ajustada al modelo pedagógico, los planes de área y lineamientos curriculares. También es notoria la coherencia horizontal en la planificación de las fases por área, donde se pensó en una ejecución de actividades en cada área STEM que permitiera alcanzar aprendizajes por separado, sino que complementara el alcance de las competencias en las otras áreas.

### **5.1.2 Evaluación**

La evaluación sale como una subcategoría emergente durante la ejecución del proyecto que logra orientar el desarrollo de este proceso en el aula de clase ya que al diseñar e implementar un currículo integrado éste permite la participación del estudiante, el acercamiento a la comunidad, convirtiéndolo en agente activo de su formación. Al realizar un trabajo integrado el desarrollo de actividades es más dinámica y de interés para los estudiantes y sus resultados son mejores. Lo anterior se evidencia en las respuestas obtenidas en las entrevistas realizadas durante la divulgación del proyecto.

*Tienen apropiación por el conocimiento, demuestran habilidades en diferentes conceptos con relación a la temática abordada. (E\_DDE-FD)*

*El empoderamiento (de los estudiantes) se notaron muy ubicados en explicar cada uno de los conceptos que se manejan en el proyecto. (E\_CC\_FD)*

*Tienen un conocimiento (los estudiantes) extendido por su gran interés en la biodiversidad. (E\_PE-FD).*

Cuando los estudiantes logran consolidar, comprender y explicar una propuesta didáctica que vincule a la comunidad y tenga en cuenta el contexto real, como en el caso de la iniciativa Bio STEM, esto se alinea con el documento propuesto por la UNESCO sobre el empoderamiento y movilización de los jóvenes. Dicho documento destaca que los jóvenes, a través de su participación en actividades que promueven el desarrollo sostenible, deben ser empoderados. El aprendizaje efectivo fomenta la participación activa y la autonomía, lo que potencia la confianza y el compromiso de los estudiantes con su educación. Esta habilidad de comunicar y compartir conocimientos es esencial para el desarrollo de competencias que les servirán en el futuro. Esto

significa que, mediante un trabajo colectivo en el que desarrollan habilidades, valores y actitudes transformadoras, es posible generar un cambio social, ambiental, económico y político.

La evaluación es un proceso continuo y de interacción. Actualmente se busca que sea formativa ya que permite el acercamiento entre el estudiante y el maestro. Esta debe invitar a la participación del estudiante, al alcance de aprendizajes y al desarrollo de competencias. En el currículo integrado la evaluación se convierte en un elemento activo entre el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Dentro de esta categoría, la evaluación se mira como una valoración interdisciplinaria centrada en el estudiante, que busca dar una apreciación no sólo en los contenidos trabajados sino la forma como utiliza lo aprendido en cada área, la integración de esto para la resolución de problemas del contexto. Como lo indica

Se evidencia en los planes de aula y los diarios de campo, el uso de diferentes estrategias de evaluación que conversan con lo establecido en el Sistema Institucional de Evaluación (SIE), primando el trabajo colaborativo y la evaluación formativa. Todo lo anterior se evidencia en lo descrito en los diarios de campo de los docentes. Así específicamente:

*La retroalimentación de los pares mejoró la comprensión de los estudiantes y ayudó a aclarar áreas que eran confusas, el uso de la infografía para complementar los videos proporcionó un contexto localizado y reforzó los aprendizajes clave. (DC-DCN)*

De igual manera, se nota en las respuestas dadas en la fase de divulgación, por la coordinadora y el personero estudiantil, así:

Estudiantes apropiados del tema. (E\_CC\_FD)

Entusiasmados por el conocimiento es agradable saber que hay estudiantes en saber mucho más. (E\_PE\_FD)

Se observó que el interés y el entusiasmo de los estudiantes variaban mucho. La retroalimentación entre ellos fue esencial para mejorar la comprensión de lo desarrollado y aclarar dudas. El uso de infografías para complementar los videos también agrega contexto y refuerza las lecciones clave. Estos resultados sugieren que las estrategias utilizadas, incluida una combinación

de interacción entre pares y recursos visuales, fueron efectivas para promover un aprendizaje significativo y un mayor compromiso con el plan de estudios sobre biodiversidad.

Según Torres (2012), en el contexto de la propuesta STEM, la evaluación actúa como una herramienta transdisciplinar, donde se utilizan procesos de valoración que cruzan los límites de las disciplinas individuales e integran muchas áreas de conocimiento, lo cual se ha visto aplicado en cada una de las actividades desarrolladas en la propuesta curricular diseñada en el proyecto.

### **Figura 11**

*Evidencia fotográfica de la fase de divulgación*



*Nota:* La figura 10 muestra la socialización de la propuesta Bio-STEM por parte de los estudiantes a los representantes de la comunidad educativa.

#### ***5.1.3 Transdisciplinariedad.***

Esta subcategoría es una forma de organizar la información relacionada con las disciplinas, de tal manera que se logre la integración de estas y su aproximación al mundo natural desde una perspectiva holística, buscando siempre dar solución a un problema o un fenómeno.



En esta categoría, la transdisciplinariedad se convierte en un elemento indispensable para la organización de los recursos, herramientas, estrategias y fases dentro de la estructura curricular, lo que permitió la consolidación del microcurrículo, ya que su conceptualización guió todo este proceso. Como hallazgos se tienen que, al realizar trabajos o proyectos, los estudiantes pueden transferir conocimiento y aplicarlo desde diferentes áreas obteniendo de ellas lo que necesiten. Esto es evidenciado en las respuestas dadas por los estudiantes al realizar sus actividades.

Dentro de los elementos de la fotografía que favorecen la apropiación social del conocimiento están:

Color: Nos sirve para ver más al detalle los colores de la biodiversidad que nos rodea.

Objetivo: Nos sirve para saber a lo que le vamos a tomar la foto. Como, por ejemplo, animales, plantas, etc. (BE1\_S1TEC)

la biodiversidad la demostraría por medio de diapositivas que contengan la información que quiero contar de forma precisa aceptar y simple(B7\_FTRANSCN)

De acuerdo con las respuestas de los estudiantes, se puede concluir que tienen nociones de estadística y fuentes de información. También conocen de cerca el concepto de apropiación. (DC\_DM)

Estas respuestas logran interpretar que varios componentes del proyecto ayudan a lograr el objetivo de la propuesta BIO-STEM, el uso de la fotografía, que facilita la comprensión y apreciación de la biodiversidad, promueve la conciencia y la valoración de esta, que es un aspecto único. Los estudiantes notaron que los colores de las imágenes les permitieron observar en detalle los diferentes rasgos de la biodiversidad que los rodeaba, mientras que las lentes de la cámara les ayudaron a enfocar adecuadamente y seleccionar especies de animales y plantas.

Se ha mencionado además que las diapositivas son una herramienta útil para brindar información de forma precisa y sencilla. Este enfoque no sólo facilita la difusión y transmisión del conocimiento; sino que también garantiza que la información se comunique de manera fácil de entender y que todos los estudiantes la tengan a mano.

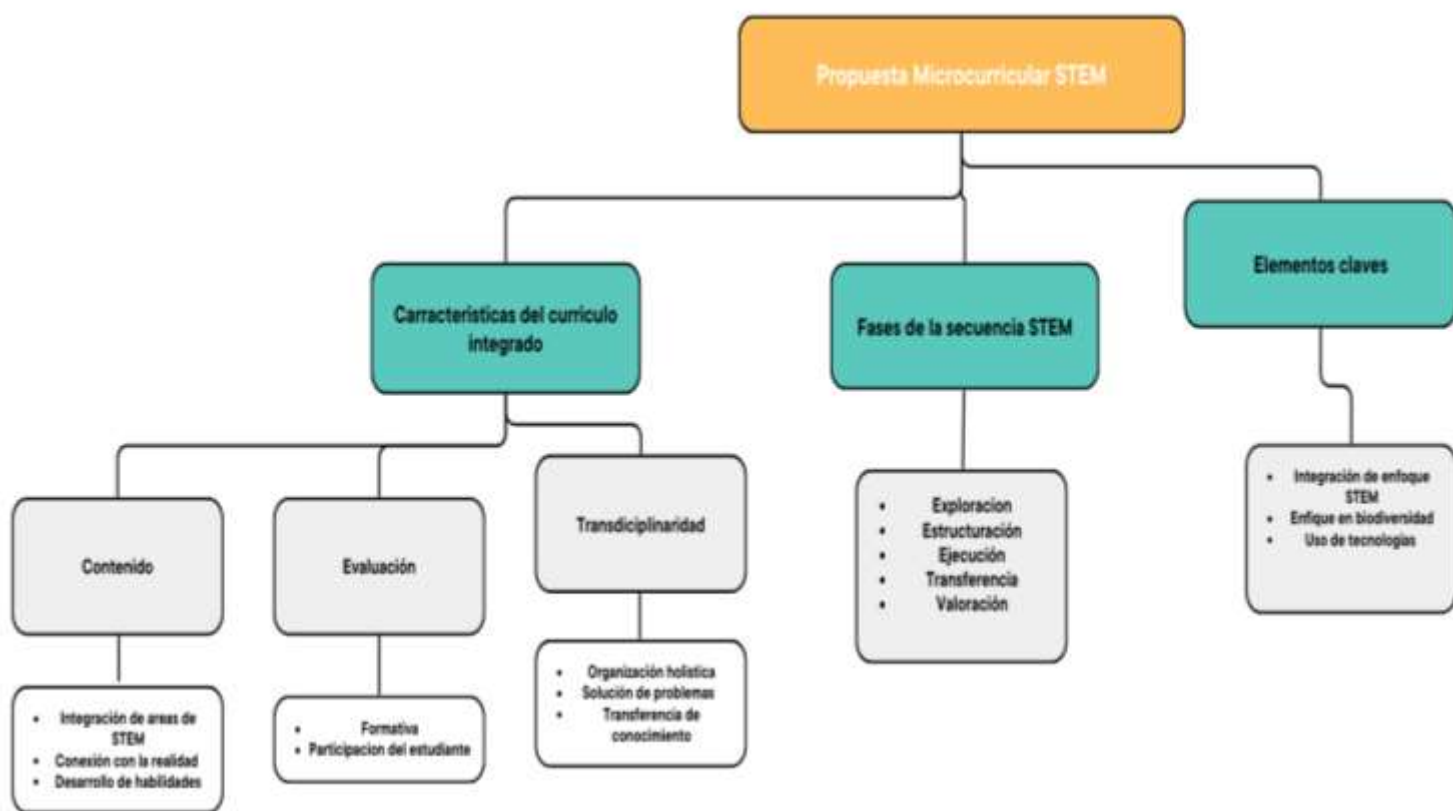
La implementación de recursos didácticos como el uso de fotografía y diapositivas en el proyecto Bio-STEM demuestra la manera como el currículo integrado logra una eficaz comprensión y apropiación del conocimiento en biodiversidad en estudiantes de básica secundaria.

Los resultados encontrados en las bitácoras y las observaciones dadas por los docentes en su diario de campo muestran que estos recursos ayudan a interpretar conceptos difíciles, y a potencializar un valoración más crítica y práctica de los contenidos, alineándose con los principios defendidos por Torres (2016), Pérez Gómez (2012), y Ramírez (2019).

Para finalizar, se sintetiza los elementos de la propuesta microcurricular para evidenciar su consolidación (**Figura 12**).

**Figura 12**

*Sintonización de los elementos sobre la propuesta microcurricular*



*Nota.* La siguiente figura sintetiza los elementos de la propuesta microcurricular para evidenciar su consolidación.

La **Figura 1** presenta una síntesis visual de los elementos fundamentales que constituyen la propuesta microcurricular STEM para la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad. Este diagrama de flujo ilustra la estructura integral del microcurrículo, destacando sus tres componentes principales: las características del currículo integrado, las fases de la secuencia STEM y los elementos clave. La representación gráfica permite observar cómo estos componentes se interrelacionan y se desglosan en subcomponentes más específicos, ofreciendo una visión holística de la propuesta. Esta visualización facilita la comprensión de cómo se articularon los diferentes aspectos del microcurrículo para lograr una integración efectiva de las áreas STEM, promover la conexión con la realidad del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades transdisciplinarias, todo ello centrado en el tema de la biodiversidad.

## **5.2 Categoría 2: Principios del enfoque STEM.**

Para la categoría denominada principios del enfoque STEM, se incluyeron las subcategorías: integrado, incluyente, colaborativo, contextual, activo y expandido. Esta segunda categoría en la investigación pretende dar información relacionada con la integración de los principios del enfoque STEM para lograr ese acercamiento entre el estudiantado y el reconocimiento e importancia de la biodiversidad del entorno desde el trabajo en el aula y de campo.

### **5.2.1 Integrado**

Para la subcategoría, integrado, se tiene que el estudiante al participar activamente en actividades integradas que conectan los campos STEM, no solo obtiene más conocimientos sobre la biodiversidad, sino que también desarrolla habilidades y competencias para pensar críticamente sobre el tema y mejora la comprensión en colaboración con sus pares.

En la estructura microcurricular se evidencia el principio de integración desde el planteamiento de la pregunta problematizadora y los desempeños esperados, ya que el desarrollo de las clases gira en torno a dicha pregunta. La matriz de secuencia STEM muestra las actividades propuestas por cada fase, procurando que cada una de las etapas sirva de complemento no solo en el área correspondiente, sino en las otras áreas.

Dentro de la planeación del componente de tecnología, el docente se propone incorporar diferentes elementos tecnológicos como los celulares, cámaras y softwares para alcanzar las competencias de los estudiantes, no solo dentro del área específica, sino también, en el área de Ciencias Naturales, conduciendo a los estudiantes a buscar especies de la región para tomar fotografías que permitan enriquecer la propuesta Bio-STEM , pero además la elaboración de la cartilla para ilustrar la riqueza natural de su contexto . El uso de estas herramientas fomenta el aprendizaje activo, las competencias digitales y científicas. Asimismo, el docente de matemáticas dentro de su planeación integra las fuentes de información disponibles en el contexto (desde el internet hasta las fuentes bibliográficas) para analizar los datos y generar un diagnóstico de la información existente sobre la biodiversidad de la región de Urabá, promoviendo la realización de un análisis crítico como complemento a la organización de los contenidos de la cartilla (Anexo 5).

Dentro de los hallazgos se encuentra la construcción del concepto de biodiversidad a partir del conocimiento previo que tienen. Esta aproximación la hacen asociando el concepto a la parte biológica. Lo anterior se puede apreciar en las observaciones y/o respuestas a los trabajos hecho por los estudiantes 2 y 7 durante la intervención.

Para mí la biodiversidad son diferentes tipos de hongos bacterias animales plantas que existen en nuestro planeta tierra. (BE2\_FEXPCN)

La biodiversidad para mí la biodiversidad y la naturaleza que nos rodea como los ecosistemas fauna y flora y las diversas especies en los diferentes partes del mundo cada uno con sus características que vuelven a cada especie única. (BE7\_FEXPCN)

La biodiversidad son plantas y animales. (BE1\_FEXPCN)

La biodiversidad es la ciencia que estudia plantas y animales, fauna y flora. (BE3\_FEXPCN).

La biodiversidad es una variedad de vida en un ecosistema donde se incluyen todas aquellas diversas especies de plantas, animales, hongos y microorganismos(.BE10\_FEXPCN)

En este sentido, al asociar el concepto de biodiversidad principalmente con su componente biológico, los estudiantes están utilizando su conocimiento previo como base para la construcción de este nuevo concepto. Sin embargo, es notorio que aún este es muy básico entre los estudiantes. En la respuesta del estudiante 3 hay un error conceptual al utilizar el término de ciencia para

referirse a la biodiversidad. De acuerdo a lo descrito anteriormente, las respuestas de los estudiantes revelan una mejoría en su estudio, aunque también resaltan las áreas donde se necesita mayor énfasis y reflexión. Para garantizar que los estudiantes comprendan la conceptualización de manera completa y precisa, se deben fortalecer las estrategias interdisciplinarias y las prácticas del proyecto.

Pérez Gómez (2012) señala que la organización de clases planas es incoherente y poco útil. El proyecto Bio-STEM, al incluir diferentes disciplinas del conocimiento, supera este enfoque fraccionado y entrega a los estudiantes una comprensión más global y adaptable de la biodiversidad. Este proyecto que integra estrategias pedagógicas y didácticas que ayudan a una comprensión profunda, flexible y coherente del contenido, va alineado a una de las ideas clave del principio integrado descritos en el documento de Colombia Aprende (2021).

### **5.2.2 Incluyente.**

Para la subcategoría incluyente, se reconoce la importancia de presentar diversas actividades que involucren metodologías activas de tal manera que se logre dinamizar el ambiente del aula y el mensaje llegue a todos los estudiantes. Ese principio conlleva a tener en cuenta que el aprendizaje debe ser abierto, es decir transforma la manera en que las personas pueden acceder a la educación y a todas las oportunidades para prepararse y mejorar su calidad de vida, desde el desarrollo profesional y personal.

Como hallazgo se tiene la motivación de los estudiantes por presentar las actividades de acuerdo con lo desarrollado en cada una de las fases de la intervención. Esto es evidenciado en lo descrito por docente de ciencias naturales.

DCN: La libertad creativa de los videos permitió a los estudiantes solidificar y aplicar su comprensión de la biodiversidad. DC\_DCN-FEV.

DCN: Reconocer que la utilización de elementos gráficos como una infografía permite la interpretación mejor de la información. DC\_DCN-FEV.

Darles autonomía a los estudiantes para que ellos crearan sus propios videos permitió compromiso para realizar la actividad, además de lograr un afianzamiento más profundo sobre la biodiversidad, fortaleció el trabajo en equipo, la creatividad y el liderazgo. El reconocer la importancia del uso de la infografía hace que el estudiante comprenda el significado de trabajar

con recursos visuales que sirven de complemento del concepto de biodiversidad y permiten comunicar información de manera práctica.

Por otro lado, el docente de tecnología, trató de aprovechar al máximo los recursos tecnológicos de los estudiantes, especialmente sus celulares. Sin importar que algunos no tuvieran las mejores especificaciones para desarrollar la actividad.

Algunos estudiantes no tenían celular y las especificaciones de algunos dispositivos móviles no eran las mejores para la práctica de fotografía, sin embargo, se procuró aprovechar al máximo el recurso que se tenía disponible y se reforzó la actividad práctica con la cámara del docente. (DT\_DCT-FEST)

El área de tecnología aporta recursos clave para el trabajo con los estudiantes ya que se logra en ellos un aprendizaje significativo, fortaleciendo competencias científicas, tecnológicas, creativas, innovadoras y comunicativas. Todas ellas vinculadas a la creación de la cartilla que ilustra la biodiversidad de la región, producto final del proyecto. Todo lo anterior descrito en la figura 13.

**Figura 13**  
*Práctica de fotografía*

**DOCENTE: JESUS ALBERTO FLÓREZ CAUSIL COMPONENTE TECNOLOGÍA - PROYECTO STEM**

**INFORME PRÁCTICA DE FOTOGRAFÍA**

<p>Los estudiantes a través de un espacio denominado "práctica de fotografía", contaron con un tiempo determinado para tomar fotografías del entorno de su institución, aplicando conceptos específicos asimilados durante la sesión 1 de composición fotográfica. Contenido desarrollado por el componente de tecnología en el marco del proyecto Bio-STEM: Enfoque Educativo para la Apropiación Social del Conocimiento sobre Biodiversidad en estudiantes de básica secundaria.</p>	
CONCEPTUALIZACIÓN	EVIDENCIA
<p><b>Planos</b>  <b>Ángulos</b>  <b>Simetría - Asimetría</b>  <b>Ley de Tercios</b>  <b>Ley de la mirada, ley del horizonte, compensación de masas, contrastes, ritmo.</b></p>	

*Nota. Esta figura muestra algunas de las actividades realizadas por los estudiantes en las sesiones de trabajo de tecnología.*

Con relación al área de matemáticas, el docente se propuso aprovechar el acceso a la tecnología, las habilidades y destrezas de los estudiantes para que, a través del trabajo en equipo, se pudieran fortalecer los aprendizajes en los estudiantes. En cada una de las sesiones ejecutadas con los estudiantes se notaba como la vinculación de tablas y gráficos permitía al estudiante interpretar información sobre las especies de plantas y animales nativos de la región, cuales en vía de extinción.

A continuación, se presentará una respuesta que contribuye a la subcategoría que estamos abordando. El contenido que se va a presentar refleja un enfoque colaborativo frente a las limitaciones tecnológicas de algunos estudiantes.

DM: se buscó la manera de realizar la actividad de manera grupal, para que los estudiantes que tienen limitaciones tecnológicas y de conectividad, pudieran trabajar con quienes tienen más posibilidades y destrezas en el manejo de estas. (DM\_DCM-FEJE)

Este principio describe cómo a cada estudiante se le brindó la oportunidad de presentar sus evidencias de trabajo durante las sesiones, en línea con una de las ideas clave del principio incluyente de Colombia Aprende (2021), que resalta la importancia de diversificar las técnicas que promuevan la participación activa de los estudiantes, involucrando tanto la mente como el cuerpo en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes utilizaron colores y otros materiales para hacer representaciones gráficas. En el área de tecnología, aunque se requería una cámara fotográfica para tomar evidencias, podían utilizar sus teléfonos móviles o, en su defecto, el docente les proporcionaba el equipo necesario. Esto demuestra que no hubo limitaciones para llevar a cabo las actividades propuestas.

### ***5.2.3 Colaborativo***

Esta subcategoría incorpora a la investigación la importancia del trabajo en equipo, y fomenta los valores como el respeto, el amor y la empatía, además permitió el fortalecimiento de la creatividad y la innovación como elementos significativos en el proceso de aprendizaje de la biodiversidad desde las áreas STEM.



Este principio logra fortalecer el aprendizaje en red, es decir ese espacio social de interacción entre las personas permitiéndoles compartir información, dando sus opiniones para la construcción de conocimiento. En este proyecto de investigación, los participantes tuvieron la oportunidad de realizar encuentros académicos y de intercambio de experiencia desde la realidad de cada uno de ellos, que sirvieron de insumo para reconocer elementos del contexto.

Como resultados frente a esta subcategoría se tiene la diversidad de elementos que los estudiantes utilizaron para responder a actividades relacionadas con la socialización de trabajos desarrollados en las sesiones en cada una de las áreas integradas. Lo anterior evidenciado en las observaciones descritas por el docente de ciencias naturales.

Reconocer que la utilización de elementos gráficos como una infografía permite la interpretación mejor de la información. (DC\_DNC-FEST)

La naturaleza visual del video apoyó la comprensión de los conceptos de evolución. (DC\_DCN-FIMP)

Las presentaciones mostraron comprensión de los orígenes de la biodiversidad. (DC\_DCN-FIMP)

En este sentido, los estudiantes no solo utilizaron elementos gráficos como infografías y videos de forma individual, sino que estas herramientas fueron el producto de un proceso colaborativo. Durante las sesiones, los estudiantes trabajaron juntos para desarrollar estos materiales, lo que les permitió compartir habilidades y conocimientos. Esto se evidencia en la manera en que lograron socializar y presentar sus trabajos, integrando diferentes perspectivas para mejorar la comprensión de conceptos complejos como la evolución y la biodiversidad.

Para la realización de las actividades, los estudiantes tuvieron espacios de interacción que conducen a intercambio de ideas y experiencias que luego utilizaron para dar respuesta a los resultados esperados. Como producto de estas interacciones se generaron herramientas didácticas para el trabajo práctico, logrando la fabricación de materiales digitales para uso de ellos o de otros estudiantes y así un aprendizaje como constructo de todo el grupo.

Dentro de los resultados se observó la intención del docente de matemáticas de que los estudiantes realizaran un trabajo colaborativo en clase, donde los datos para el fortalecimiento de los conceptos se tomaran de ellos mismos, como se muestra a continuación:

Posteriormente, los estudiantes realizaron una encuesta entre ellos, sobre su estatura, peso, edad, animal favorito. Con ellos elaboraron tablas de frecuencias y gráficos estadísticos para afianzar las competencias en el área de matemáticas. (DC\_DM-FEST)

Por su parte, el docente evidenció en su práctica el principio colaborativo en las tomas de las fotografías y en la retroalimentación de los pares.

Los estudiantes dispusieron de las instalaciones del Colegio para tomar 3 fotografías donde aplicaron conceptos y utilizaron las variables para tomar una buena fotografía. Al regreso el docente proyectó las imágenes tomadas por los estudiantes y se hizo la retroalimentación por parte del docente y con la participación de los compañeros de clase. (DC\_DT-FEST)

Fomentar que los estudiantes trabajaran en equipo, desarrollando actividades como los talleres en clases de ciencias naturales, tecnología y matemáticas, les permitió crear herramientas y recursos, como infografías y videos, para abordar aspectos relacionados con la biodiversidad, promoviendo así un aprendizaje integrado. Todo lo anterior va alineado a que los espacios donde se comparten experiencias sociales y culturales, logran que los estudiantes de básica secundaria participen activamente en los momentos de discusión y se tomen decisiones para la resolución de problemas, todo esto en conjunto descrito en uno de los conceptos clave del principio colaborativo (Colombia Aprende, 2021)

#### **5.2.4 Contextual**

Con esta subcategoría se pretende mostrar ese acercamiento de los estudiantes frente a las necesidades e interés del contexto donde cada uno se desarrolla, sus vivencias y experiencias, que incluyen el reconocimiento de la riqueza biodiversa que tiene Colombia y específicamente

Chigorodó, pero también demostrar el interés por las situaciones de problemáticas que se presenta frente a la pérdida de la biodiversidad y como el ser humano puede ayudar a su conservación.

Este principio, fortalece el aprendizaje relevante, es decir, le permite al individuo reconocer que significados quiere conservar desde su formación y cuales debe aprender, reconociendo el valor que tienen para su desarrollo personal. Un aspecto positivo es el conocimiento que poseen los estudiantes sobre la vasta riqueza biodiversa de Colombia, reconociendo especies únicas en el país. Esto fue destacado por los estudiantes 3 y 2.

Colombia aunque no lo parezca es uno de los países más ricos en biodiversidad gracias a sus tierras ricas en minerales sus bosques en cada uno de estos podemos encontrar que Colombia tiene una gran cantidad de biodiversidad sobre todo en pájaros ya que Colombia se encuentra en el puesto número uno de forma global con 1531 especies superando a grandes potencias como Brasil e India demostrando que Colombia tiene todo y gracias a eso se ganó que es una potencia en biodiversidad aunque es sobrepasado por el pago nueva Guinea y además Colombia produce café con una muy buena calidad superando la de Brasil que es el que es el mayor productor pero no tiene la mejor calidad.(BE3\_FESTCN)

Colombia es un país donde hay hartas aves, indígenas mamíferos. hay hartas plantas y posee índices altos a nivel mundial. (BE2\_FESTCN)

Algunos estudiantes reconocen a Colombia como un país de gran biodiversidad; sin embargo, si quisiéramos conocer en detalle la realidad de las especies en términos de cantidad, nos encontraríamos con una situación diferente: hay un considerable desconocimiento al respecto. Los estudiantes solo mencionan especies de manera general, agrupándolas por categorías taxonómicas. Por ejemplo, hablan de "mamíferos", pero no son capaces de nombrar más de diez animales de este grupo. En cuanto a las plantas, identifican principalmente las del entorno cercano, y cuando se trata de hongos y microorganismos, la información es prácticamente inexistente.

Un hallazgo importante es la limitada información que los estudiantes tienen sobre la biodiversidad en la región de Urabá, ya que solo mencionan un número muy reducido de especies

de animales y plantas nativas. Los estudiantes 7, Y 11 no respondieron esta pregunta. Lo anterior evidenciado en los estudiantes 4, 9 Guaduas. (BE4\_FEJECN)

En la región podemos encontrar diferentes tipos de especies de plantas medicinales y ornamentales, pero de las únicas que he escuchado son la banda, girasol, orquídea tulipanes, etcétera. Plantas medicinales conozco el poleo, la sábila, jengibre, Saúco, orégano y limoncillo, de animales solo conozco la gallina, cerdo, conejo de Monte, armadillo, la zorra chucha, nutria y gato de Monte. (BE9\_FEJECN)

Ejemplo la variedad de árboles que he logrado ver son como el caracol y el cedro, el árbol de selva.... también algunos mamíferos como las ardillas, las vacas, las zarigüeyas las guaguas, los ratones y los conejos. (BE10\_FEJECN).

Otro hallazgo está relacionado con el enfoque de la actividad de matemáticas, ya que el docente orientó a los estudiantes hacia la obtención de datos de las fuentes disponibles en su entorno, para confrontarlas y aterrizarlas según los logros esperados.

El docente revisó la actividad de los estudiantes relacionada con las fuentes de información consultadas. En ella se pudieron evidenciar pocas fuentes relacionadas directamente con la biodiversidad de la región, donde algunas de ellas no estaban actualizadas. (DC\_DM-FEJ)

Por su parte, el docente de tecnología evidenció en su práctica el principio contextual en las tomas de las fotografías, ya que se aprovechó el entorno institucional para fortalecer las competencias de los estudiantes.

Los estudiantes dispusieron de las instalaciones del Colegio para tomar 3 fotografías donde aplicaron conceptos y utilizaron las variables para tomar una buena fotografía. (DC\_DT-FEST)

El enfoque educativo Bio-STEM logra ese acercamiento a este desconocimiento a partir de la identificación de especies de la región, desde matemáticas a través del proceso estadísticos poder

expresar cuantas especies conocidas hay y con tecnología e ingeniería diseñar la cartilla para mostrar la biodiversidad del contexto centrada en especies propias de la región. Toda la información se alinea con lo descrito en Colombia Aprende (2021) sobre el enfoque educativo STEM+ afirmando que la resolución de situaciones reales facilita la comprensión y aplicación de los conocimientos adquiridos en la resolución de diferentes tipos de problemas y reconoce diferencias, necesidades y puntos en común en los contextos. Esto coincide con la postura de Ortiz (2006) sobre el currículo integrado, donde la enseñanza se ofrece mediante temas ricos y provocativos que surgen de la vida diaria.

### **5.2.5 Activo**

Ser activo da lugar a un conjunto de actitudes, aptitudes, habilidades y destrezas que el estudiante utiliza para la construcción de su aprendizaje, adquiriendo responsabilidad, fortaleciendo la autonomía y desarrollando competencias tales como el pensamiento creativo, la oralidad, la escritura y la resolución de problemas. Esta subcategoría vincula el aprendizaje experiencial, en el cual el estudiante desde lo que hace y vive aprende de manera significativa.

Dentro de contexto de la investigación se encuentra la relación entre la implementación de herramientas tecnológicas, la integración de áreas y la ASC en biodiversidad. Lo anterior se nota en lo expuesto por los docentes en sus diarios de campo.

Las presentaciones fueron exhaustivas e incorporaron comentarios previos para demostrar un mejor dominio de los conceptos de biodiversidad. (DC\_DCN-FTRANS)

La mayoría de los videos consolidaron efectivamente conceptos clave de la unidad, las áreas para un crecimiento continuo incluyen el uso preciso del lenguaje científico y la cita. (DC\_DCN-FEVA)

De acuerdo con las respuestas de los estudiantes, se puede concluir que tienen nociones de estadística y fuentes de información. También conocen de cerca el concepto de apropiación. Se observa que algunos estudiantes son más proactivos y participativos, especialmente los hombres. (DC\_DMFEXP)

Los estudiantes participantes del proyecto se caracterizaron por realizar un trabajo práctico, divertido, significativo y contextualizado, empleando la diversidad de recursos conceptuales, didácticos y metodológicos ofrecidos por los docentes como los planes de aula, la visita a la biblioteca, salidas al campo, la toma de fotografías y construidos por ellos, como las bitácoras, dibujos, infografías, videos y la cartilla, Lo que significa que lograron ampliar su conocimiento sobre la biodiversidad: integraron al trabajo pedagógico diferentes áreas y se acercaron a su contexto real que es Urabá específicamente el municipio de Chigorodó, para estudiar y tratar de solucionar una problemática que va relacionada con la perdida de la biodiversidad y el reconocimiento de su importancia para la comunidad, desde una perspectiva social.

### ***5.2.6 Expandido.***

Esta subcategoría evidencia cómo los estudiantes manifiestan su Actitud Social Crítica (ASC) hacia la biodiversidad, inspirándose en el cuidado y la conservación de su entorno. Muestran compromiso con la protección de animales y plantas, reconocen la utilidad de las plantas en el ámbito de la medicina y demuestran respeto por la diversidad.

Este principio, posibilita al estudiante aprender en cualquier lugar, tiempo, época y con diferentes herramientas o recursos. Asimismo, fortalece la capacidad de desenvolverse en cualquier contexto o situación en la que esté. Como hallazgo se tiene la participación activa de los estudiantes en las actividades planeadas por cada área STEM, utilizando diferentes recursos, herramientas, elementos y estrategias dado que pudieran cumplir con los propósitos dispuestos para desarrollar sus aprendizajes. Se evidencia en lo descrito por el DN en su DC.

La pregunta impulsora STEM proporcionó continuidad y propósito a todas las actividades. La secuencia de actividades de exploración, estructuración y transferencia permitió un dominio incremental de los conceptos. (DCN\_DC- FEVAL)

La retroalimentación de los pares, la orientación de los docentes y la recopilación del trabajo apoyaron el aprendizaje, si bien algunos estudiantes requieren apoyo adicional, la unidad parece efectiva para desarrollar la comprensión de la biodiversidad de los estudiantes de noveno grado desde una perspectiva STEM. (DCN\_DC- FEVAL)

El desarrollo de las actividades logra evidenciar el conocimiento que tiene cada individuo frente al concepto de biodiversidad. (DCN\_DC- FEVAL)

Otro hallazgo relacionado con el principio expandido se relaciona con la actividad de matemáticas, ya que el docente proyectó la clase más allá de las instalaciones de la institución, procurando hacer uso de las fuentes de información institucional y la información de otros medios.

En esta fase de ejecución, se cambió la actividad por la ausencia de bibliotecaria. En un encuentro con los estudiantes, se les asignó una fuente de información y una actividad. (DC\_DM-FEJ)

Los principios del enfoque STEM son herramientas que brindan ayuda para la planeación y posterior ejecución de un proyecto relacionado con la política pública. Para el caso de este proyecto de investigación fueron implementados en la construcción de un enfoque educativo para lograr la ASC en biodiversidad. De esta manera se toman elementos descritos por MEN (2021) como la implementación de estrategias didácticas y curriculares flexibles que promuevan la diversidad, la inclusión y la participación de niños, niñas y jóvenes; fortaleciendo el trabajo en equipo, la autonomía, el respeto por la diferencia, los pensamientos, ideas y experiencias para finalmente abordar situaciones reales.

### **5.3 Categoría 3: ASC sobre biodiversidad en estudiantes.**

La ASC sobre biodiversidad en estudiantes es la categoría que permite adentrarse al trabajo desarrollado durante el proyecto y conlleva a la reflexión de lo que se pretende alcanzar. Esta direccionado por el objetivo específico 3, que busca valorar la ASC sobre biodiversidad en los estudiantes a partir de la implementación estrategia didáctica Bio-STEM. Esta categoría incluye cinco subcategorías: participación, diálogo de saberes, transformación, reflexión crítica, transferencia.

### **5.3.1 Participación.**

La participación implica un intercambio dinámico de conocimientos, experiencias, ideas y decisiones, que fomenta la motivación de un colectivo en un ambiente de respeto. Este principio es fundamental para fortalecer el trabajo colaborativo y promover la lucha por un bien común. En este sentido, la ASC invita a la integración activa de un grupo interdisciplinario de docentes en la formulación y desarrollo de planes de trabajo que aborden problemáticas sociales, como el cuidado de la biodiversidad (**ver anexo 4**).

En la implementación del proyecto, este principio se reflejó en el esfuerzo conjunto de los docentes de las áreas STEM, quienes colaboraron en la elaboración y ejecución de la propuesta Bio-STEM, así como en la estructura curricular. Los estudiantes participaron activamente en cada actividad planteada en los planes de aula y asistieron a las sesiones de trabajo. También se involucraron miembros de la comunidad educativa en la fase de divulgación, ampliando el alcance del proyecto.

Este enfoque de participación se alinea con la visión de Minciencias (2021), que considera la participación como una intervención ciudadana clave para la toma de decisiones, la negociación, la colaboración, la comunicación y la gobernanza en asuntos de interés social y en ciencia, tecnología e innovación (CTeI). Estas intervenciones surgen del reconocimiento de un contexto plural y diverso, donde todos los individuos tienen diferentes formas de actuar, diversas interpretaciones y reflexiones sobre el mundo, así como distintos saberes y conocimientos que pueden interactuar y contribuir a la construcción de comprensiones compartidas.

Asimismo, como señala Alfonzo (2017), la ASC no solo busca informar a la comunidad sobre la riqueza biológica que les rodea, sino que también pretende capacitar a los miembros de la comunidad para que participen activamente en la conservación y gestión sostenible de estos recursos.

### **5.3.2 Diálogo de saberes.**

Esta subcategoría va asociada al proceso de construcción social que para este caso involucra a los estudiantes de secundaria, que pretenden a partir de la integración de las áreas STEM lograr



ese acercamiento de la comunidad con el significado que tiene conocer la biodiversidad de la región y la importancia que tiene para el desarrollo de esta.

En este trabajo, los docentes de las áreas STEM realizaron un plan de trabajo que incluye una parte curricular y otra didáctica con el propósito de que los estudiantes de secundaria compartieran experiencias e ideas sobre el concepto de biodiversidad, reconocieran la riqueza natural del territorio, lo mostraran a través de imágenes y que logran socializar todo lo aprendido y construido a la comunidad educativa. Apoyado en las observaciones hechas por el DCN.

Los grupos de trabajo les permitieron a los estudiantes debatir y extraer bastantes términos e ideas relevantes de los videos en sus presentaciones. (DCN\_DCN\_FEXP)

A través del trabajo realizado se nota la apropiación por parte de los estudiantes en comprender el origen de la biodiversidad afianzando su conceptualización y permitiendo su valoración y cuidado. (DCN\_DCN\_FTRANS).

El diálogo de saberes crea justicia, respeto y reconocimiento de las diferencias. Fomenta el aprendizaje, fortalece la capacidad y construye nuevas relaciones entre los actores y el conocimiento.

Dentro de los resultados se evidencia el deseo del docente de matemáticas de recoger información sobre la biodiversidad de Urabá, apoyándose en diversas fuentes (incluyendo personas del entorno).

Escoge un tipo de fuente de información estadística: Revistas, libros (biblioteca), Facebook, Instagram, Telegram, Twiter (X), personas de la comunidad, páginas de internet, blogs. (DC\_DM-FEJE)

### ***5.3.3 Transformación.***

Transformar significa dentro de este contexto académico cambiar para mejorar, generar cambios en el concepto de conocimiento previos sobre biodiversidad, además de actitudes y aptitudes frente al cuidado y preservación de esta. También, transforma la visión que tienen las personas frente a lo sociocultural. Para el caso de las docentes, modifica la forma de planear y

ejecutar las clases, dejando a un lado el paradigma tradicional para trabajar con la transversalización.

la biodiversidad es aquella que se refiere a la variedad de la tierra incluyendo la diversidad de especies de plantas animales hongos y microorganismos así como la diversidad genética dentro de cada especie y la diversidad de ecosistemas también es crucial pero el funcionamiento saludable de los ecosistemas ya que cada especie desempeña un papel importante en el equilibrio ecológico además la biodiversidad proporciona una serie de beneficios directos a los seres humanos como alimentos medicinas materiales de construcción y servicios ambientales. (BE8\_FEXP-CN)

los seres vivos que tengo y mi ambiente es un perro y un gato los cuales de manera en su alimentación limpieza y salidas al aire es importante cuidarlos bien por lo que ellos también son seres vivos que sienten y merecen tener afecto de amor a través del cuidado diario ya que son animales amigos del hombre le aportan ayuda en la casa como el perro que cuida de ella y el gato que permite que la casa no esté llena de ratón (BE9\_FVAL\_CN)

Este principio resalta la importancia de fomentar las buenas relaciones a partir del diálogo, la empatía y el respeto para la construcción y uso de saberes. Desde el área de tecnología se contribuye a la transformación ya que, al tener un mayor acercamiento a la biodiversidad de la región, se logró recopilar elementos de la biodiversidad del territorio y sirvió de insumo para la elaboración de la cartilla, la cual representa el producto final de la estrategia microcurricular y didáctica.

Los estudiantes aplicaron los conceptos de edición a una de sus fotografías, demostrando la asimilación de lo aprendido y logrando un resultado final agradable en sus fotografías sobre la biodiversidad de la región para incluirla en la cartilla. (DC\_DT-FEJE)

Por otro lado, el docente de matemáticas evidencia el principio de transformación en la ASC permitiendo la reflexión acerca del concepto de población en estadística, el cual trasciende

más allá de la visión antropocéntrica, hacia una visión más holística, como lo es el concepto de biodiversidad.

En el sondeo que se realizó, los estudiantes coinciden que es el conjunto de personas que se van a estudiar. (DC\_DM-FEXP)

Los estudiantes son conscientes de que el concepto de población aplica para todo tipo de individuos, no solo seres humanos y no solo seres vivos. (DC\_DM-FTRAS)

#### **5.3.4 Reflexión crítica**

Reflexionar significa hacer un proceso introspectivo y reconocimiento de fortalezas dificultades.co el ánimo de mejorar de forma continua, en los procesos. Esta subcategoría contiene las apreciaciones que tienen los representantes de la comunidad educativa sobre el desarrollo de la propuesta microcurricular y la apropiación de los estudiantes, todo esto en la fase de divulgación. Asimismo, las apreciaciones finales de los docentes en el diario de campo y la percepción de los estudiantes frente al cuidado de la biodiversidad. Todo lo anterior justificado en las siguientes respuestas:

yo de verdad en manera de cuidarlo sería como defenderlos sería como cuando llega alguien nuevo y quiere como tirarles piedras o cosas a los animales y pues yo he visto eso y pues diciendo de cuidarlo yo pues yo no porque yo solo los veo desde lejos y si les puedo tomar una foto lo hago y ya pero yo no molesto a los animales solo los dejo es importante cuidar a los animalitos para poder preservar la vida y ver de verdad así como el ambiente completo así como no llegar en algún momento decir que por acá una vez hubo o hubieron a despensas o algo así pues sería feo en algún futuro que lo único que quedará de la biodiversidad de hoy en el futuro sean los recuerdos. (BE10CN\_FVAL)

se puede respetar respetando su entorno no contaminando el medio ambiente cuidando el agua entre otros es importante cuidarlos porque dependemos de nuestro ecosistema para vivir. (BE12\_FVAL).

Los estudiantes demuestran una comprensión significativa sobre la importancia de cuidar los recursos naturales, aunque sus enfoques y acciones varían. Por un lado, hay quienes abogan por la defensa activa de la biodiversidad, sintiéndose responsables de proteger a los animales y su entorno de posibles amenazas. Por ejemplo, uno de los estudiantes expresa su preocupación ante el daño que otros pueden causar a los animales, subrayando la necesidad de intervenir para preservar la vida silvestre. Este tipo de respuesta refleja un fuerte sentido de responsabilidad hacia el bienestar de los seres vivos y la integridad del ecosistema.

Por otro lado, hay estudiantes que enfocan su cuidado hacia lo que conocen y tienen más cerca, como sus plantas y mascotas en casa. Para ellos, la acción de cuidar se traduce en un compromiso diario con su entorno inmediato. Este enfoque, aunque más personal, también es crucial, ya que fomenta una relación cercana y consciente con la naturaleza, permitiendo que los estudiantes reconozcan la interconexión entre su bienestar y el de los recursos naturales.

En conjunto, estas perspectivas reflejan una comprensión profunda de que el cuidado de la naturaleza es esencial para la supervivencia de todos los seres vivos. La afirmación de que, en el futuro, solo quedarían recuerdos de la biodiversidad actual resuena con un sentido de urgencia y responsabilidad.

### ***5.3.5 Transferencia***

Proceso de compartir experiencias y conocimiento a partir de la producción académica y científica como resultado de la reflexión crítica. En la investigación este principio está vinculado con el trabajo hecho por parte de los docentes al momento de vincularse y organizar el microcurrículo de acuerdo con los elementos según formato institucional, asimismo, en cada encuentro con los estudiantes. En la fase de divulgación se comparte la información de la propuesta a miembros de la comunidad educativa.

El compartir las experiencias desde la perspectiva de los estudiantes resalta claramente el impacto y el alcance de los objetivos del proyecto. Son ellos quienes han desarrollado y demostrado lo que han aprendido, lo cual quedó evidenciado en las entrevistas realizadas durante la fase de divulgación.

Tienen apropiación por el conocimiento, demuestran habilidades en diferentes conceptos con relación a la temática abordada. (E\_DDE-FD)

El empoderamiento (de los estudiantes) se notaron muy ubicados en explicar cada uno de los conceptos que se manejan en el proyecto. (E\_CC\_FD)

Tienen un conocimiento (los estudiantes) extendido por su gran interés en la biodiversidad. (E\_PE-FD).

Desde el componente de ingeniería, el mayor aporte a la transferencia dentro del proceso de ASC sobre biodiversidad de la región es proceso de diseño a través de sus tres fases, para obtener una cartilla sobre la biodiversidad de Urabá al alcance de la comunidad [#Anexo 7 Cartilla](#)

En la **figura 14** se muestran algunas de las fotografías tomadas por los estudiantes para el diseño de la cartilla “Biodiversidad de Urabá”. Esta describe especies representantes de cada uno de los reinos de los seres vivos.

**Figura 14**

*Imágenes captadas por los estudiantes para diseño de la cartilla.*



*Nota:* evidencia de imágenes tomadas por los estudiantes sobre biodiversidad de la región para diseño de la cartilla.

Estos principios representan las condiciones bajo las cuales se estructura y lleva a cabo la ASC para este caso en biodiversidad, utilizándolos en la caracterización de prácticas sobre el reconocimiento y valoración de esta en el territorio. En otras palabras, leer el contexto es esencial para que se produzcan procesos de intercambio, exploración e innovación. Motivando a los actores que interviene y estableciendo un diálogo de confianza, de escucha, reconocimiento de experiencias y perspectivas sobre el mundo real. En este sentido Minciencias (2021) considera que todos estos principios son importantes para lograr cambios duraderos en la forma en que los construyen relaciones con su territorio, las personas que viven allí y la forma en que se comunican y responden a las necesidades y situaciones que surgen.

## **Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

Primeramente, la revisión de literatura permite comprender la importancia y la pertinencia que tiene el implementar propuestas pedagógicas desde un enfoque dinámico para que el maestro utilice en la enseñanza de la biodiversidad en el territorio. Así mismo, se reconoce que para esto se debe realizar una transformación que incluye elementos dentro de la gestión académica como lo son: currículo, el PEI, el PRAE, teniendo en cuenta la autonomía escolar que tienen.

Ahora bien, en este proyecto denominado Bio-STEM: enfoque educativo para la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad en estudiantes de básica secundaria, se planteó un objetivo general enfocado hacia la interpretación de la ASC sobre biodiversidad por parte de los estudiantes de secundaria a partir de una propuesta microcurricular y didáctica vinculada al enfoque educativo, así mismo se redactaron tres objetivos específicos que dieron lugar a las categorías: características del currículo integrado, principios del enfoque STEM y apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad. Ahora bien, la ejecución del proyecto permitió cumplir satisfactoriamente estos objetivos. En particular, el primer objetivo específico se alcanzó mediante la consolidación de una propuesta microcurricular que integra eficazmente las áreas de matemáticas, ciencias naturales, tecnología e ingeniería. Esta propuesta demostró ser un enfoque eficiente para diseñar un plan de trabajo formativo que permitió a los estudiantes vincular elementos científicos, tecnológicos y matemáticos con conocimientos técnicos para el estudio de la biodiversidad.

Esta perspectiva, permite una comprensión más holística y contextualizada de los conceptos básicos que se tienen sobre esta temática, que al conectarlos con circunstancias actuales se convierten en un trabajo de interés para los estudiantes. La propuesta microcurricular ofrece una estructura que orienta a los docentes en la implementación de actividades transdisciplinarias que mejoren la enseñanza y el aprendizaje, dinamizan los escenarios académicos y promuevan la integración de habilidades STEM en la comprensión de cuestiones ambientales.

Por su parte, la articulación entre los profesores de las diferentes áreas del conocimiento ha sido clave para el éxito de la propuesta Bio-STEM. A través del trabajo colaborativo, se ha logrado una cohesión que ha permitido el desarrollo de una enseñanza interdisciplinaria, donde las ciencias

naturales se entrelazan con la tecnología, las matemáticas y la ingeniería. Este enfoque ha fortalecido el papel de los docentes como facilitadores del aprendizaje, permitiendo una reflexión conjunta sobre los métodos pedagógicos más efectivos para abordar temas complejos como la biodiversidad. La colaboración entre profesores ha sido fundamental para generar un entorno educativo cohesionado que responda a las necesidades del contexto rural. Por su parte, la conexión entre los saberes científicos y los conocimientos tradicionales de las comunidades ha sido un elemento central en la propuesta educativa. El enfoque Bio-STEM ha permitido un diálogo entre los saberes académicos y los conocimientos locales, lo que ha potenciado una apropiación más profunda del conocimiento sobre biodiversidad, este intercambio ha fomentado la participación activa de los estudiantes en la conservación de su entorno, reconociendo la importancia de los saberes ancestrales en la sostenibilidad de los ecosistemas. De esta manera, la estrategia educativa no solo ha generado un impacto en el aula, sino también en la comunidad, promoviendo una conciencia ambiental colectiva.

Además, se logró diseñar y ejecutar la propuesta didáctica, donde la participación de los estudiantes fue activa y de interés. Se promovió la integración de áreas, las metodologías activas y el fortalecimiento de competencias como la autonomía, el liderazgo, el trabajo en equipo, la creatividad y la innovación que en un enfoque tradicional es muy difícil lograrlo. El trabajo práctico promovió las competencias digitales y ubicó a los estudiantes dentro de un espacio donde ellos pueden sugerir ideas para el material didáctico. Por otra parte, la propuesta didáctica Bio-STEM acercó a los estudiantes a ese reconocimiento del territorio que tal manera que evidenciará en las necesidades existentes y tratará de solucionarlas, asimismo, identificar las fortalezas para potencializarlas.

Por otro lado, al realizar la fase de divulgación de la propuesta, fue notorio la apropiación que tienen los estudiantes participantes frente al trabajo desarrollado, el cual está enmarcado en acercarse al contexto, reconocer la realidad y hacer una reflexión que permita mejorar condiciones de vida. De esta fase final, se obtuvieron resultados satisfactorios frente al trabajo desarrollado quedando en evidencia que la propuesta didáctica Bio-STEM logró la ASC en estudiantes y docentes.

Así mismo, se observa la necesidad de fomentar la ASC sobre biodiversidad desde los contextos escolares, donde las estrategias STEM+ resultan pertinentes e innovadoras para alcanzar



dicha apropiación y fortalecer las competencias de los estudiantes en las áreas integradas, en torno a temas relacionados con la biodiversidad del territorio.

Además, se logra comprender la importancia y la pertinencia que tiene el implementar propuestas pedagógicas desde un enfoque dinámico para que el maestro utilice en la enseñanza de la biodiversidad en el territorio. Así mismo, se reconoce que para esto se debe realizar una transformación que incluye elementos dentro de la gestión académica como lo son: currículo, el Proyecto Educativo Institucional (PEI), el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), teniendo en cuenta la autonomía escolar que tienen las instituciones para tomar decisiones frente al mejoramiento de la calidad de la educación.

Dicho lo anterior, esta investigación tiene un gran impacto en el ámbito social, económico, ambiental e institucional dado que es una problemática que se encuentra en el entorno local y que se ve incrementar cada día, debido a que la humanidad se ha olvidado de la relevancia de conservar y preservar los recursos naturales, la fauna, la flora y los ecosistemas que son quienes brindan bienestar para nosotros. Al no cuidar la biodiversidad en esta región pueden surgir situaciones en las que el hombre es el principal afectado, se generarían plagas produciendo patologías en las plantaciones de plátano, banano, maracuyá, cacao, piña y yuca que son productos base de la economía, además se extinguirían especies de árboles nativos como el katio, el roble, el cedro y el higuerón terminando así con el hábitat y el alimento para otras, el suelo, el agua y el aire se contaminarían impidiendo a las poblaciones acceder a éstos recursos para poder subsistir.

Por su parte, al implementar el enfoque educativo Bio-STEM para lograr la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad, este aporta al proceso de formación integral de los estudiantes, ya que, a partir de estrategias metodológicas diferentes, los estudiantes pueden expresar, sentimientos y emociones a partir de la reflexión que ellos hicieron sobre la problemática, compartiéndoles a sus compañeros, familia, docentes y directivos sus enseñanzas, construyendo junto con ellos nuevas experiencias.

Del mismo modo, al realizar este trabajo de investigación en la institución, es significativo debido a que es un proyecto que brinda la posibilidad de estimular la atención de manera creativa y novedosa en el estudiante; además de enriquecer la formación docente al momento de planear y diseñar cada plan de aula y de esa manera generar estrategias que sigan fortaleciendo múltiples competencias para la vida.

La integración de áreas STEM y la consolidación de una propuesta microcurricular y didáctica para estudiantes de básica secundaria puede contribuir a la ASC sobre biodiversidad, ya que permite articular diferentes elementos propios de cada área para identificar los diferentes componentes del entorno, comprender sus interacciones y fomentar su conservación, permitiendo tanto el alcance de los logros específicos de cada área, como contribuciones a la mitigación de las problemáticas ambientales asociadas a la biodiversidad.

Respecto a la valoración de este tipo de propuestas, se evidenció la pertinencia de que en este proceso participen miembros de la comunidad educativa, para permitir la reflexión crítica que plantea la implementación de un proyecto de ASC. Estos aportes permiten no solo identificar fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, sino que también sirven de base para nuevos proyectos contextualizados en la institución educativa.

Finalmente, el introducir metodologías activas al proceso de enseñanza y aprendizaje es importante para todos los procesos del individuo ya que describe la realidad de este mundo, además es considerada como el pilar principal para el desarrollo del aprendizaje autónomo, el estudiante crea conocimiento, reflexiona sobre él y lo comparte. Finalmente, reconocer elementos del contexto para implementarlos en los procesos de enseñanza y aprendizaje enriquece el quehacer docente, en este caso el municipio de Chigorodó es rico en biodiversidad en toda su extensión.

## **6.2 Recomendaciones**

Durante el desarrollo del proyecto, se presentaron diversas dificultades que afectaron su implementación. Una de las principales barreras fue la resistencia inicial de algunos estudiantes y docentes a adoptar el enfoque Bio-STEM, debido a la novedad de la metodología y la falta de familiaridad con la integración interdisciplinaria. Así mismo, la escasez de recursos tecnológicos y materiales didácticos específicos para abordar temas de biodiversidad en un contexto rural limitó algunas actividades prácticas. A esto se sumó la dificultad de articular los horarios y espacios de trabajo colaborativo entre los profesores de distintas áreas, lo que dificultó la implementación de actividades conjuntas. Sin embargo, estas dificultades fueron enfrentadas mediante la adaptación de las estrategias y una mayor comunicación entre los actores involucrados, permitiendo avanzar en los objetivos propuestos.

Agregando a lo anterior, para el desarrollo de un proyecto de integración de áreas o metodologías activas, es recomendable que los docentes participantes sean los mismos docentes que orientan las áreas que intervienen en la propuesta, ya que esto permite optimizar el tiempo, vincular los procesos regulares dentro del currículo integrado, también, se recomienda que estos continúen fortaleciendo la articulación interdisciplinaria en la enseñanza, utilizando el enfoque Bio-STEM para conectar las ciencias con la tecnología, las matemáticas y la ingeniería de manera significativa. Además, se sugiere que adopten metodologías activas que fomenten la curiosidad, la reflexión crítica y la participación de los estudiantes en proyectos que involucren la biodiversidad local. Por su parte, los directivos y administrativos deben continuar apoyando la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras, como el enfoque Bio-STEM, brindando los recursos necesarios para que los docentes puedan desarrollar su labor de manera eficaz. Es necesario que fomenten espacios de formación continua para el profesorado y faciliten la participación de la comunidad en iniciativas educativas que promuevan la conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, es fundamental que los estudiantes mantengan una actitud activa y comprometida con su propio aprendizaje, especialmente en temas relacionados con la biodiversidad y la conservación del entorno. Se recomienda que los estudiantes se involucren en actividades prácticas y proyectos que les permitan aplicar los conocimientos adquiridos en clase, participando activamente en la resolución de problemáticas locales. El enfoque Bio-STEM brinda una oportunidad única para que desarrollen habilidades científicas y tecnológicas, por lo que es esencial que aprovechen al máximo estos espacios y se conviertan en agentes de cambio en su comunidad. Dicho lo anterior, el rol de las familias es crucial para reforzar en los estudiantes el compromiso con la conservación del medio ambiente y la apropiación social del conocimiento. Es importante que las familias promuevan actividades que fortalezcan el aprendizaje en casa, apoyando iniciativas escolares relacionadas con la biodiversidad y fomentando el diálogo sobre la importancia de cuidar el entorno natural. La colaboración entre la escuela y la familia es esencial para crear una conciencia ambiental más sólida, por lo que se invita a los padres a participar activamente en las actividades educativas y a ofrecer un entorno que valore la sostenibilidad y el respeto por la naturaleza.

Para finalizar, si se busca lograr la ASC sobre biodiversidad en estudiantes, es fundamental integrar metodologías dinámicas que motiven el aprendizaje significativo. La incorporación de

proyectos de investigación en campo y la ejecución de actividades activas permiten a la población infantil interactuar directamente con el contexto, facilitando una comprensión más crítica sobre el concepto de biodiversidad. Es necesario que los estudiantes desarrollen experiencias a través de proyectos transversales que conlleven al fortalecimiento de competencias no solo científicas sobre biodiversidad, sino también habilidades tecnológicas, sociales y ciudadanas.

### Referencias

- Alfonso, N. (2017). *Apoyo en las líneas de educación ambiental comunitaria y gestión social articulada de la subdirección educativa y cultural del Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, para contribuir a la apropiación social del conocimiento sobre la biodiversidad presente en el distrito capital*. (Trabajo de grado para optar por el título de Gestora ambiental/ universidad Distrital Francisco José de Caldas). 262-273.
- Arboleda, J. (2021). Concepciones, dispositivos y experiencias de apropiación y gestión del conocimiento. *Revista Boletín Redipe*, 10(13), 17–35. Recuperado de <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i13.1727>
- Asinc, E. y Alvarado, B. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales [Conferencia]. *5to Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas*. Guayaquil, Ecuador. <https://bit.ly/3iTwKsp>
- Barrios, P., Ruiz, A, y González Guerrero, K. (2012). La bitácora como instrumento para seguimiento y evaluación - Formación de residentes en el programa de Oftalmología. *Investigaciones Andina*, 14 (24), 402-412.
- Bernal, A. (2016). *Estrategia pedagógica para la conservación de la biodiversidad a partir de los murciélagos*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1767>.
- Betancur, A. (2021). *La biodiversidad en el territorio: una reflexión pedagógica en ciencias naturales y educación ambiental*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. (2ºEd.) Disponible:[https://www.academia.edu/38170554/METODOLOG%C3%8DA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACI%C3%93N\\_EDUCATIVA\\_RAFAEL\\_BISQUERRA\\_pdf](https://www.academia.edu/38170554/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N_EDUCATIVA_RAFAEL_BISQUERRA_pdf)
- Bonilla, M. (2021). *Propuesta en educación STEM para resolver problemas medioambientales con tecnología en la media técnica del Colegio CEDID Ciudad Bolívar*. (Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Magíster en Educación en Tecnología). Repositorio Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Cabrera, M. (2018). *Educación ambiental como estrategia de formación para el desarrollo sostenible de la Institución Educativa Rural Doradal del municipio de Puerto Triunfo, Antioquia* (Master's thesis, Escuela de Ingenierías).
- Caicedo, Y., Hoyos M., y Moreno L. (2021). *La biodiversidad vegetal y su impacto en la educación ambiental de la Institución Educativa Monte Verde ubicada en Turbo-Antioquia, corregimiento el tres*.
- Castañeda G. . (2022). STEM para la apropiación social del conocimiento. *PDR*, 5(18). Recuperado a partir de <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Pers/article/view/2968>
- Colciencias (2010). *Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Recuperado de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/estrategianacional-ascti.pdf>
- Cortés, L., García, M., Londoño. A., Ocampo J., y Restrepo, R. (2016). *Reconocimiento de la biodiversidad vegetal del municipio de Abejorral-Antioquia*.
- Creswell, J. (2013). *Investigación Cualitativa y Diseño Investigativo. Selección entre cinco tradiciones*. <https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf>
- De Jesús, A. (2016). *La función formativa de la evaluación en un currículum integral* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid].
- De La Cruz, L., y Pérez, N. (2020). El saber escolar en biodiversidad en clave para resignificar su enseñanza. *Praxis & Saber*, 11(27), e11167. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=2216-0159](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_serial&pid=2216-0159)
- Domènech J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Domènech J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, Núm. 2, p. 154-168. Recuperado a partir de <https://raco.cat/index.php/UTE/article/view/369781>
- Domínguez, E. y Echeverry, J. (2013). La Apropiación Social del Conocimiento como elemento fundamental en la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. En *Apropiación Social del*

- Conocimiento: El Papel de la comunicación* (pp. 229 – 255). Facultad de Comunicaciones, Universidad de Antioquia.
- Elliot, J. (2000). *La investigación acción en educación* (4ta Ed). Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.
- Escobar, G., y García, M. (2013). Hallazgos iniciales sobre el estado del arte de la apropiación social del conocimiento. *Biografía, Número Extraordinario, II Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología*, 954-964. Recuperado de: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/2497/2328>
- Estefan, et al. (1999). *El microcurrículo: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Universidad de Antioquia. <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/230fee49-4dec-432d-ae5d-f62f5353cc9f/CARTILLAS+CURRICULO+6.pdf?MOD=AJPERES>
- Felix, L. G. (2017). La ilustración científica de insectos como estrategia pedagógica para la valoración y cuidado de la biodiversidad. *Bio-grafía*, 44-83.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 35–56. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- García, F. G., & Hernández, I. S. S. (2004). Conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en alumnos de educación secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, (17), 177-188.
- Garduño M. (2020). *Educación ambiental para el conocimiento y la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el municipio de Temoaya, Estado de México*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109324>
- Giraldo, M. (2018). *Propuesta didáctica para media secundaria: la comprensión de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad de insectos, un asunto sociocientífico* (Trabajo final de maestría, universidad nacional de Colombia, Facultad de ciencias, Medellín, Colombia). <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69560/1036627060.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gobierno de Canarias. (s.f.). *La normativa del centro educativo*. [https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/webfdirectiva/tema04/tema/seccion\\_05\\_01.html](https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/webfdirectiva/tema04/tema/seccion_05_01.html)

- González, E. (2012). *FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DEL MICROCURRÍCULO*. Seminario – Taller. [https://www.researchgate.net/profile/Efren-Gonzalez-Garcia/publication/272482480\\_FUNDAMENTO\\_TEORICO\\_Y\\_METODOLOGICO\\_DE\\_L\\_MICROCURRÍCULO/links/54e567980cf29865c3372840/FUNDAMENTO-TEORICO-Y-METODOLOGICO-DEL-MICROCURRÍCULO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Efren-Gonzalez-Garcia/publication/272482480_FUNDAMENTO_TEORICO_Y_METODOLOGICO_DE_L_MICROCURRÍCULO/links/54e567980cf29865c3372840/FUNDAMENTO-TEORICO-Y-METODOLOGICO-DEL-MICROCURRÍCULO.pdf)
- Guarro Pallas, A. (2008). Competencias básicas: currículum integrado y aprendizaje cooperativo. *Revista de Investigación en la Escuela*, (66), 29-42. <https://idus.us.es/handle/11441/60836>
- Guerrero, A., Vargas, C., Lopera A., y Chaparro S. (2023). Experiencias rurales de “La Ruta del Gorrión”: una propuesta pedagógica de educación ambiental en torno al Gorrión-Montés paísa (*Atlapetes blancae*) en Antioquia, Colombia. *Bio-grafía*, 16(30).
- Guirao, S. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2) <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Hernández, S.R. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Tomado de: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrera, L. (2022, septiembre 12). Seminario de práctica: Proyecto de aula. *Universidad del Atlántico, Licenciatura en Ciencias Naturales*. [https://www.researchgate.net/profile/Elias-AmorteguiCedeno/publication/366120974\\_Educacion\\_en\\_biodiversidad\\_Catedra\\_Doctoral\\_N10/links/63921462095a6a777414271f/Educacion-en-biodiversidad-Catedra-Doctoral-N10.pdf#page=326](https://www.researchgate.net/profile/Elias-AmorteguiCedeno/publication/366120974_Educacion_en_biodiversidad_Catedra_Doctoral_N10/links/63921462095a6a777414271f/Educacion-en-biodiversidad-Catedra-Doctoral-N10.pdf#page=326)
- Institución educativa agrícola Urabá. <https://ieagricola.edu.co/>
- Jauregui, A. y Ortega, C. (2020). Narrativas transmediáticas en la apropiación social del conocimiento. *Revista Latina de Comunicación Social*, (77), 357-372. <https://www.doi.org/10.4185/RLCS-2020-1462>
- Karunia, R. Saiful, R. (2022). STEM Integrated Flipped Classroom Learning Tools on Biodiversity Materials to Improve Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Biologi Edukasi*, 11(2). Vol 11 (2) <https://doi.org/10.15294/jbe.v11i2.58584>
- Letelier, C. y Urbina, D. (2023). Experiencias sobre creación de productos didácticos con apropiación social del conocimiento para conocer el patrimonio natural de la zona central



- de Chile. *Bio-grafía*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/view/18061>
- Lopera, M. y Jiménez, M. (2022). Ambientalización curricular: el caso de la biodiversidad como eje transformador. En *Educación en biodiversidad. Perspectivas y retos* (pp. 325 - 349). Cátedra Doctoral 10.
- Lopez, C. (2015). La Enseñanza de las Ciencias Naturales desde el enfoque de la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación ASCTI en la educación básica–media. *Revista Científica*, 22(2), 75–84. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a6>
- López, W. (2012). ¿Las apropiaciones académicas y los indicadores de impacto? *UniversitasPsychologica*, 11(2), 365-366. <http://www.javeriana.edu.co/universitaspsychologica/articulo.php?art=3038>
- MacKinnon, G.R., Kate, G., Rawn, E., Cressey, J. y He, W. (2017). Employing STEM Curriculum in an ESL Classroom: A Chinese Case Study. *K-12 STEM Education*, 3(1), 143-155. DOI: <http://dx.doi.org/10.14456/k12stemed.2017.1>
- Méndez, R., Vargas, S., y Otálvaro, V. (2021). Desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de grado quinto de dos instituciones educativas del departamento de Antioquia, a partir del tema de biodiversidad. *Bio-grafía*.
- Mendoza, J. A. (2020). Secuencia didáctica basada en metodología Steam enfocada en los ODS con estudiantes del grado undécimo del Colegio Americano de Bucaramanga. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12749/12485>
- Mertens, D. (2010). *Investigación y evaluación en educación y psicología: integrando la diversidad con métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos*. (3ra ed.). Thousand Oaks, CA: Sabio Publicaciones.
- Minciencias. (2020). Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento. *En Minciencias*. [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documento\\_de\\_lineamientos\\_para\\_la\\_politica\\_nacional\\_de\\_apropiacion\\_social\\_del\\_conocimiento\\_1.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documento_de_lineamientos_para_la_politica_nacional_de_apropiacion_social_del_conocimiento_1.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Programa nacional para la conservación y restauración del bosque seco tropical en Colombia: Plan de acción 2020-2030 (O. L.

- Ospina Arango, Ed.). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://doi.org/ISBN:978-958-5551-56-5>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010). ¿Qué es la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación? Recuperado de: <https://minciencias.gov.co/cultura-en-ctei/apropiacion-social/definicion>
- Ministerio de Educación Nacional (junio 1998). *Lineamientos curriculares ciencias naturales y educación ambiental*. Recuperado de [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-89869\\_archivo\\_pdf5.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-89869_archivo_pdf5.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional y Parque Explora (2021). Visión STEM+: Educación expandida para la vida. [https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf)
- Misión de Sabios (1996). Colombia: al filo de la oportunidad. Presidencia de la República, *Consejería presidencial para el desarrollo institucional, Colciencias*. [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro\\_mision\\_de\\_sabios\\_digital\\_1\\_2\\_0.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf)
- Nanclares Torres, K. (2020). Experiencia pedagógica ambiental con estudiantes de básica primaria del Centro Educativo Rural Permanente Mazo anexo Piedras Blancas, en el marco del proyecto ambiental de Secretaria de Medio Ambiente en colaboración con la Universidad de Antioquia.
- Núñez, J. (2010). “El conocimiento entre nosotros: notas sobre las complejas articulaciones entre el conocimiento y la sociedad”. *Revista Universidad de la Habana*. 271(1), 80-101. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=44505>
- Ortiz, E. (2006). Retos y perspectivas del currículo integrado. *Revista De Educación De Puerto Rico* (REduca), (21), 35–56. <https://revistas.upr.edu/index.php/educacion/article/view/13234>
- Pabón, R. (2018). Apropiación social del conocimiento: una aproximación teórica y perspectivas para Colombia. *Revista Educación y Humanismo*, 20(34), 116-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.20.34.2629>
- Palacios Palacios, J. É., Amud Córdoba, N. M., & Pérez Mendoza, D. L. (2016). Implementación de huertas escolares como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la biología de grado sexto

- en la Institución Educativa Agrícola de Urabá del municipio de Chigorodó y de grado séptimo de la Institución Educativa Rural Zapata, de Necoclí, departamento de Antioquia.
- Palacios, C. (2017). *Filo: generando la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad a través del juego*
- Peluffo, M. y Catalán, E. (2002). *Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público*. Santiago de Chile: CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1f5a0acd-f625-4c62-93f2-771e29993600/content>
- Pérez I. (2012). *Educarse en la era digital*. Madrid: Morata. Recuperado de: [https://edmorata.es/wp-content/uploads/2021/06/Perez-Gomez.-Educarse-en-la-era-digital\\_prw.pdf](https://edmorata.es/wp-content/uploads/2021/06/Perez-Gomez.-Educarse-en-la-era-digital_prw.pdf)
- Pérez, T. et al. (2012) Iniciativas de Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología en Colombia: tendencias y retos para una comprensión más amplia de estas dinámicas. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* [online]. 2012, v. 19, n. 1 Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0104-59702012000100007>
- Pulgarín, R. y Quintero, M. (2011). La educación geográfica un compromiso en la enseñanza de las ciencias. Propuesta de formación docente en el Oriente Antioqueño. *Uni-Pluriversidad*, 10(3), 17–32. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.9564>
- Quejada, M. (2021). Implementación de un aula ambiental pedagógica en el sendero ecológico Malomar del municipio de Montebello (Antioquia) como alternativa didáctica y de conservación de los recursos naturales.
- Quintana, F. (2017). El Manejo del Mundo Naturaleza y Sociedad: Visión del Conflicto Ambiental desde la Concepción y el Manejo del Medio Natural de una Comunidad Indígena Colombiana. *Revista Luna Azul*, (45), 353-376. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/3217/321753629018/movil/>.
- Ramírez, D. (2019). El currículo integrado desde la transdisciplinariedad como alternativa para abordar la situación ambiental de la minería en Colombia. <https://hdl.handle.net/10495/15000>
- Raven, P. H. (1998). *Biodiversity and human health*. Oxford University Press.

- Real Academia Española, RAE. «Biodiversidad», *Diccionario de la lengua española* (vigésima segunda edición). <https://dle.rae.es/biodiversidad>
- Resolución número 8430 de 1993 (octubre 4) Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Restrepo, N. (2014). Aplicación y Comparación de Metodologías Activas en la Enseñanza de un Tema de Ciencias Naturales. (Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Magíster en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Repositorio Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21895>
- Riascos, C. (2021). Implementación de recursos educativos digitales para afianzar el aprendizaje de la reproducción como preservación de la biodiversidad con los estudiantes de Grado Octavo de la Institución Educativa San Antonio de Jardín-Antioquia (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- Rincón, J. (2016). Diseño e implementación de estación meteorológica portable para educación STEM (Trabajo de grado presentado como requisito para o optar por el título de ingeniero electrónico). Repositorio Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/61235>
- Rodríguez, S, Herráiz, G, Prieto, M, Martínez, M, Solla, M, Castro, I, & Bernal, S. (2010-2011). *Métodos de investigación en Educación Especial* 3a Educación Especial. Investigación Acción. [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/97/o/IA.\\_Madrid.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/97/o/IA._Madrid.pdf)
- Rojas, J. E., Martín, J. Y., Garibello, B., García, P., Franco, J. A. & Manrique, C. Avances de la vinculación de los modelos STEM y STEAM en el sistema educativo
- Rojas, J., Martín, J., Suan G. y Garcia, P. (2022)- Avances de la vinculación del modelo STE(A)M en el sistema educativo Español, Estadounidense y Colombiano. Una revisión sistemática de literatura. *Revista Española de Educación Comparada* 42(2), pp. 318-336
- Ruiz, A. C. V. (2016). Incremento de los niveles de comprensión de la educación ambiental a través de la música y su relación en la enseñanza de la biodiversidad local. *Bio-grafía*, 262-273.

- Salinas-Ibáñez, J. (2004). Entornos virtuales y formación flexible. *Revista Tecnología En Marcha*, 17(3), pág. 69–80. Recuperado a partir de [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/1446](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1446)
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1996). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. (3ª reimpresión). Ediciones Paidós Ibérica, S. A. Barcelona, España. 20-23 p. Disponible en: <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2011/12/Introduccion-a-metodos-cualitativos-de-investigaci%C3%B3n-Taylor-y-Bogdan.-344-pags-pdf.pdf>
- Torres, J. (2012). *Globalización e Interdisciplinariedad: el Currículum Integrado*. (6ta Ed). Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.
- Torres, J. (2016). “Los sistemas educativos pretenden que el alumnado conozca la realidad”. ‘*Currículum integrado*’. Recuperado de: <https://jurjotorres.com/?tag=curriculum-integrado>
- UNESCO (1974). La construcción conceptual de la Educación Ambiental en el continente. [The conceptual construction Education in the continent]. Recuperado de <https://acortar.link/pFgQai>
- UNESCO. (2019). Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- UNESCO. (2022). Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374896>
- Valbuena, E., Castro, J. & Roa, R. (2022). *Educación en biodiversidad: Perspectivas y retos*. Tesis doctoral. Universidad pedagógica Nacional.(p.p. 153-185, 289-339).
- Vélez, E. D., Calderón-Espinosa, M. L., Ramírez-Pinilla, M. P., Castaño, M., Reyes, Á. M., Albarracín, R., ... & Raz, L. (2012). Difusión de datos biológicos en la red como apoyo a la educación ambiental, investigación científica y conservación de la biodiversidad en Colombia. e-colabora" *Revista de ciencia, educación, innovación y cultura apoyadas por redes de tecnología avanzada*", 2(4), 49-57.
- Villalvazo, M., y Covarrubias, P. (2021). Propuesta de enseñanza de la biodiversidad en la educación básica basada en el aprendizaje por descubrimiento. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (33), 9-45. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/353364882\\_Propuesta\\_de\\_ensenanza\\_de\\_la\\_biodiversidad\\_en\\_la\\_educacion\\_basica\\_basada\\_en\\_el\\_aprendizaje\\_por\\_descubrimiento](https://www.researchgate.net/publication/353364882_Propuesta_de_ensenanza_de_la_biodiversidad_en_la_educacion_basica_basada_en_el_aprendizaje_por_descubrimiento)

Vives, V., y Hamui, S. (2021). La codificación y categorización en la teoría fundamentada, un método para el análisis de los datos cualitativos. *Investigación en educación médica*, 10(40), 97-104. Epub 21 de febrero de 2022. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.40.21367>

Wilson, E. O. (1992). *The diversity of life*. Harvard University Press.

Yasemin, H., y Necla, D. (2020). Digital game design-based STEM activity: Biodiversity example, *Science Activities*, 57:1, 1-15, DOI: 10.1080/00368121.2020.1764468

Anexos

**Anexo 1**

*Formato diario de campo*

<b>Diario de campo</b>		
Nombre del observador:		
Fecha:		
Lugar:		
Grupo:		
Sesiones	Descripción	Análisis
1. Fase de Exploración		
2. Fase de Estructuración		
3 Fase de implementación		
4 Fase de Transferencia		
5 Fase de Evaluación		
<b>Análisis general</b>		

## **Anexo 2**

### *Formato entrevista*

Proyecto de investigación: “*Bio-STEM: enfoque educativo para la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad en estudiantes de básica secundaria*”

Maestría en Educación  
Universidad de Antioquia

### ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

#### PARTICIPANTES

1. Representante de los directivos: Jesús Vargas Cuesta (coordinador académico).
2. Representante de los padres de familia: delegado(a) de ASOPADRES.
3. Representante de los estudiantes: Cristian Camilo Collazos (Personero estudiantil 2024).
4. Representante del macroproyecto “IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD EN EL URABÁ EN ANTIOQUIA”
5. Representante de la comunidad científica de la región: Dra. Edna Paternina.

#### ESTRUCTURA DE LA ENTREVISTA

1. ¿Qué es lo que más resalta de las clases desarrolladas por los docentes?
2. ¿Qué puede concluir del conocimiento que tienen los estudiantes sobre la biodiversidad de la región de Urabá?
3. ¿Cuáles actitudes resalta de los estudiantes participantes del proyecto?
4. ¿Qué ventajas puede resaltar del enfoque STEM en la educación secundaria?
5. ¿Qué desventajas considera que tiene implementar un proyecto con enfoque STEM en la institución educativa?



**Anexo 3**

*Formato bitácora estudiantes -ciencias naturales*

<p><b>Fase 1 Exploración</b></p> <p><b>Construyó el concepto de biodiversidad desde mis conceptos propios</b></p>	<p>¿Qué es biodiversidad?</p>	
<p><b>Fase 2 estructuración</b></p> <p><b>Reconozco la biodiversidad de mi país.</b></p>	<p>Describe lo que conozcas sobre la biodiversidad en colombiano.</p> <p>Puedes hacer dibujos.</p>	
<p><b>Fase 3: Ejecución.</b></p> <p><b>Identificó especies de mi región.</b></p>	<p>Menciona las diferentes especies de plantas y animales de la región.</p>	
<p><b>Fase 4: transferencia.</b></p> <p><b>Comparto con mis compañeros y compañeras mi conocimiento sobre biodiversidad.</b></p>	<p>Hago un esquema o dibujo que utilizaría para explicar a mis compañeros sobre biodiversidad</p>	

<p><b>Fase 5: valoración</b></p> <p><b>Comprendo y explico la importancia de cuidar y preservar la biodiversidad.</b></p>	<p>De qué manera cuido los seres vivos de mi ambiente. ¿Porque es importante cuidarlos?</p>	
---	---	--

**Anexo 4**

*Propuesta microcurricular*

**Propuesta microcurricular Bio-STEM**

Pregunta Problemática	Área	Referentes de Calidad	Componentes y/o Pensamientos	Aprendizajes	Evidencias de Aprendizaje	Desempeños					Estrategias y/o Materiales	Estrategias De Evaluación
						Comunicativo	Ciudadanos	Laborales	Científico	Matemático		
¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía	Ciencias naturales y educación ambiental	Explico la variabilidad de las poblaciones y su diversidad como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.	Entorno vivo – proceso biológico	Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y	Explica las evidencias que sustentan la teoría del ancestro común y a la de selección natural (evidencias de distribución geográfica de las especies, restos	Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas. Escucho activamente a	Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico Cumplimiento cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de los demás	Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares. Motivación por el logro, capacidad para seguir instrucciones, habilidad en el	Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica Identifico criterios para clasificar	Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes. Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas,	Utilización de material didáctico, juegos de mesa, recursos audiovisuales (televisores, celulares, computadoras, memoria USB, video beam, etc.), recursos tradicionales	Talleres en clase y extraclase, pruebas orales y escritas, consultas, exposiciones, participación en clase, trabajos de campo, participación en proyectos y actividades relacionadas con las áreas, autoevaluación y

<p>y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería?</p>				<p>argumentaciones.</p>	<p>fósiles, homologías, comparación entre secuencias de ADN) Explica cómo actúa la selección natural en una población que vive en un determinado ambiente, cuando existe algún factor de presión de selección (cambios en las condiciones climática</p>	<p>mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</p>	<p>personas</p>	<p>manejo de recursos, responsabilidad y compromiso.</p>	<p>ar individuos dentro de una misma especie. Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos</p>	<p>gráficos y tablas Resuelvo ejercicios y problemas matemáticos en contexto Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas. Análisis información de textos, tablas y gráficos.</p>	<p>ales (marcadores, tablero, borrador, cuadernos, calculadoras), material de papelería (cintas, cartulina, papel periódico, etc.), textos (libros, fotocopias, revistas, cartillas, etc.), instrumentos para mediciones (báscula gramera, cronómetro, lienza,</p>	<p>heteroevaluación</p>
--	--	--	--	-------------------------	---	--	-----------------	--	--	--	--	-------------------------

					s) y su efecto en la variabilidad de fenotipos.							flexómetro, etc.).	
	<b>Matemáticas</b>	Interpretación analítica y críticamente información estadística proveniente de diversas fuentes (prensa, revistas, televisión, experimento, consultas, entrevistas).	Aleatorio y sistemas de datos	Propone un diseño estadístico adecuado para resolver una pregunta que indaga por la comparación sobre las distribuciones de dos grupos de datos, para lo cual usa comprensivamente diagramas de caja, medidas de tendencia central, de variación y de	Diferencia experimentos aleatorios realizados con reemplazo, de experimentos aleatorios realizados sin reemplazo. Encuentra el número de posibles resultados de un experimento aleatorio								

				localización . , usando métodos adecuados (diagramas de árbol, combinaciones, permutaciones, regla de la multiplicación, etc.). Justifica la elección de un método particular de acuerdo al tipo de situación. . Encuentra la probabilidad de eventos dados usando razón							
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

					entre frecuencias.								
	Tecnología e informática	Utilizo eficientemente la tecnología en el aprendizaje de otras disciplinas (artes, educación física, matemáticas, ciencias)	Apropiación y uso de la tecnología.	Tengo en cuenta normas de mantenimiento y utilización de artefactos, productos, servicios, procesos y sistemas tecnológicos de mi entorno para su uso eficiente y seguro.	Conoce y aplica las técnicas básicas de la fotografía como un medio de expresión en su ámbito social y específico o de su interés. Conoce y aplica las reglas básicas de la composición en la fotografía.								

**Anexo 5**

**Secuencia STEM**

Sesión	TIEMPO	FASES	ÁREAS STEM			
			Ciencia	Tecnología	Ingeniería	Matemáticas
1	1 semana	EXPLORACIÓN	Construcción de concepto de Biodiversidad desde sus conocimientos previos..	Acercamiento a herramientas audiovisuales y su utilidad en diferentes áreas y contextos (énfasis en la fotografía).	Comprensión del concepto de diseño y sus momentos en la ingeniería.	Identificación y caracterización de las diversas fuentes de información para análisis estadístico.
2	1 semana	ESTRUCTURACIÓN	Abordaje del concepto y categorías taxonómicas a partir de los textos existentes en la biblioteca y sitios web.	Taller práctico sobre conceptos, técnicas y reglas básicas en la fotografía:	Identificación y análisis de la información del problema de diseño y definición del problema de diseño, basado en las diferencias encontradas entre las especies y ecosistemas expuestos en la bibliografía y cibergrafía, y las presentadas en las entrevistas.	Abordaje de los diferentes tipos de fuentes de información. Repaso de tablas de frecuencias y gráficos estadísticos (conceptos y ejemplos).
3	2 semanas	EJECUCIÓN	Identificación y clasificación taxonómica de especies representativas de la región. Indagación y consulta sobre las especies, ecosistemas y grupos étnicos de la región.	Toma de fotografías de las especies identificadas, utilizando las técnicas vistas en clase.  Edición de fotografías y estructuración de la cartilla.	Abordaje del problema, establecimiento de posibles soluciones y toma de decisiones mediante el trabajo colaborativo.  Diseño en detalle de una cartilla que permita solucionar el problema de descontextualización de fuentes bibliográficas.	Elaboración de tablas y gráficos estadísticos sobre la información encontrada en las diferentes fuentes. Establecimiento de conclusiones a partir de estos datos.  Inserción de las tablas, gráficos y conclusiones



Bio-STEM: Enfoque educativo para la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad

			Inserción de la información en la cartilla.			más relevantes en el producto final.
4	3 días	TRANSFERENCIA	Socialización en clases de las especies y ecosistemas representativos de la región de Urabá.	Socialización de las técnicas de fotografía aplicadas y edición de imágenes.	Sustentación de las fases del protocolo de ingeniería ejecutadas en la creación de la cartilla.	Socialización de informe estadístico de las fuentes de información, las tablas y gráficos estadísticos sobre la biodiversidad del territorio.
			<b>Divulgación en la comunidad educativa:</b> Directivos docentes, personal administrativo, representante de padres de familia, representantes del sector productivo, delegados de secretaría de educación municipal y departamental, representantes de la comunidad científica.			
5	2 días	VALORACIÓN	<p>Valoración del trabajo en el área:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente cognitivo</li> <li>• Componente procedimental</li> <li>• Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).</li> </ul>	<p>Valoración del trabajo en el área:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente cognitivo</li> <li>• Componente procedimental</li> <li>• Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).</li> </ul>	<p>Valoración cualitativa por parte de equipo de ingeniería de la Universidad de Antioquia.</p>	<p>Valoración del trabajo en el área:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente cognitivo</li> <li>• Componente procedimental</li> <li>• Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).</li> </ul>

			<b>Valoración por parte de representantes de la comunidad educativa:</b> Directivos docentes, personal administrativo, representante de padres de familia, representantes del sector productivo, delegados de secretaría de educación municipal y departamental, representantes de la comunidad científica.
--	--	--	---

**Anexo 6**

*Planes de aula*

Bio-STEM: Ciencias naturales y educación ambiental			
DIAGNOSTICO Y/O APRENDIZAJE ACTUAL DE LOS ESTUDIANTES.			
REFERENTE DE CALIDAD Y/O APRENDIZAJE ESPERADO			
Explico la variabilidad de las poblaciones y su diversidad como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.			
FASE 1: EXPLORACIÓN.			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
Se planteará la pregunta problematizadora STEM: <i>¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería?</i> Se les indicará a los estudiantes que anoten en sus cuadernos la pregunta problematizadora. y las competencias que se abordarán.	Cuadernos, Lapiceros, computadora, diapositivas de la clase y TV/video o Beam.	15 minutos	Se valora la asistencia, los materiales de clase y el comportamiento.
Las actividades propuestas para la presente clase tienen como objetivo indagar sobre los saberes previos de los estudiantes y a su vez brindar un panorama general de los contenidos a trabajar en las clases siguientes. A partir de la observación de los siguientes videos: <a href="https://www.educ.ar/recursos/40683/la-biodiversidad">https://www.educ.ar/recursos/40683/la-biodiversidad</a> y <a href="https://www.youtube.com/watch?v=bxSITXI99xA&amp;ab_channel=ALDEMARORALESGUTIERREZ">https://www.youtube.com/watch?v=bxSITXI99xA&amp;ab_channel=ALDEMARORALESGUTIERREZ</a> , en grupos de 4 o 5 estudiantes, elaboren un texto escrito a fin de comunicar la información de todos los conceptos abordados en relación a la Biodiversidad.	Cuadernos, Lapiceros, computadora, diapositivas de la clase, y	30 minutos	Se valora actitud en el momento de la presentación del video, los apuntes y la participación

<p>Los términos seleccionados deberán estar resaltados con algún color o subrayados, no así, el desarrollo o explicaciones realizadas de los mismos.</p>	<p>TV/video o Beam</p>		<p>n en la socialización.</p>
<p>Para la elaboración del documento escrito, el docente guiará a los estudiantes, en relación al uso de las diferentes herramientas del procesador y el análisis de los videos, a fin de lograr cumplimentar por parte de los estudiantes lo solicitado. Una vez finalizada la actividad propuesta, cada grupo expondrá con el uso diapositivas o carteleras, el trabajo del equipo. El docente oficiará de mediador a lo largo de las diferentes presentaciones y elaborará un registro detallado de la participación de los estudiantes. Una vez finalizadas las mismas, se solicita a los estudiantes que se organicen en una bitácora las diferentes producciones, a modo de tener el material de lo realizado por cada grupo, disponible, para volver sobre el mismo una vez desarrolladas las diferentes clases en que se organiza la secuencia didáctica.</p>	<p>Material para la elaboración de las carteleras PC. TV o video Beam.</p>	<p>55 minutos</p>	<p>Se valora el trabajo colaborativo, el comportamiento durante la actividad y la elaboración de la bitácora.</p>
<p><b>FASE 2: ESTRUCTURACIÓN</b></p>			
<p><b>Actividad</b></p>	<p><b>Materiales</b></p>	<p><b>Tiempo</b></p>	<p><b>Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa</b></p>
<p>Para continuar el abordaje de la clase anterior, se propone a los estudiantes el análisis de la siguiente infografía, de forma individual, con la guía de las siguientes consignas: <a href="https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3196-colombia-celebra-su-biodiversidad">https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3196-colombia-celebra-su-biodiversidad</a></p>	<p>Cuadernos, lápiz, borrador, colores, lapiceros, computador, fotocopias a color. y TV/video o Beam.</p>	<p>100 minutos</p>	<p>Se valora la asistencia, el trabajo colaborativo o el trabajo en clase y el comportamiento.</p>

La infografía muestra un mapa de España dividido en regiones, con estadísticas de especies en círculos de colores. Las estadísticas se agrupan en cinco categorías:

- Nuevos Registros de Especies:** 28 (verde), 2 (verde)
- Pesibles Nuevas Especies:** 35 (verde), 18 (verde), 34 (verde), 8 (naranja), 19 (naranja)
- Especies con algún criterio de conservación:** 2 (verde), 30 (verde), 9 (verde)
- Especies Endémicas:** 6 (verde), 9 (verde), 16 (verde)
- Especies ampliación de rango de distribución:** 16 (verde), 7 (verde), 7 (verde), 3 (verde)

Además, se mencionan "Nuevas Especies de Invertebrados" (35, 18, 34) y "Nuevas Especies de Vertebrados" (8, 19). En la parte inferior, se muestran los colores de los círculos: azul, verde, naranja, púrpura y amarillo.

a. Elaborar un detalle en forma escrita (procesador de texto o lápiz y papel) de los contenidos explicitados en la misma.

b. Indicar aquellos contenidos que no hayan sido abordados en las actividades anteriores

c. Realizar un mapa conceptual.

En esta actividad el docente acompañará a los estudiantes en el análisis de la infografía, para ello, proyectará la misma en una pantalla, para hacer las intervenciones necesarias a medida que ellos avanzan en el análisis. Del mismo modo los guiará en la elaboración del mapa conceptual indicando que existen diferentes herramientas para realizarlos.

Una vez finalizada la actividad se propone a los estudiantes que intercambien sus producciones, que realicen un análisis de las mismas y que expongan su mirada a la producción realizada por su compañero, tratando de hacer siempre referencia al contenido y su organización.

<p>el propósito de ésta actividad es tratar de brindar un complemento más, para lograr dar una respuesta más acabada a las preguntas planteadas al inicio de la clase.</p>			
<b>FASE 3: EJECUCIÓN</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Materiales</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa</b>
<p>Se propone a los estudiantes observar el siguiente video <a href="https://www.youtube.com/watch?v=H6IrUUDboZo&amp;ab_channel=WellcomeTreeofLife">https://www.youtube.com/watch?v=H6IrUUDboZo&amp;ab_channel=WellcomeTreeofLife</a> , que si bien está en inglés, las imágenes del mismo posibilitan una comprensión del contenido a trabajar.</p> <p>1) Analicen en grupos de 3 0 4 estudiantes el video sugerido y a partir del mismo traten de responder a las siguientes consignas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♣ ¿Qué otro nombre propone como título para el video?</li> <li>♣ ¿Qué es lo que se intenta graficar a lo largo del desarrollo del mismo?</li> <li>♣ Elaboren un argumento que trate de explicar la temática abordada.</li> <li>♣ Realicen un Power Point incluyendo en el mismo las producciones obtenidas a partir de las consignas anteriores.</li> </ul> <p>A medida que se desarrolla la actividad, el docente guía a los estudiantes explicando sus inquietudes. El material elaborado debe ir a la bitácora.</p>	<p>TV, PC, cuaderno de apuntes.</p>	<p>100 minutos</p>	<p>Se valora la asistencia, responsabilidad en el cumplimiento de la consulta, el trabajo colaborativo o el trabajo en clase y el comportamiento.</p>
<b>FASE 4: TRANSFERENCIA</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Materiales</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa</b>
<p>En esta clase, utilizando el proyector o el TV, se propone a los estudiantes socializar las diferentes producciones, tratando el docente de orientar las mismas para que puedan completar su ponencia, guiando las mismas a explicaciones que traten de responder a los términos Origen, Evolución y Biodiversidad.</p> <p>El docente realiza un registro individual y grupal de cada una de las presentaciones y solicita suban al servidor escolar cada uno de los trabajos para poder recuperarlos en un futuro, en el caso de ser necesario al realizar una retroalimentación.</p>	<p>Video beam, TV, PC. Cuaderno de apuntes.</p>	<p>55 minutos</p>	<p>Se valora la asistencia, responsabilidad en el cumplimiento de la consulta, el trabajo colaborativo</p>

			o el trabajo en clase y el comportamiento
<b>FASE 5: VALORACIÓN</b>			
<p style="text-align: center;"><b>Actividad</b></p> <p>Una vez finalizada las actividades se propone, la realización de un video extraclase en el cual quede plasmado lo trabajado durante la secuencia didáctica. Se sugiere la posibilidad de utilizar imágenes relacionadas con el tema, texto, lo mismo que voz y sonido. Para su valoración se tendrán en cuenta: la presentación, la pertinencia y adecuación de la información, las imágenes, la expresión oral y escrita (en caso de incorporar texto). También se propone la distribución de tareas en relación a la elaboración del video, en donde cada integrante de los diferentes grupos asume un determinado rol.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Materiales</b></p> <p>celulares, PC, video beam, TV.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Tiempo</b></p> <p>55 minutos</p>	<p style="text-align: center;"><b>Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa</b></p> <p>Se valora la asistencia, responsabilidad en el cumplimiento de la consulta, el trabajo colaborativo o el trabajo en clase y el comportamiento</p>
<i>Observaciones (logros y/o dificultades)</i>			
<i>Compromisos</i>			

<b>Bio-STEM: Matemáticas</b>
<b>DIAGNOSTICO Y/O APRENDIZAJE ACTUAL DE LOS ESTUDIANTES.</b>

REFERENTE DE CALIDAD Y/O APRENDIZAJE ESPERADO			
Interpreto analítica y críticamente información estadística proveniente de diversas fuentes (prensa, revistas, televisión, experimentos, consultas, entrevistas).			
<b>FASE 1: EXPLORACIÓN.</b>			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
Se planteará la pregunta problematizadora STEM: <i>¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería?</i> Se les indicará a los estudiantes que anoten en sus cuadernos la pregunta problematizadora. y las competencias que se abordarán.	Cuadernos, Lapiceros, computador, diapositivas de la clase y TV/video Beam.	15 minutos	Se valora la asistencia, los materiales de clase y el comportamiento.
Se proyectarán un video sobre <b>Apropiación Social del Conocimiento</b> y el concepto de <b>biodiversidad</b> . Posteriormente, se les pedirá a los estudiantes que establezcan la relación entre los dos conceptos y que lo anoten en sus cuadernos. Posteriormente, se socializarán dichos apuntes.	Cuadernos, Lapiceros, computador, diapositivas de la clase, video y TV/video Beam	30 minutos	Se valora actitud en el momento de la presentación del video, los apuntes y la participación en la socialización.
Se conformarán grupos de tres estudiantes y serán llevados a la biblioteca institucional. A cada grupo se le asignará un stand de libros, donde buscarán los ejemplares que contienen elementos relacionados directamente con la <b>biodiversidad del territorio</b> . Cada grupo diligenciará una <b>ficha de caracterización de los libros</b> .	Fichas de caracterización y libros de biblioteca.	55 minutos	Se valora el trabajo colaborativo, el comportamiento durante la actividad y el diligenciamiento de las fichas de caracterización
<b>FASE 2: ESTRUCTURACIÓN</b>			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
Se presenta a los estudiantes los diferentes tipos de <b>fuentes de información</b> .	Cuadernos, láiz, borrador, colores, lapiceros, computador, fichas de	100 minutos	Se valora la asistencia, el trabajo colaborativo el trabajo en clase y el comportamiento.



<p>Se hace un repaso de <b>tablas de frecuencias y gráficos estadísticos</b> (conceptos y ejemplos).          Los estudiantes tomarán los apuntes de la clase en sus cuadernos.          Como actividad extra clase, se le asignará a cada grupo de estudiantes un tipo de fuente de información (personas, artículos, páginas de internet, revistas) que <b>aborden la biodiversidad de la región de Urabá</b>. Para ello, diligenciarán la <u>ficha de caracterización de fuentes de información</u>.</p>	<p>caracterización diapositivas de la clase y TV/video Beam.</p>		
---	--	--	--

**FASE 3: EJECUCIÓN**

Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Los estudiantes tomarán las fichas de caracterización de los textos de la biblioteca y las fuentes consultadas y elaborarán 10 tablas de frecuencias con sus respectivos gráficos estadísticos (diagramas de barras, diagramas circulares, polígonos de frecuencias, etc.).          Primero realizarán la actividad manualmente y luego podrán apoyarse en una aplicación móvil.          Posteriormente, los estudiantes elaborarán tablas y gráficos estadísticos sobre la información encontrada en las diferentes fuentes, estableciendo conclusiones a partir de estos datos.          Finalmente, los estudiantes realizarán la inserción de las tablas, gráficos y conclusiones más relevantes en el producto final.</p>	<p>Fichas de caracterización de fuentes de información, cuadernos, lápiz, borrador, colores, celulares y aplicación móvil.</p>	<p>500 minutos</p>	<p>Se valora la asistencia, responsabilidad en el cumplimiento de la consulta, el trabajo colaborativo el trabajo en clase y el comportamiento.</p>

**FASE 4: TRANSFERENCIA**

Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Los estudiantes socializarán el informe estadístico de las fuentes de información, las tablas y gráficos estadísticos sobre la biodiversidad del territorio con sus compañeros en clase.</p>	<p>Video Beam, computador, ejemplares físicos de la cartilla, bitácoras, diarios de campo y fichas de</p>	<p>8 horas</p>	

<p>Posteriormente, participarán de la socialización del producto final con la comunidad educativa.</p>			
<b>FASE 5: VALORACIÓN</b>			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Desde el área se aplicarán una valoración cuantitativa y cualitativa de la clase, de acuerdo con los componentes de la evaluación según el SIE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente cognitivo</li> <li>• Componente procedimental</li> <li>• Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).</li> </ul> <p>Valoración por parte de representantes de la comunidad educativa: Directivos docentes, personal administrativo, representante de padres de familia, representantes del sector productivo, delegados de secretaría de educación municipal y departamental, representantes de la comunidad científica.</p>	<p>Planillas de notas. Formato de autoevaluación.</p>	<p>8 horas</p>	
<i>Observaciones (logros y/o dificultades)</i>			
<i>Compromisos</i>			

<b>Bio-STEM: Tecnología</b>
<b>DIAGNOSTICO Y/O APRENDIZAJE ACTUAL DE LOS ESTUDIANTES.</b>
<p>Los estudiantes tienen conocimiento el uso de la cámara fotográfica del celular, con sus funciones y complementos. Sin embargo, desconocen las técnicas aplicadas a la fotografía, ya que nunca se le ha tenido en cuenta en las clases. No obstante, cuentan con algunas nociones sobre toma y edición de videos, ya que se les ha brindado orientaciones para trabajos que han desarrollado en el área.</p>
<b>REFERENTE DE CALIDAD Y/O APRENDIZAJE ESPERADO</b>

Utilizo eficientemente la tecnología en el aprendizaje de otras disciplinas (artes, educación física, matemáticas, ciencias).			
<b>FASE 1: EXPLORACIÓN.</b>			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Se planteará la pregunta problematizadora STEM: <i>¿Cómo puedo apropiarme de la biodiversidad de mi territorio a partir de los datos de diversas fuentes de información, el conocimiento sobre clasificación de los seres vivos, el uso de la fotografía y la ejecución del protocolo de diseño en ingeniería?</i> Se les indicará a los estudiantes que anoten en sus cuadernos la pregunta problematizadora. y las competencias que se abordarán.</p> <p>Se proyectarán un video sobre <b>el uso de herramientas audiovisuales</b> y la apropiación de <b>biodiversidad del territorio</b>. Posteriormente, se les pedirá a los estudiantes que establezcan la relación entre los dos conceptos y que lo anoten en sus cuadernos. Posteriormente, se socializarán dichos apuntes. Posteriormente, los estudiantes tendrán un acercamiento a herramientas audiovisuales y su utilidad en diferentes áreas y contextos (énfasis en la fotografía).</p>	Cuadernos, Lapiceros, computador, celular, cámara fotográfica, diapositivas de la clase, <b>video</b> y TV/video Beam	50 minutos	Se valora actitud en el momento de la presentación del video, los apuntes y la participación en la socialización.
<b>FASE 2: ESTRUCTURACIÓN</b>			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Se presenta a los estudiantes las diferentes técnicas en la fotografía:</p> <p>Basadas en iluminación, en alta velocidad, en apertura de diafragma y técnicas de edición.</p> <p>Posteriormente, se desarrollará un taller práctico sobre conceptos, técnicas y reglas básicas en la fotografía.</p>	Cuadernos, lápiz, borrador, colores, lapiceros, computador, celulares, cámara, diapositivas de la clase y TV/video Beam.	150 minutos	Se valora la asistencia, el trabajo colaborativo el trabajo en clase y el comportamiento.
<b>FASE 3: EJECUCIÓN</b>			
Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>La fase se ejecución se desarrollará en dos momentos:</p>	Uniforme de trabajo (incluyendo botas),	50 minutos	Se valora la asistencia, responsabilidad

<p>1. Toma de fotografías de las especies identificadas, utilizando las técnicas vistas en clase: Este momento implica desplazamiento a lugares donde se encuentran las especies previamente determinadas.</p> <p>2. Edición de fotografías y estructuración de la cartilla: Este momento se desarrollará en clases, donde se realizará la selección, edición y compilación de las fotografías con sus respectivas reseñas.</p>	<p>cámaras, celulares, cuadernos, lápiz, borrador, colores computador y software de edición.</p>		<p>ambiental en campo, el trabajo colaborativo el trabajo en clase y el comportamiento.</p>
---	--	--	---

**FASE 4: TRANSFERENCIA**

Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Los estudiantes socializarán las técnicas de fotografía aplicadas y los procesos de edición de imágenes. Posteriormente, participarán de la socialización del producto final con la comunidad educativa.</p>	<p>Video Beam, computador, ejemplares físicos de la cartilla, bitácoras, diarios de campo y fichas de</p>	<p>50 horas</p>	

**FASE 5: VALORACIÓN**

Actividad	Materiales	Tiempo	Seguimiento e implementación de estrategias de evaluación formativa
<p>Desde el área se aplicarán una valoración cuantitativa y cualitativa de la clase, de acuerdo con los componentes de la evaluación según el SIE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente cognitivo</li> <li>• Componente procedimental</li> </ul> <p>Componente actitudinal (Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación). Valoración por parte de representantes de la comunidad educativa: Directivos docentes, personal administrativo, representante de padres de familia, representantes del sector productivo, delegados de secretaría de educación municipal y departamental, representantes de la comunidad científica.</p>	<p>Planillas de notas. Formato de autoevaluación.</p>	<p>50 horas</p>	

**Observaciones (logros y/o dificultades)**

<p> </p>
----------

*Compromisos*

**Anexo 7**

*Cartilla*

Plataforma digital: <https://heyzine.com/flip-book/44e887802f.html>

Drive: [https://drive.google.com/file/d/19-r3H-DTYt-deOGE\\_aXLSGOGrnGEBYBB/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/19-r3H-DTYt-deOGE_aXLSGOGrnGEBYBB/view?usp=sharing)



**Anexo 8**

*Formato consentimiento informado*

Chigorodó, 02 de noviembre del 2023.

Señores  
**PADRES DE FAMILIA**

Institución Educativa Agrícola de Urabá  
Chigorodó, Antioquia.

Cordial saludo.

Por medio de la presente nos permitimos solicitar su autorización y consentimiento para la participación de su hijo en el proyecto de investigación “*Bio-STEM: enfoque educativo para la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad en estudiantes de básica secundaria*”, a cargo de estudiantes del Grupo *Piencias* y de la línea de Investigación en Ciencias Naturales, avalado institucionalmente y reconocido por Colciencias.

Dicho proyecto cuenta con las siguientes características:

**Objetivo:** Interpretar la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad por parte de los estudiantes de secundaria a partir de una propuesta microcurricular y didáctica vinculada al enfoque educativo STEM.

**Responsables:** Estudiantes pertenecientes al programa de Maestría en Educación de la Universidad de Antioquia.

**Procedimiento:** Previa autorización de la institución y consentimiento informado por parte de los padres y el (la) adolescente, debidamente firmado, se procederá a desarrollar la propuesta didáctica a través de la Investigación Acción, donde las actividades integrarán registros de diarios de campo, entrevistas, fotografías y bitácoras. Toda la información que se obtenga en la investigación será estudiada con confidencialidad por los investigadores y sólo se usará con fines académicos, previa socialización con los adolescentes participantes.”. Para la realización de este proyecto se requiere la participación de mínimo 12 estudiantes entre los 12 y los 15 años de edad del municipio de Chigorodó.

Agradeciendo su atención,

Cordialmente,

Ibis Díaz Arizal  
Líder del proyecto de investigación  
Facultad de Educación  
Universidad de Antioquia  
Teléfono: 3218577897  
Correo electrónico: [ibis.diaz@udea.edu.co](mailto:ibis.diaz@udea.edu.co)

Se adjunta: Formato de consentimiento informado.

### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nosotros: \_\_\_\_\_, identificado(a) con la cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en calidad de progenitor(a)\_\_\_ tutor(a) legal \_\_\_\_, y \_\_\_\_\_, identificado(a) con la cédula de ciudadanía número \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, en calidad de progenitor(a)\_\_\_ tutor(a) legal \_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, deseamos manifestar a través de este documento, que autorizamos su participación en el proyecto de investigación: “*Bio-STEM: enfoque educativo para la apropiación social del conocimiento sobre biodiversidad en estudiantes de básica secundaria*”, que se describe a continuación:

**Responsables:** Estudiantes pertenecientes al programa de Maestría en Educación de la Universidad de Antioquia.

**Objetivo:** Interpretar la Apropiación Social del Conocimiento sobre biodiversidad por parte de los estudiantes de secundaria a partir de una propuesta microcurricular y didáctica vinculada al enfoque educativo STEM.

**Procedimiento:** Previa autorización de la institución y consentimiento informado por parte de los padres, madres de familia o acudiente y el (la) adolescente, debidamente firmado, se procederá a desarrollar el proceso investigativo a través de la Investigación Acción, donde las actividades integrarán registros de diarios de campo, entrevistas, fotografías y bitácoras, cuya contestación dura aproximadamente cinco semanas.

#### Consideraciones generales

Luego de haber sido informado(s) sobre las condiciones de la participación de mi (nuestro) hijo(a) en el proyecto de investigación, resuelto todas las inquietudes y comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad, entiendo (entendemos) que:

- La participación de mi (nuestro) hijo(a) en este proyecto o los resultados obtenidos no tendrán repercusiones o consecuencias en sus actividades, evaluaciones o cualquier otro espacio de participación que tenga.
- La participación de mi (nuestro) hijo(a) en el proyecto no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación.
- No habrá ninguna sanción para mí (nuestro) hijo(a) en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad de mi (nuestro) hijo(a) no será publicada sólo se utilizará la información obtenida como insumo para el desarrollo del proceso.
- Las personas a cargo de realizar el proyecto garantizarán la protección de la información obtenida de mi (nuestro) hijo(a) y el uso de la misma, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso.

Agradeciendo su atención, en constancia de lo anterior, firmamos el presente documento, en la ciudad de \_\_\_\_\_, el día \_\_\_\_\_, del mes \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_,

Firma \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_  
C. C. No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_  
C. C. No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_