



Un proyecto con enfoque STEAM en época de pandemia para la comprensión del concepto de ecosistema y el desarrollo de la creatividad en los estudiantes del grado Cuarto del Colegio Calasanz Medellín.

Claudia Marcela Correa Zapata.

Sindy Paola Saavedra Sánchez.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Licenciadas en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Asesores:

Christian Fernney Giraldo Macías, Doctor PhD en Educación.
Verónica Valderrama Gómez, Doctora PhD en Ciencias de la Educación.

Línea de Investigación:

Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEAM.

Universidad de Antioquia.

Facultad de educación.

Licenciatura en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Medellín, Colombia.

2022.

Cita	(Correa Zapata & Saavedra Sanchez, 2022)
Referencia Estilo APA 7 (2020)	Correa Zapata, C.M., & Saavedra Sánchez, S.P. (2022). Un proyecto con enfoque STEAM en época de pandemia para la comprensión del concepto ecosistema y el desarrollo de la creatividad en los estudiantes del grado cuarto del Colegio Calasanz Medellín. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).



Centro de Documentación Educación

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Cespedes.

Decano: Wilson Antonio Bolívar Buriticá.

Jefe departamento: Cartul Valerico Vargas Torres

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.

Agradecimientos

Agradezco a mi esposo por alentarme y acompañarme en momentos de angustia, a mis padres por comprender mis ausencias en momentos importantes.

A mis profesores Christian Fernney Giraldo y Verónica Valderrama Gómez por su dedicación y comentarios alentadores. Y, al Colegio Calasanz por abrirme las puertas y brindarme algunas de las herramientas para llevar a cabo este proyecto.

-Claudia Marcela Correa zapata-

Quiero agradecer a mi madre María Eugenia Sánchez Ayala y a mi padre Jaime Saavedra Potes, por ser mi fuente de inspiración y motivación, por acompañarme en este camino y darme las bases para seguir adelante con un corazón bondadoso. A mi hermana Mary Johanna Saavedra Sánchez por su sabiduría, su entrega, su amor y pasión por la vida.

A mis asesores de grado, Christian Fernney Giraldo y Verónica Valderrama Gómez, pues con me enseñaron el amor y la paciencia con la que se debe enseñar. A la profe Paula Ramírez nuestra maestra cooperadora, porque nos acompañó en todo el proceso y nos permitió compartir esta experiencia.

-Sindy Saavedra Sanchez-

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Planteamiento del problema y Justificación.....	11
2. Objetivos.....	16
2.1 General	16
2.2 Específicos.....	16
3. Revisión de literatura.	17
3.1. Antecedentes	21
4. Marco conceptual	26
4.1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy).....	26
4.2. Enfoque STEAM.....	29
4.3. Creatividad	32
4.4. Enseñanza y aprendizaje del concepto de ecosistema.....	34
5. Metodología	41
5.1. Metodología de investigación	41
5.1.1 Método.....	42
5.1.2 Instrumentos de recolección de información	44
5.1.3. Contexto y participantes.....	45
5.2. Metodología de enseñanza	46
5.2.1. Descripción de las fases	55
5.3. Consideraciones éticas	72
6. Análisis de resultados	73
6.1 Estrategia de análisis	73
6.1.1 Categoría: Ideas previas	75
6.1.2 Categoría: Factores asociados a la comprensión del concepto ecosistema.....	90
6.1.3 Categoría: Creatividad y enfoque STEAM.....	104
7. Conclusiones	117
8. Recomendaciones	119
9. Referencias.....	120

Lista de tablas

Tabla 1. Criterios de búsqueda	17
Tabla 2. Unidades de análisis seleccionadas.....	19
Tabla 3. Características esenciales para el diseño del proyecto.	49
Tabla 4. Generalidades proyecto Guardianes de los Cerros tutelares	50
Tabla 5. Cronograma metodología de enseñanza.	53
Tabla 6. Tabla de contenidos.....	54
Tabla 7. Actividades de lanzamiento proyecto “Guardianes de los cerros”	60
Tabla 8. Secuencia de actividades fase de desarrollo.....	68
Tabla 9. Secuencia de actividades fase de cierre.	71
Tabla 10. Codificación de estudiantes por equipos de trabajo	73
Tabla 11. Categorías de análisis.....	74
Tabla 12 Categoría “ideas previas”	76
Tabla 13. Niveles de progresión según los planteamientos de García (2003) y Motta y Uyaban (2016).....	76
Tabla 14 Nivel de progresión frente a los factores bióticos y abióticos.....	81
Tabla 15. Nivel de progresión frente a la Biocenosis y el biotopo.....	84
Tabla 16. Categoría factores asociados a la comprensión del concepto ecosistema	90
Tabla 17. Nivel de progresión frente a los factores bióticos y abióticos.....	97
Tabla 18. Subcategorías Creatividad	105

Lista de figuras

Figura 1 Nivel uno: Medio aditivo	37
Figura 2. Nivel dos: Ecosistema como organización simple	38
Figura 3. Nivel tres: Ecosistema como organización compleja	39
Figura 4. Método Rayuela	44
Figura 5. Características esenciales para el diseño de proyectos propuesto por el BIE	47
Figura 6. Áreas STEAM vinculadas con los estándares de ORO.	48
Figura 7 Esquema general de las fases que se desarrollaron	53
Figura 8 Base Amarilla: Construcción de rompecabezas	56
Figura 9 Dibujando un ecosistema.....	56
Figura 10 Base rosada: Encontrando el Cerro Tutelar.	57
Figura 11 Base Naranja: Identificación de elementos u organismos del cerro.....	58
Figura 12 Objetos u organismos que representan un peligro para el Cerro.....	58
Figura 13 ¿Cuál es la importancia de ser él o la guardiana de los cerros de la Ciudad?.....	59
Figura 14 Actividad: ¿cómo se formaron los cerros?.....	61
Figura 15 Actividad: Reconociendo factores bióticos y abióticos.....	62
Figura 16 Actividad: Relaciones intraespecíficas	63
Figura 17 Elaboración del producto final	64
Figura 18 División del cuadrorama.....	65
Figura 19 Elección materiales.....	66
Figura 20 Relación de depredación por G.4.....	66
Figura 21 Actividad: Construcción cartografía	67
Figura 22 Servicio ecosistémico de abastecimiento	68
Figura 23 Exposición producto final.....	71
Figura 24 Representación del estudiante E.4 de G.6	78
Figura 25 Dibujo E.1. G.6 con los factores abióticos.	79
Figura 26 Representación de ecosistema E.3.G4.	80
Figura 27 Representación de ecosistema de E.1.G.7	82
Figura 28 Representación relación de depredación E.3. G.2	83
Figura 29 Ecosistema de E.1-G.1.....	83
Figura 30 Representación de E.4. G4	85
Figura 31 Representación E.1-G7.....	87

Figura 32 Representación de E.3-G7	87
Figura 33 Red sistémica de la categoría ideas previas.	88
Figura 34 Actividad virtual: Factores bióticos y abióticos.	91
Figura 35 Cartografías equipo G.6: Cerro Picacho; G.7: Cerro Tres Cruces.	92
Figura 36 Cartografías equipo G.1 Cerro Pan de Azúcar; G.4 Cerro Quitasol; G.6 Cerro Picacho; G.7 Cerro Tres Cruces	93
Figura 37 Actividad presencial: Factores bióticos y abióticos.	94
Figura 38 Representación relación estatal G4 y G7.	99
Figura 39 Representación servicios ecosistémico cultural G.6	102
Figura 40 Cartografía G.2- Cerro la Asomadera	103
Figura 41 Cartografía G.6- Cerro Picacho	107
Figura 42 Representación relación intra e interespecífica G.7; G.6.....	108
Figura 43 Representación G.1 Cerro Pan de Azúcar	109
Figura 44 Evaluación de estudiante E.2.G.4.....	110
Figura 45 Observando una paca de composta.....	112
Figura 46 Construcción cartografía.	113
Figura 47 Cartografía G.6 - Cerro el Picacho	114
Figura 48 Mapa del Valle de Aburrá.....	114
Figura 49 Exposición de cartografías.....	116
Figura 50 Exposición cuadroramas.....	116

Resumen

En esta investigación se presenta una propuesta para la enseñanza del concepto ecosistema diseñada con base en la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEAM, como una alternativa para diversificar las estrategias pedagógicas y ofrecer un papel más activo a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Se realiza con el fin de analizar la incidencia de la implementación de un proyecto con enfoque STEAM en el aprendizaje del concepto ecosistema en estudiantes del grado cuarto del colegio Calasanz Medellín. A nivel metodológico se ubica en el paradigma cualitativo y utiliza el método estudio de caso descriptivo e interpretativo (Stake, 1998).

La ejecución del proyecto se realiza en tres fases: Lanzamiento, desarrollo y cierre. En este punto es importante mencionar que las primeras dos fases se llevaron a cabo en una modalidad de alternancia, debido a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2. En la primera fase se da conocer la pregunta orientadora y se indagan los conocimientos previos; en la fase de desarrollo se realizan actividades en pro del aprendizaje del concepto ecosistema en el marco del proyecto “Guardianes de los cerros”. Los resultados sugieren que los estudiantes alcanzaron una mayor inclusión de elementos al ecosistema, el reconocimiento de interacciones bióticas como la relación estatal y el comensalismo y un reconocimiento a los ecosistemas más cercanos.

Palabras claves: Ecosistema, Cerros Tutelares, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), STEAM y creatividad.

Abstract

This research presents a proposal for the teaching of the ecosystem concept designed based on the project-based learning methodology with STEAM approach, as an alternative to diversify pedagogical strategies and offer a more active role to students in their learning process, it is carried out in order to analyze the impact of the implementation of a project with STEAM approach in the learning of the ecosystem concept in fourth grade students of the Calasanz Medellín school. It is located in the qualitative paradigm and uses the descriptive and interpretative case study method (Stake, 1998). As for the data collection instruments, observation and questionnaires are used, an initial one to investigate the alternative conceptions and another one at the end to determine the appropriation of the ecosystem concept.

The execution of the project is carried out in three phases: Launching, development and closing. At this point it is important to mention that the first two phases were carried out in an alternating mode, due to the pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus. In the first phase, the guiding question was presented and previous knowledge was investigated; in the development phase, activities were carried out to learn about the ecosystem concept framed in the context of seven Cerros Tutelares and the construction of two final products, a cartography and a quadrorama, which were presented in the closing phase.

Keywords: Ecosystem, Tutorial Hills, Project Based Learning (PBLy), STEAM and creativity.

Introducción

Consideramos oportuno plantear este proyecto, debido a que en la actualidad uno de los retos que enfrentan los docentes está relacionado con la necesidad de transformar las prácticas pedagógicas para dirigir las a escenarios más participativos, en los que se potencien habilidades asociadas al pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la creatividad.

Pues en la actualidad aún persisten prácticas docentes tradicionales y descontextualizadas, enfocadas en la memorización, que no favorece el aprendizaje significativo en los estudiantes. Específicamente en la enseñanza de las ciencias naturales, autores como Torres (2010) y López (2015) advierten que este tipo de prácticas no promueven la comprensión de temas científicos ni de desarrollos tecnológicos; además, Guanche (2014) agrega que los docentes han abusado del esquematismo y extraen ejercicios de los libros de texto que nada tienen que ver con el contexto de los estudiantes, lo cual no permite que ellos tengan una conciencia frente a su entorno.

De manera que, esta investigación se presenta como una alternativa para innovar las prácticas docentes mediante la metodología activa de enseñanza, aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM y otorgar un papel protagónico a los estudiantes

En este sentido, este proyecto se plantea como pregunta de investigación ¿De qué manera la implementación de un proyecto con enfoque STEAM incide en el aprendizaje del concepto de ecosistema en los estudiantes del grado Cuarto del Colegio Calasanz de Medellín? y para dar respuesta a esta se plantea como objetivo general: Analizar la incidencia de la implementación de un proyecto con enfoque STEAM en el aprendizaje del concepto ecosistema en estudiantes del grado cuarto del colegio Calasanz Medellín.

1. Planteamiento del problema y Justificación.

Uno de los principales retos que enfrentan actualmente los maestros, según el informe “Tecnología: lo que puede y no puede hacer por la educación” del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), parece estar relacionado con la urgente necesidad de transformar las prácticas docentes tradicionales y dirigir las a escenarios más participativos, que se alineen con la cambiante sociedad tecnológica del siglo XXI, para que potencien habilidades en los estudiantes, como el pensamiento crítico, la autonomía, el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y la creatividad, para así lograr que se adapten a los cambios, ganen confianza en sí mismos, sean resilientes y perseverantes teniendo como centro el cuidado de su entorno, sean más empáticos y críticos frente a las problemáticas socioambientales a nivel global, nacional y local (BID, 2020).

Sin embargo, Autores como Martínez y Díaz (2005), Torres (2010), Busquets et al, (2016) y Salamanca Y Hernández (2018), afirman que en los procesos de enseñanza se mantienen las metodologías del siglo pasado tanto en primaria como en secundaria, donde la interpretación de fenómenos y de cómo funcionan, se hace desde una perspectiva de transmisión de conocimientos unidireccional, por lo general aplicando teorías y leyes en los que el ser humano tiene un papel protagónico muy pobre, impidiendo el desarrollo de habilidades y potenciando procesos de memorización.

Asimismo, Torres (2010) y López (2015) advierten que, específicamente la enseñanza de las ciencias naturales, se ha centrado en las estrategias pedagógicas tradicionales que no promueven la comprensión de temas científicos y desarrollos tecnológicos, al mismo tiempo que se reduce su enseñanza a la reproducción del método científico para llegar a conclusiones que son respaldadas por las propias teorías o leyes, dejando a un lado al observador que ve e interpreta los fenómenos de acuerdo a su

experiencia, conocimientos, expectativas y hasta su historia de vida.

Adicionalmente, los docentes han abusado del esquematismo y han asignado a los estudiantes ejercicios sencillos que no conducen a una reflexión y mucho menos a una toma de conciencia acerca de lo que a su alrededor ocurre (Guanche, 2014), ejercicios extraídos de los libros de texto y propuestos desde la resolución de problemas poco cercanos al contexto, que resultan ser asuntos problemáticos porque podrían derivar en aprendizajes poco significativos y en una disminución de la calidad en la educación.

Como consecuencia, los estudiantes en la construcción del conocimiento científico, aportado generalmente desde el área de ciencias naturales, presentan algunas confusiones e ideas que los separan de la realidad y del entendimiento del ecosistema como tal. En una revisión documental, la profesora Rincón (2011), recoge algunas investigaciones acerca de las concepciones más comunes entre los estudiantes y que pueden constituir un problema para el aprendizaje del ecosistema. Resaltando autores como Bell- Basca, Grotzer, Donis, y Shaw; Leach, Driver, Scott, y Wood-Robinson, citados en el trabajo descrito, se destacan las siguientes dificultades:

- Centramiento en lo evidente y lo próximo a la experiencia de los estudiantes, donde se destaca más la importancia de los animales que de las plantas (Bell- Basca et al., 2000).
- En las relaciones tróficas mencionan especialmente la relación depredadora – presa. Igualmente, se consideran más las relaciones antagónicas que las de cooperación (Leach et al., 1996a).
- Las interacciones que se abordan entre los componentes bióticos se dan más a nivel de individuo que de población (Leach et al. 1996b; Grotzer & Basca 2003; Griffiths

& Grant, 1985), lo que dificulta razonar acerca de los controles y el equilibrio en el sistema.

Inclusive autores como García (2017), Sanchez y Pontes (2010), reconocen que los estudiantes presentan confusión a la hora de definir algunos conceptos claves como el biotopo, la biocenosis, población y nicho y que además no reconocen, ni identifican las relaciones que se dan en los ecosistemas. Estas concepciones alternativas, en muchos casos persisten y no permiten a los estudiantes reestructurar sus esquemas conceptuales, lo cual puede ser un impedimento para la consolidación de aprendizajes significativos y una apropiación del conocimiento científico en relación con las problemáticas socioambientales asociadas al concepto de ecosistema.

En evidencia de lo planteado, en el centro de práctica se identificó la necesidad de diversificar las estrategias pedagógicas que permitieran a los estudiantes tener un papel más activo en su proceso de aprendizaje, además de un reconocimiento y acercamiento más profundo de su contexto y de su papel en el ecosistema, sumándole a ello que la presente investigación se desarrolló en un contexto de pandemia generada por el SARS COV 2 lo cual obligó a el diseño e implementación de metodologías activas en las prácticas docentes.

Atendiendo a lo anteriormente enunciado, esta investigación se dirige hacia el ámbito de la educación ambiental y específicamente, sobre el concepto ecosistema, considerando algunos asuntos que son importantes; en primer lugar, la pertinencia de que estudiantes de básica primaria reconozcan el lugar que habitan y puedan iniciar el camino de asimilación de este concepto desde el estudio de la interacción entre el biotopo y la biocenosis, las relaciones intraespecíficas e interespecíficas y el reconocimiento de los servicios ecosistémicos, en segundo lugar, la conveniencia de que el concepto ecosistema

pueda ser considerado como un elemento importante para orientar el estudio y la comprensión de la relación del hombre con el medio natural, pues de sus acciones depende la vida futura en la tierra (Fernández y Casal, 1995) y, finalmente, la oportunidad de entender que desde distintas áreas del conocimiento se puede acercar al estudiante a tomar conciencia frente a su entorno, y que él, como sujeto, se considere parte de un sistema donde todo se articula para mantener el equilibrio del medio natural.

Ahora bien, cabe señalar que, para enseñar Ciencias en primaria, Martín et al. (2017) advierten la necesidad de cuestionar y comparar los estereotipos tradicionales sobre la enseñanza y aprendizaje de esta disciplina con las prácticas innovadoras que han surgido gracias a la investigación didáctica y a la experiencia docente, con el fin de aprender a enseñar Ciencias de manera profesional. Asimismo, Tacca (2011) afirma que en esta etapa en particular se deben dar las condiciones para que el estudiante avance de dar ideas sobre la descripción del mundo, que es un proceso propio de la educación inicial, hacia las primeras explicaciones como evidencia de que se está construyendo conocimiento, en la medida que se va consolidando el pensamiento crítico y reflexivo que son herramientas fundamentales para poder operar en la realidad.

Por esta razón el presente estudio está encaminado a otorgar un papel protagónico al estudiante en el aprendizaje del concepto ecosistema mediante el uso de la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) con enfoque STEAM (Science, technology, engineering, art and mathematics). La implementación de esta estrategia se presenta como una alternativa para innovar las prácticas docentes que hasta el momento se han desarrollado en la enseñanza del concepto a los estudiantes de cuarto grado del Colegio Calasanz de Medellín y fortalecer desde la escuela la relación entre el ser humano y la naturaleza.

Así mismo, en el marco de esta investigación y con miras a potenciar las habilidades cognitivas avanzadas propias del siglo XXI, se pretende que los estudiantes puedan desarrollar el pensamiento creativo durante el proceso de construcción del producto final. Al respecto García (1998) afirma que “la creatividad también puede ser catalogada como un proceso, es decir, como un conjunto de etapas que se suceden desde antes de la generación de una idea hasta el reconocimiento y elaboración final de la misma.” (p. 155)

Atendiendo a todo lo anterior, en este proyecto de grado se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la implementación de un proyecto con enfoque STEAM incide en el aprendizaje del concepto ecosistema en los estudiantes del grado Cuarto del Colegio Calasanz de Medellín?

2. Objetivos

2.1 General

Analizar la incidencia de la implementación de un proyecto con enfoque STEAM en el aprendizaje del concepto ecosistema en estudiantes del grado cuarto del colegio Calasanz Medellín.

2.2 Específicos

- Identificar las ideas previas de los estudiantes en relación con el concepto ecosistema para el diseño de un proyecto con enfoque STEAM en el marco de un modelo de alternancia escolar.
- Caracterizar el nivel de evolución de aprendizaje del concepto ecosistema en los estudiantes de grado cuarto cuando participan de un proyecto con enfoque STEAM.
- Valorar la creatividad de los estudiantes asociada al proceso de creación de un producto final a través de su participación en un proyecto con enfoque STEAM.

3. Revisión de literatura.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos al realizar una revisión de literatura, cuyo propósito fue rastrear información acerca de las estrategias de enseñanza del concepto de ecosistema, específicamente, en la básica primaria. Además, realizamos un rastreo de referentes vinculados con los elementos generales de la enseñanza de las ciencias y del aprendizaje mediante la estrategia de ABPy con enfoque STEAM. Como producto, la información recopilada sirvió de base teórica para la elaboración del planteamiento del problema y marco conceptual de la presente investigación.

Para la recolección de la información, se acude a Hoyos (2000), quien presenta de manera general un modelo para realizar una investigación documental. Para abordar el proceso general de búsqueda la autora sugiere varias fases que van desde la fase preparatoria hasta la extensión y publicación.

A continuación, se presenta la tabla 1, en la que aparecen los criterios considerados para la búsqueda.

Tabla 1.

Criterios de búsqueda

Criterios						
Descripción	Delimitación temática	Delimitación temporal	Contexto	Colectivo de análisis	Unidades de análisis	Núcleos temáticos

	Enseñanza/aprendizaje del concepto ecosistema.	Entre los años 2010/2021.	Ámbito Nacional e Internacional.	Revistas nacionales e internacionales.	Artículos	Enseñanza/aprendizaje del concepto ecosistemas
						Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEAM.
						Creatividad

Con base en lo anterior, la autora sugiere definir “unidades de análisis”, entendidas como aquel material documental que fue revisado para el desarrollo del presente trabajo. En este sentido, se tuvieron en cuenta las revistas nacionales e internacionales de educación en ciencias como: “enseñanza de las ciencias”, “Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las ciencias”, “Educación y Educadores” y “Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza” además la búsqueda se realizó utilizando la base de datos dispuesta por Dialnet y Google Académico, esta búsqueda se pretende ampliar durante el proyecto acudiendo a bases de datos como Scielo, EBSCO y otras bases de datos dispuestas en la biblioteca de la Universidad de Antioquia. El propósito principal es identificar publicaciones relacionadas con los núcleos temáticos y las palabras claves: “Concepciones alternativas acerca del concepto ecosistema”, “Aprendizaje Basado en proyectos y enfoque STEAM” y “Enseñanza/ aprendizaje de los ecosistemas”. En la tabla 2, se presentan los resultados preliminares obtenidos.

Tabla 2.*Unidades de análisis seleccionadas*

Núcleo temático 1. Enseñanza del concepto de ecosistema.	
Unidades de análisis	Autor/es
Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la naturaleza" 80 años después de su formulación.	Armenteras, González, Vergara, Luque, Rodríguez y Bonilla; 2016.
La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza.	Bermudez y De Longhi; 2008.
Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación.	Doménech-Casal; 2010
Propuesta didáctica que contribuya a la enseñanza de las relaciones entre los seres vivos en algunos ecosistemas.	Echeverri; 2020.
Concepciones de los estudiantes de educación básica sobre el ecosistema. Una revisión documental	Rincón; 2011
La enseñanza de la ecología. un objetivo de la educación ambiental	Fernández Manzanal, R. y Casal Jiménez, M.. (1995)
Investigando el ecosistema	García (2003)
Aporte de la Huerta escolar en la interpretación del concepto ecosistema: Indagando las ideas previas en la escuela rural.	Martínez, A., & Numpaque, L (2017)
Conceptos relacionados con el tema de ecosistemas	García S. (2017)
Núcleo temático 2. Aprendizaje Basado en Proyectos y enfoque STEAM.	

Unidades de análisis	Autor/es
Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo sostenible en el Grado de Educación Primaria	Aguirregabiria y García-Olalla; 2020
«De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda	Bogdan y García-Carmona; 2019
Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción.	Sanmartí, Márquez; 2017.
Implementación y articulación del STEAM como proyecto institucional	López Gamboa; 2019
Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”.	Rodríguez, Vargas y Cortés; 2010.
Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente.	Martí, Rojas y Hernández; 2010.
Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza- aprendizaje STEAM para Educación Primaria.	Greca, Ortiz, Arriasec; 2021.
Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías.	Couso, López y Simarro; 2018
Regeneración forestal tras un incendio: complejidad y protocolos en una aproximación STEM transversal.	García y Sotos; 2021.
Estudio de caso del aprendizaje basado en proyectos desde los actores de nivel primaria.	González y Becerra (2021)
ABP y tecnología de la Educación Infantil	Cascales, A., Carrillo, M. E. y Redondo, A. M. (2017)
Aprendizaje Basado en Proyectos en el ámbito universitario: una experiencia de innovación metodológica en educación	Fernández-Cabezas, M. (2017)
Núcleo temático 3. La creatividad	

Unidad de análisis	Autor/es
Creatividad y educación: llegar con una buena idea	Elisondo; 2018
Los Estímulos en un test de creatividad incidencias según género, edad y escolaridad	R. Elisondo y D. Donolo; 2011
Estilos de pensamiento y creatividad	López y Brufa; 2010
Educating which creativity?	Vlad Petre Glăveanu; 2018

Así las cosas, se puede afirmar que el horizonte acerca del concepto de ecosistema y de la estrategia pedagógica aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM, es más amplio, lo cual permite avanzar en la descripción de los antecedentes y la construcción del marco conceptual.

3.1. Antecedentes

A continuación, se citan los antecedentes en relación con los núcleos temáticos definidos para esta investigación: Metodología de enseñanza ABPy, enfoque STEAM y la enseñanza del concepto ecosistema.

En cuanto a la enseñanza de ecosistemas Doménech-Casal (2020) desarrolló y aplicó un proyecto con enfoque STEAM que consistía en la programación de un simulador de ecosistemas, cuyo objetivo era proponer una vía de aprendizaje integrado y superar sesgos de género en el aprendizaje de las ciencias. Esta investigación se realizó con 18 estudiantes (10 hombres y 8 mujeres) que tenían entre 15 y 16 años, matriculados en el grado cuarto de educación secundaria obligatoria en una institución educativa de Barcelona. La construcción del simulador de ecosistemas se realizó mediante la implementación del programa informático de hoja de cálculo Calc, para lo cual se plantearon varias etapas en las que se incluyeron sesiones en las que se brindó información acerca de

los contenidos, de práctica de resolución de problemas, de dinámica de poblaciones y desarrollo de habilidades; además entre cada etapa y la siguiente se brindó un espacio para resolver dudas y crear discusiones con todo el grupo. Durante las actividades se logró percibir que los estudiantes mostraron interés para asumir el reto de construir el simulador y realizaron reflexiones interesantes al desarrollar las actividades del saber específico; referente a las pruebas de habilidades, los resultados parecen indicar que al terminar la actividad los estudiantes muestran mayor nivel de habilidad Tecnológica y matemática que científica, en cuanto a una prueba que se aplicó para conocer la autopercepción los resultados parecen indicar que los estudiantes en general, sobreestiman sus habilidades, aunque la autopercepción de las estudiantes es más baja, incluso en el área de tecnología donde la media de los resultados de ellas es más alta que el de los hombres del grupo. Finalmente, se concluye que el trabajo interdisciplinar desde varias áreas STEM permite realizar aportaciones de cada área al desarrollo del aprendizaje de otras.

El trabajo anteriormente descrito, nos recuerda características de la metodología ABPy al mencionar que durante la construcción del simulador los estudiantes realizaron reflexiones y, de esta manera, reconocemos la necesidad de propiciar espacios de reflexión durante la construcción de la cartografía y el cuadorama. Además, visualizamos un ejemplo del trabajo interdisciplinar de diferentes áreas del STEM al momento de trabajar el concepto de ecosistema.

Ahora bien, al centrar la atención específicamente en el concepto de ecosistema, se destaca la revisión documental realizada por Rincón (2011) sobre las concepciones que tienen los estudiantes de educación básica sobre ecosistema, dichas concepciones se abordaron desde cuatro perspectivas: cognición causal, cambio conceptual, modelización

e hipótesis de progresión. Cabe aclarar que, solo la primera perspectiva, cognición causal se corresponde con lo encontrado en el trabajo de campo de la presente investigación.

Dicha perspectiva, está enfocada principalmente en indagar acerca de la interdependencia de los organismos en los ecosistemas, relaciones entre organismos en la red trófica, y pocos estudios han abordado el ciclo de la materia y los efectos de las perturbaciones en la red trófica. Algunas de las dificultades que se encontraron en esta perspectiva son que los estudiantes destacan más la importancia de los animales que de las plantas, dificultades al razonar acerca de la dimensión espacial en los ecosistemas, resaltan las relacionadas con la alimentación y unas pocas con el hábitat, se consideran más las relaciones antagónicas que las de cooperación, difícilmente establecen interacciones entre los componentes abióticos y bióticos, expresan la idea de que las plantas elaboran el alimento solo para el beneficio de los animales y la gente, y no porque es esencial para las plantas, describen los organismos silvestres como individuos y no como población. De manera general, en los trabajos analizados predomina el análisis de las concepciones de los contenidos conceptuales, pocos trabajos hacen énfasis en los contenidos procedimentales y actitudinales.

En relación con el trabajo realizado por Rincón (2011), se considera importante porque brindó indicios de las concepciones del concepto ecosistema que tenían los estudiantes que participaron en esta investigación y, además, permitió reconocer la necesidad de hacer énfasis en los contenidos procedimentales y actitudinales.

En el marco anterior, también se considera el trabajo realizado por Ortegón y Castiblanco (2019) en la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori de Bogotá. Allí, se aplicó un instrumento diagnóstico a 30 estudiantes del grado noveno, con el fin de identificar y categorizar las concepciones alternativas acerca del concepto ecosistema. El

instrumento constaba de dos preguntas, una empleaba una imagen que debía ser descrita por los estudiantes y, en la otra debían definir los conceptos de ecosistema, hábitat y ecología; luego, a partir de las respuestas se elaboró una unidad didáctica que se desarrolló en cuatro sesiones de clases. Para realizar el análisis de las respuestas se elaboró una categorización centrada en tres niveles planteados por García (2003): Medio aditivo (nivel 1), los estudiantes reconocen el ecosistema como un medio estático y no le dan mayor importancia a las relaciones que se establecen allí sino, a la cantidad de elementos que lo componen. Asimismo, consideran que son más importantes los animales que las plantas; Ecosistema como organización simple (nivel 2), Los estudiantes logran establecer relaciones en el ecosistema de tipo lineal; ecosistema como organización compleja (nivel 3), los estudiantes reconocen ciclos, flujos de materia y energía en un ecosistema; adicionalmente establecen el Nivel cero, el estudiante da explicaciones que no están relacionadas con el concepto. Una vez analizados los resultados identificaron que la mayoría de estudiantes se ubica en el nivel 1 de complejidad.

En relación con el trabajo citado, se consideró pertinente para la presente investigación porque expone el uso de imágenes para la indagación de conocimientos previos, al tiempo que presenta una alternativa para analizar la información a través del uso de categorías creadas en torno a la comprensión del concepto ecosistema.

Por otro lado, Aguirregabiria y García-Olalla (2020) realizan una investigación didáctica desarrollada con 56 docentes en formación de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias Naturales y didáctica II, cuyo objetivo era indagar sobre lo que supone para los estudiantes el uso de la metodología aprendizaje basada en proyectos en la elaboración de un proyecto interdisciplinar en el ámbito del desarrollo sostenible. Para llevar a cabo la investigación los docentes en formación elaboraron un proyecto relacionado

con los objetivos de desarrollo sostenible planteados por las Naciones Unidas para el año 2030, que hipotéticamente llevarían a cabo con sus estudiantes de Educación Primaria. En este, debía quedar plasmado: el objetivo del proyecto, las competencias que desarrollarán los alumnos mediante el proyecto, la contribución de cada asignatura a la consecución del proyecto, las actividades que se debían realizar y los criterios de evaluación, la relación entre las distintas asignaturas para la consecución del proyecto, los criterios de evaluación y las herramientas para la evaluación, el sistema de calificación, la duración del proyecto y la organización en un hipotético horario escolar. Finalmente, al conocer las percepciones y vivencias de los estudiantes respecto al trabajo de elaboración del proyecto, se concluyó que los estudiantes valoraron positivamente la contribución del proyecto al desarrollo de sus competencias profesionales, reconocieron la metodología de aprendizaje basado en proyectos como una forma de aprendizaje que les gustaría aplicar en el futuro y desarrollaron la habilidad de autorreflexión durante el proyecto.

La investigación anterior permitió conocer algunas de las bases en las que se fundamenta el ABPy y ejemplifica cómo aplicar esta metodología de enseñanza en el área de ciencias naturales en educación primaria.

4. Marco conceptual

El presente apartado presenta los elementos conceptuales que sirven de base teórica para este trabajo. El primer elemento conceptual considerado es el Aprendizaje Basado en proyectos (ABPy), una estrategia activa que potencia el aprendizaje y permite conectar a los estudiantes con problemas reales de su contexto con lo que se aprende en la escuela (Sanmartí y Márquez, 2017), el segundo elemento considerado es el enfoque STEAM, (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics), como una estrategia que desarrolla competencias y habilidades sociales muy valoradas tanto a nivel personal como profesional (García y Sotos 2021), como tercer elemento la definición de la creatividad, sus características y proceso evaluativo y, por último, los asuntos pedagógicos y didácticos para la enseñanza/aprendizaje del concepto de ecosistema.

4.1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)

El ABPy, es una metodología activa que utiliza aproximaciones constructivistas, últimamente se ha ejecutado en la educación como contra respuesta a los métodos tradicionales de enseñanza y como respuesta de adaptar la educación a las nuevas formas de aprender de los estudiantes en el siglo XXI (González y Becerra, 2021); esta metodología busca que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en la institución para solucionar problemas reales de su contexto, generando y refinando preguntas a medida que avanzan y debaten las ideas para concluir en soluciones factibles que son evaluadas (Cáscales, Carrillo y Redondo, 2017; Fernández-Cabezas, 2007; Rodríguez et al, 2010). En este proceso, el papel del estudiante se hace protagónico y activo lo que fomenta el aprendizaje colaborativo, cooperativo y autogestionado (Martí et al, 2010,), dando mayor compromiso y responsabilidad al aprendiz de su propio aprendizaje y convirtiendo al docente en guía y acompañante del proceso.

Para Doméneche-Casal (2016) esta metodología reúne tanto lo didáctico como lo pedagógico, desde lo pedagógico plantea que en el papel del aprendiz se destaca su participación, planificación y realización de un producto final, partiendo desde sus experiencias e intereses, como ya lo ha sugerido anteriormente autores como Dewey (1995) y Kilpatrick (1918); y desde la didáctica, la forma como son problematizados algunos contenidos de varias asignaturas con el mundo real, favorece la construcción del conocimiento desde una mirada crítica y reflexiva, además, al ser una metodología centrada en el aprendizaje, las actividades que son planteadas responden a las singularidades de los estudiantes y a sus estilos de aprendizaje (González y Becerra, 2021) lo que fomenta el desarrollo de habilidades en distintas disciplinas. Vega (citado por Sanmartí y Márquez, 2017, p. 4) afirma que «los alumnos que aprenden en el marco de proyectos son más creativos, más autónomos, más capaces de trabajar en equipo y aumentan la motivación»

Entre los aportes de esta metodología a la educación Lorente (2017), menciona además de la construcción sólida y significativa del aprendizaje en el estudiante, la consecución de relaciones dentro del aula de clase, que fomenta el apoyo entre los estudiantes resultado de la negociación entre el equipo para obtener el producto final. De igual forma, en las fases del proceso los estudiantes formulan preguntas, buscan información, comparando hipótesis y establecen acuerdos, lo cual contribuye a fomentar competencias como la gestión de proyectos, la creatividad, la comunicación interpersonal entre otras habilidades. (Rodríguez-Sandoval y Cortés-Rodríguez, 2010)

Ahora bien, atendiendo a lo procedimental y para su efectiva implementación el Buck Institute for Education (BIE), una organización que diseña y facilita un aprendizaje basado en proyectos de calidad, ha planteado un modelo integral basado en investigación para evitar que la metodología del ABPy “corra el riesgo de convertirse en otra de las modas

educativas de ayer, vagamente recordado y rara vez practicado” (Larmer, J y Mergendoller, J.2015). En este modelo se definen las características esenciales para el diseño de proyectos que permiten maximizar la participación de los estudiantes, son ocho las características de los “estándares de oro” que han sido definidas: contenidos y habilidades, pregunta orientadora, investigación continua, conexión con el mundo real, voz y voto de los estudiantes, generación de procesos de reflexión, crítica, revisión y consolidación de un producto final.

Cada una de estas características permiten medir, calibrar y mejorar la práctica docente, por eso para tener una experiencia exitosa con el proyecto que se diseña los contenidos y conceptos que se aprenden deben permitir que los estudiantes los apliquen al mundo real para resolver preguntas, problemas y puedan crear productos de alta calidad, las habilidades que se desarrollan, adquieren y/o fortalecen con esta metodología están en las llamadas “habilidades del siglo XXI”, pues los estudiantes pueden desarrollar habilidades como pensar críticamente, resolver problemas, trabajar en equipo, comunicarse efectivamente, desarrollar la perseverancia y la creatividad.

Es importante resaltar que, según las características propuestas por el BIE, el proyecto a desarrollar debe estar conectado con la vida real de los estudiantes, habitualmente esta vinculación se hace planteando una pregunta orientadora desde lo que a diario los estudiantes viven, puede ser para resolver problemas o responder a preguntas que les interesa para que, con los contenidos que van aprendiendo en las asignaturas puedan proponer soluciones reales, realizando una investigación continua que surge de las preguntas que ellos mismo van realizando y que serán plasmadas y consolidadas en un producto final, el cual estará sometido a una crítica y revisión por parte de docentes, compañeros y expertos externos que permiten evaluar los resultados del proceso.

En este sentido, se comprende que los estudiantes tiene el control de sus proyectos, dan aportes y son autores al generar preguntas, seleccionar recursos, definir tareas, establecer roles y diseñar productos y hasta en algunas ocasiones de seleccionar el tema y la naturaleza del proyecto, a esto, concuerda el BIE, es la voz y el voto de los estudiantes, asimismo mantienen junto con el docente una reflexión constante de su proceso, reflexiones que puede llevar a modificaciones y mejoras en su producto final.

4.2. Enfoque STEAM

El STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) es una tendencia educativa que aprovecha los puntos en común que existen entre las cuatro áreas para dar un enfoque interdisciplinar y transdisciplinar en el momento de resolver problemas de la vida cotidiana, al mismo tiempo, que incentiva vocaciones científico-tecnológicas (Greca et al, 2021; Sánchez, 2019). En general, el STEM busca fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje, en la medida que se desarrollan habilidades como la comunicación oral, la comunicación escrita y el trabajo colaborativo (López, 2019).

En este sentido, las ciencias brindan el soporte para observar e interpretar el medio natural; La tecnología y la ingeniería ofrecen las herramientas y técnicas que se requieren en el momento de construir objetos necesarios para resolver problemas; las matemáticas fortalecen el modo de expresión y representación, contribuyen al desarrollo de habilidades para resolver problemas y fomentan tanto el pensamiento lógico como el crítico (Sánchez, 2019).

Además, Couso et al. (2018) afirman que al igual que la literatura, la filosofía y la música; las ciencias, las matemáticas y las ingenierías son parte del patrimonio cultural, tanto así que el conocimiento sobre estas disciplinas influyen en la percepción acerca del mundo y la manera de actuar sobre él; de manera que al comprender los fenómenos que

ocurren a nuestro alrededor y al conocer artefactos creados por el ser humano mediados por la actividad STEM se enriquecen los conocimientos culturales. Es importante aclarar que no se trata de aprender ciencias, ingeniería y matemáticas en la escuela de manera pasiva sino, que el estudiante se implique activamente en las actividades cognitivas, sociales y discursivas.

Asimismo, es importante comentar que STEM es un panel de herramientas tecnológicas, relacionado con la programación/robótica, impresión en 3D, trabajo con sensores, Apps y teléfonos móviles; de enfoques metodológicos vinculado con metodologías activas que trascienden el aprendizaje de contenidos propios de las disciplinas, al buscar que los estudiantes logren resolver problemas en contextos reales; y, por último, están las perspectivas pedagógicas, en el cual se abarcan tres ejes: Inclusión, Ciudadanía y Creatividad. En el primer eje, el STEM busca promover la participación y empoderamiento de los estudiantes en los ámbitos de ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería al tiempo que procura la incorporación de estudiantes de familias de perfil socioeconómico bajo. En el segundo eje, ciudadanía se incluye el trabajo de controversias socio-científicas, la investigación e innovación responsable y la Educación Ambiental. En cuanto al último eje, se pretende incorporar el arte en la enseñanza de la Ciencia, Tecnología y Matemáticas, lo que ha venido a llamarse STEAM (Domènech-Casa, 2020).

Referente al término STEAM, hay que añadir, además que la incorporación de esta disciplina pretende reforzar aspectos como la innovación y el diseño, al mismo tiempo que busca desarrollar la curiosidad, la imaginación e incentivar la búsqueda de alternativas para diseñar y llevar a la práctica una solución a un problema a través de la construcción de un objeto técnico (Sánchez, 2019; Casado y Checa, 2020).

Por otro lado, es importante nombrar las limitaciones y desafíos que existen en las propuestas e investigaciones didácticas enmarcadas en el movimiento STEM. Bogdan y García (2021) al realizar una revisión del origen semántico del término encuentran que existe otra cantidad de acrónimos similares, lo cual permite inferir que en ocasiones se busca un acrónimo llamativo para agrupar contenidos de diferentes dominios, sin que sea clara la aportación del STEM a la educación científico-tecnológica. También reconocen que, al considerar un conjunto de materias, en el caso de STEM la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática como campos de conocimiento crítico para el desarrollo social y económico de los países, se desconoce la importancia de otras materias como las ciencias sociales. Además, los autores cuestionan la operatividad educativa del término, debido a que se reconoce como educación STEM la combinación de al menos dos áreas del acrónimo.

A lo anterior se suma, los cuestionamientos acerca de la viabilidad de brindar un enfoque pedagógico interdisciplinario o integrado, ya que para hacerlo es necesario el dominio de las diferentes áreas, lo cual no está dentro de la estructura educativa ni en la organización curricular de la mayoría de los países desarrollados; de manera que se proyecta una integración que es meramente anecdótica. Sobre todo, si este tipo de enfoque pedagógico se brinda en los grados de bachillerato donde los docentes son especialistas en materias específicas, aunque si bien, el desarrollo de distintas áreas curriculares de un grupo de educación primaria es ofrecida por un mismo docente, también hay que reconocer que estos docentes cuentan con niveles de competencia científico-tecnológica generalmente bajos. Así que para brindar una educación STEM, es necesario articular fundamentos teóricos y pedagógicos, seguidamente habría que realizar investigaciones didácticas que permitan obtener pruebas y conclusiones de su implementación en las aulas,

de forma que se logren identificar tanto sus fortalezas como debilidades (Bodgan y García-Carmona, 2021).

4.3. Creatividad

Elisondo y Donolo (2011) consideran la creatividad como una característica que depende de las particularidades de cada sujeto, de la interacción de este con los demás, y de las condiciones del entorno en el que se desarrolla.

Por otro lado, Guilford (1967) afirma que la creatividad es posible gracias a la combinación de dos tipos de pensamiento: El convergente, que tiene que ver con la memorización y reproducción de los aprendizajes, o el conocimiento previo; y el divergente, que está relacionado con la pericia que utiliza el individuo en el momento de utilizar los conocimientos previos. Además, este autor menciona cinco categorías: La cognición, memoria, producción convergente, evaluación y producción divergente. Esta última se incluye dentro de las operaciones mentales necesarias para procesar la información, al tiempo que se encarga de producir diferentes respuestas o soluciones a un problema, lo cual indica, que, este concepto tiene que ver con la generación de conocimiento y no, con la reproducción de este.

Dentro de este marco han de considerarse las cuatro características de la creatividad: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración, que, además, se utilizan para la elección y la composición de los ejercicios implementados en el momento de evaluar la creatividad. Así, la fluidez es la capacidad para producir ideas, la flexibilidad es la capacidad de ver un problema o situación desde diferentes puntos de vista, la originalidad se reconoce como la capacidad de plantear ideas nuevas y la elaboración es la capacidad de recomponer cada detalle para elaborar un plan (Laime, 2005; Susantini et al., 2016).

Habría que decir también, que los últimos estudios acerca de la creatividad plantean concepciones integrales y sistémicas en las que se involucra tanto lo subjetivo como lo ambiental; cabe aquí destacar, que estudios psicométricos han determinado la importancia de evaluar las capacidades creativas en todas las personas, de lo cual se infiere que esta capacidad no es exclusiva de algunos sujetos y, que, existen instrumentos que permiten evaluarla (Elisondo y Donolo, 2011). En el anexo A se presenta una rúbrica que permite evaluar los procesos creativos.

Ahora bien, en el ámbito educativo se requieren estudiantes pensadores, investigadores e innovadores, que estén atentos a encontrar lo que aún no se ha escrito, y no solo a replicar lo que ya existe, y es aquí, donde la creatividad se hace necesaria en las actividades educativas, pues esta habilidad facilita el desempeño productivo en la medida que se desarrollan aspectos cognoscitivos y afectivos indispensables para enfrentar los retos que traen consigo las dinámicas sociales (López y Brufau, 2010).

Asimismo, han de considerarse diferentes propuestas educativas para potenciar habilidades creativas. Esto, teniendo en cuenta que existen diversidad de formas de aprender y que, si bien, hay propuestas que potencian esta habilidad en algunos grupos de estudiantes, existen otros grupos en los que se pueden generar efectos contrarios a los trazados. Llegando a este punto es oportuno mencionar a Glaveanu (2018), quien sugiere a los maestros ser sensibles a las múltiples creatividades, cultivar la diversidad, brindar a los estudiantes herramientas que permitan desarrollar su propio estilo creativo y ser flexible al momento de evaluar dicha habilidad.

Finalmente, es importante tener presente que para desarrollar una práctica educativa basada en la creatividad el docente debe asumir un papel creativo en el momento de adaptar los contenidos, para lo cual es indispensable identificar los conocimientos

previos de los estudiantes y conocer el entorno en el que se encuentran inmersos y, a partir de allí, proponer escenarios de aprendizaje que permitan que cada estudiante se reconozca como un ser pensante, sensible y competente; todo esto, con el fin de mejorar el desempeño de los estudiantes y promover una formación integral en las personas (Summo, et al., 2016).

4.4. Enseñanza y aprendizaje del concepto de ecosistema

La dinámicas sociales y exigencias actuales del ser humano han conducido al deterioro acelerado de la biosfera, este panorama ha generado una preocupación en la población, quienes motivados a su conservación y preservación, han diseñado alternativas y estrategias para que, desde una formación ciudadana, se genere una comprensión profunda del funcionamiento del ecosistema, los elementos que los constituyen y las relaciones dinámicas que se establecen en él para integrar acciones que propicien su cuidado (Doménech- Casal, 2020).

Así es como la educación ambiental se ha propuesto como una alternativa para mitigar los impactos negativos que hacia la naturaleza se han hecho, desde una concientización del impacto de la acción humana sobre el entorno. En palabras de Novo (2009), la educación ambiental es una vía para el “replanteamiento de nuestras relaciones con la biosfera, a la vez que un instrumento de transformación social y empoderamiento de los más débiles, todo ello con la meta final de conseguir sociedades más armónicas y equitativas” p.198.

En este sentido la enseñanza de los ecosistemas desde la mirada de la educación ambiental, es decir, desde una formación en valores ecológicos y desde una ética medioambiental, son claves para la comprensión de las problemáticas sociales, puesto que permiten una toma de decisiones que son participadas por la ciencia y la ciudadanía en

general, que fomenta actitudes, hábitos y valores de sostenibilidad, siendo además que el ecosistema es el elemento principal para comprender la relación del hombre con el medio natural. (Fernández y Casal citado en Echeverry (2020); Vilches y Gil, 2007; Pontes y Sanchez, 2010).

Sin embargo, es interesante comprender cómo el concepto ecosistema se ha desarrollado. En 1935 Tansley quiso encontrar un puente que uniera dos concepciones que se tenían, por un lado la de Clements, quien pensaba en el ecosistema como un super-organismo que asemejaba a un proceso de desarrollo de un individuo y la de Gleason el cual lo consideraba como una sumatoria de individuos que habitaban un espacio común, por lo que Tansley definió el concepto de ecosistema desde la comprensión y descripción de las complejas interacciones entre factores bióticos y abióticos (Armenteras et al., 2016) pero este se ha modificado y redefinido a lo largo de la historia, por ejemplo, Noss (2001) plantea que los ecosistemas son “sistemas abiertos que intercambian materia, energía y organismos entre ellos, diferenciándose arbitrariamente” (p. 86). No obstante, y con el objeto de desarrollar esta investigación se hace pertinente resaltar la definición de Glowka, et al (1996) sobre ecosistema:

Un ecosistema es un sistema de interacción de componentes bióticos (vivos) y abióticos (no vivientes), que conjuntamente forman una unidad funcional [...] Los componentes no-vivientes incluyen la luz solar, el aire, agua, los minerales y nutrientes. El término implica un sistema parcialmente integrado, donde la mayoría de las interacciones se realizan en su interior. Los ecosistemas pueden ser pequeños y efímeros, por ejemplo, agujeros de árboles llenos de agua o troncos en estado de descomposición en el suelo de un bosque, o duraderos y grandes como los bosques o lagos. (p.23)

Ahora bien, en cuanto a la enseñanza del concepto ecosistema, son muchas las definiciones que los maestros seleccionan para sus prácticas, así como propuestas metodológicas implementadas, por ejemplo, la inductivista, propone que el estudiante debe interactuar con el medio para descubrir el concepto de ecosistema; la metodología didáctica basada en la investigación, sugiere una planeación centrada en problemas, los cuales deben ser resueltos por los educandos y, en esa medida se irán modificando sus ideas. Cabe aclarar que los problemas deben ser formulados con base al entorno escolar, y no, a los que se presentan en la comunidad científica. En definitiva, esta metodología pretende buscar la comprensión del concepto ecosistema mediante la puesta en común de los puntos de vista que se generan en el proceso investigativo.

Empero, en la educación actual, se resalta la metodología tradicional por transmisión-recepción, que consiste en definir lo que es un ecosistema y dar ejemplos concretos, haciendo uso de libros de texto, imágenes y guías elaboradas en un contexto poco cercano a los estudiantes. En un estudio de González y Marone 2001; García, 2003 se destaca que “la enseñanza tradicional presenta muchas veces las nociones ecológicas como un conjunto de dogmas cuando los alumnos estudian el ecosistema o las relaciones ecológicas como conceptos cerrados, estáticos con una única formulación posible” (p.273).

En consecuencia, el aprendizaje de los estudiantes frente a los ecosistemas presenta algunas dificultades como, por ejemplo, el integrarse en un mismo sistema de vivo y no vivo, definir los componentes abióticos y bióticos, identificar la relación entre biotopo y biocenosis, no identificar ni reconocer las relaciones dinámicas que tienen lugar en los ecosistemas (Sánchez y Pontes, 2010). Al mismo tiempo, los estudiantes no relacionan los ciclos de la materia y energía entre sí y tienen problemas para elaborar explicaciones de

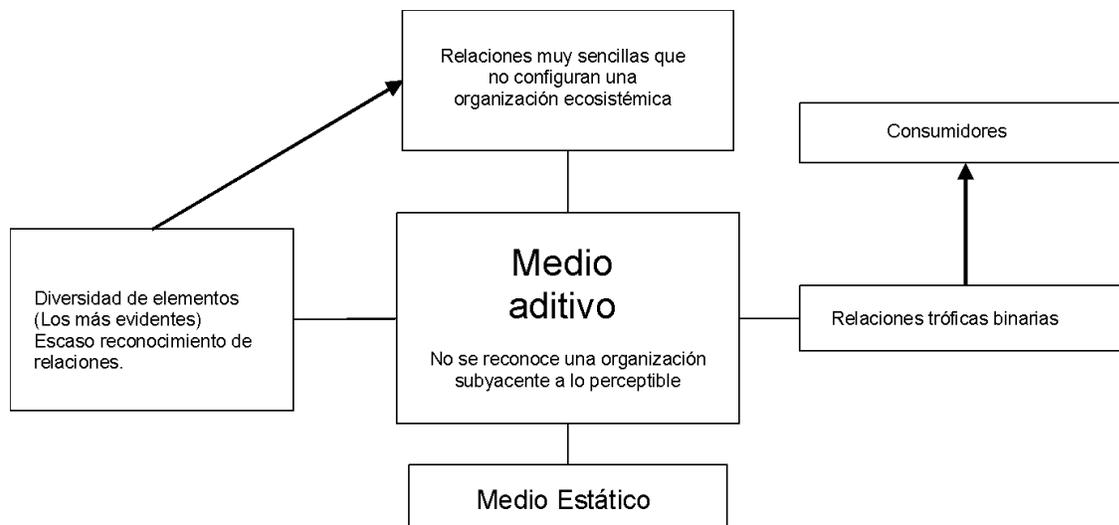
estos ciclos y de entender la cadena alimenticia como una red dinámica (Doménech- Casal, 2020).

Para superar estas dificultades, García (2003), propone la necesidad de realizar una intervención didáctica, en relación con la enseñanza del concepto de ecosistema, que permita una progresión de pensamiento desde lo más simple a lo más complejo, para lograr esto, García propone tres niveles de evolución del aprendizaje.

Nivel uno: Prima una concepción de ecosistema como Medio Aditivo: Los estudiantes que se sitúan en este nivel no reconocen una organización subyacente a lo perceptible, reconocen más los elementos que las relaciones y dan prioridad más al número de estos, para ellos el ecosistema funciona si hay unos elementos o componentes característicos, como la tierra, el agua, las rocas. (Ver figura 1).

Figura 1.

Nivel uno: Medio aditivo

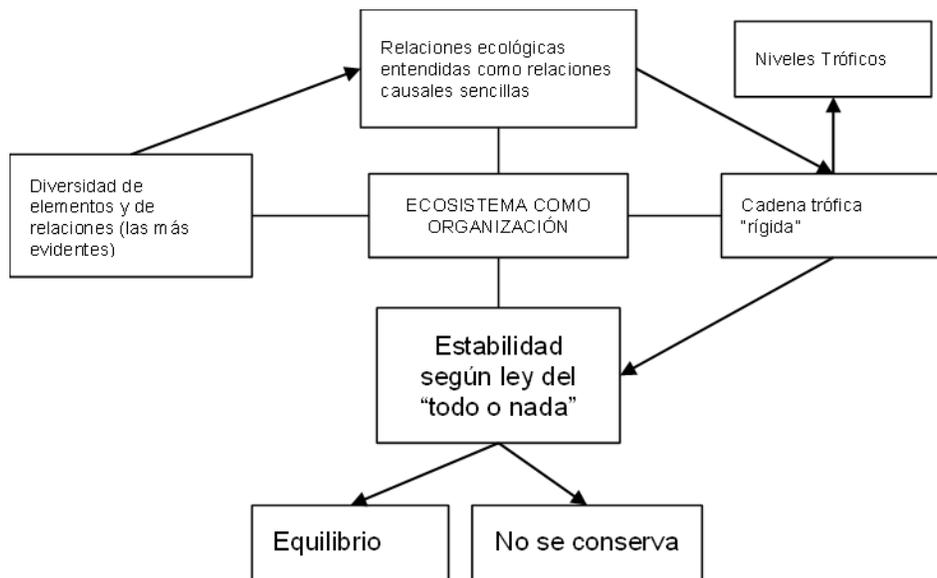


Nota. Caracterización del nivel uno del concepto ecosistema tomado de García (2003)

Nivel dos: Ecosistema como Organización Simple: Los estudiantes reconocen el ecosistema como un sistema de organización donde interactúan las cadenas tróficas para mantener un equilibrio, además de las relaciones ecológicas: relaciones entre biocenosis y el biotopo, relaciones interespecíficas e intraespecíficas y los factores bióticos y abióticos. (Ver figura 2).

Figura 2.

Nivel dos: Ecosistema como organización simple

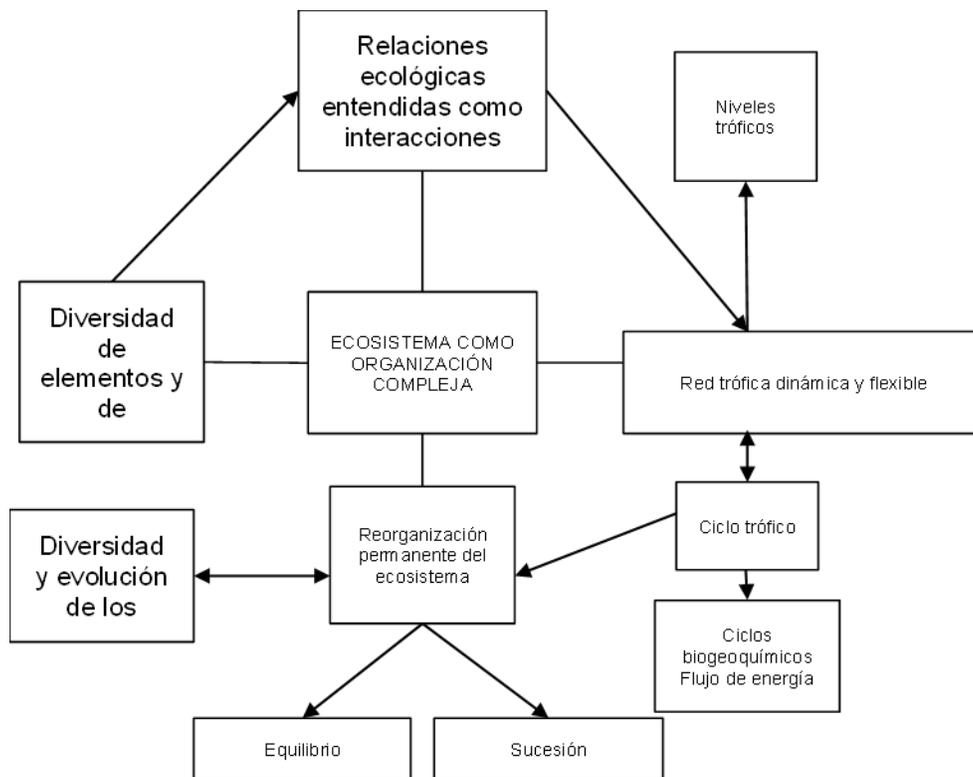


Nota. Caracterización del nivel dos del concepto ecosistema tomado de García (2003)

Nivel tres: Ecosistema como Organización Compleja: En este nivel los estudiantes ya reconocen el ecosistema como un sistema de organización compleja donde hay una interdependencia entre los componentes como la dinámica de la materia y de la energía ligada a la red trófica y las relaciones ecológicas son entendidas como interacciones, este es el nivel de conocimiento deseable en el modelo planteado por García (2003), sin embargo, el refiere que este es un modelo de referencia y que no es preciso llegar a él por el nivel de complejidad que supone. (Ver figura 3).

Figura 3.

Nivel tres: Ecosistema como organización compleja



Nota. Caracterización del nivel tres del concepto ecosistema tomado de García (2003).

Para la presente investigación se plantea la necesidad de establecer el nivel cero propuesto por Motta y Uyaban (2016).

Nivel 0: No se logra dar explicación acerca de los ecosistemas y se dan respuestas con objetos que no se relacionan con la interacción de los componentes de un ecosistema. El estudiante aborda, principalmente, objetos de su diario vivir, como lápices, bolsos y escritorios, y los introduce en un ecosistema, sin mencionar los factores abióticos como vitales para la subsistencia de un ser biótico, ni la relación entre estos, el entorno, la red trófica y los ciclos biogeoquímicos.

5. Metodología

En este apartado se especifica la metodología implementada para obtener la información necesaria, a fin de alcanzar los objetivos que se han planteado en esta investigación. Inicialmente se presenta la metodología de investigación la cual incluye una descripción detallada del método utilizado, los instrumentos de aplicación y el contexto de la institución en la que se desarrolló el proyecto; posteriormente, se describe la metodología de enseñanza donde se describen las fases de la implementación del proyecto con temas transversales de otras disciplinas integradas en el enfoque educativo STEAM.

5.1. Metodología de investigación

El presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo en el cual se “utiliza la recolección y análisis de datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevos interrogantes en el proceso de interpretación”, es decir, que la formulación de preguntas de investigación e hipótesis se pueden generar antes, durante o después de la recolección y análisis de datos (Hernández et al., 2014, p.7).

Dentro de este contexto, la investigación cualitativa busca comprender la singularidad de las personas y las comunidades dentro de su contexto histórico- cultural, para ello se enfoca en procesos que están relacionados con la descripción e interpretación de acciones, lenguajes y hechos importantes, al tiempo que los relaciona en un contexto social más amplio (Martínez, 2011).

Lo anterior, para comprender la necesidad de una inmersión intersubjetiva en la realidad que se quiere conocer, lo cual implica que se establezca una relación entre el investigador y los sujetos que participan en el estudio. Esta relación, exige que el investigador esté atento a los efectos que la investigación puede causarles para ser

consciente de la necesidad de controlar y reducir dichos efectos o, al menos, para no omitirlos en los análisis y resultados. En cuanto a la realidad que se quiere conocer, es importante destacar que el investigador cualitativo establece límites a su investigación y asume la subjetividad al concientizarse, que, si bien como investigador existen unos intereses y visiones, estas no siempre coinciden con los sujetos que hacen parte del estudio (Galeano, 2004).

5.1.1 Método

El método de investigación es de tipo estudio de caso. En este, se indaga tanto las particularidades como las complejidades de un caso en particular, el cual puede ser una persona, una familia, un grupo o una institución para llegar a su actividad en determinada circunstancia (Stake, 1999). Por su parte Yin (1994) aporta una interesante definición sobre lo que es un estudio de caso entendiendo que es “una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes” p.13.

Por otra parte, Latorre et al (1996) citado en Brage, (2004) describe las ventajas de utilizar este método en el ambiente socioeducativo:

- Es de gran utilidad para el profesorado que participa en la investigación puesto que favorece el trabajo cooperativo y la incorporación de distintas ópticas profesionales a través del trabajo interdisciplinar; además, contribuye al desarrollo profesional.
- Lleva a la toma de decisiones, a implicarse, a desenmascarar prejuicios o preconcepciones, etc.

Hay que mencionar, además, que el estudio de caso se enmarca en el tipo descriptivo, interpretativo o evaluativo, según la clasificación determinada por Pérez-Serrano (1994),

donde se agrupa en tres tipologías los estudios de caso aplicados a la educación según la naturaleza del informe final:

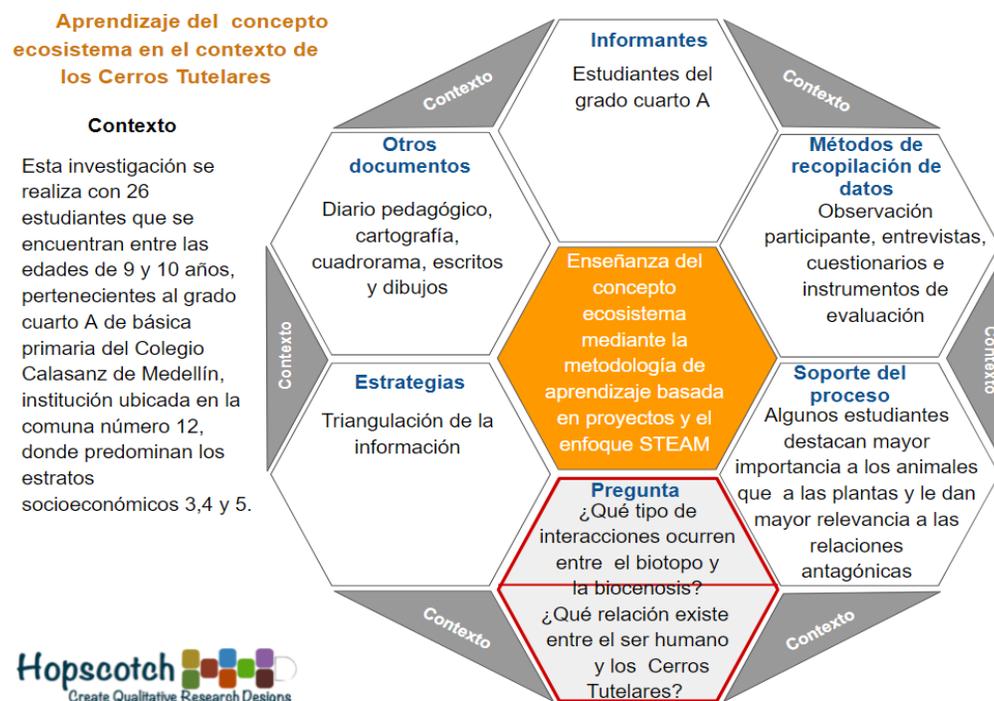
- **Estudio de caso descriptivos:** Presenta un informe detallado del caso eminentemente descriptivo, sin fundamentación teórica ni hipótesis previas. Aporta información básica generalmente sobre programas y prácticas innovadoras.

- **Estudio de casos interpretativos:** Aporta descripciones densas y ricas con el propósito de interpretar y teorizar sobre el caso. El modelo de análisis es inductivo para desarrollar categorías conceptuales que ilustran, ratifiquen o desafíen presupuestos teóricos difundidos antes de la obtención de la información.

- **Estudio de casos evaluativos.** Este estudio describe, explica y orienta a la formulación de juicios de valor que constituyan la base para tomar decisiones.

La presente investigación se enmarca en el método estudio de caso descriptivo-interpretativo. En lo que respecta a lo descriptivo desde la perspectiva de Pérez-Serrano (1994) se afirma que es necesario presentar un informe detallado del fenómeno objeto de estudio, con el objeto de no guiarse por hipótesis preestablecidas. Al mismo tiempo, en relación con lo interpretativo, se refiere a la importancia de realizar descripciones ricas y densas, con el propósito de identificar categorías conceptuales que permitan en nuestro caso atender a los objetivos de investigación definidos. A continuación, se presenta la figura 4, en el cual se describen los elementos considerados. Esta figura ha sido elaborada bajo el modelo propuesto por Jorin, (2016).

Figura 4.

Método Rayuela

Nota: Adaptación del modelo de Jorriin (2016).

5.1.2 Instrumentos de recolección de información

La recolección de información se llevó a cabo en ambientes naturales y cotidianos de los participantes, de manera que, al tratarse de seres humanos, los datos que interesaron fueron conceptos, percepciones, imágenes mentales, creencias, emociones y experiencias que se manifiestan en el lenguaje de los participantes (Hernández et al., 2014).

Dado lo anterior, los instrumentos de recolección seleccionados para cumplir con el propósito de esta investigación fueron:

- **Cuestionarios:** Se implementaron dos cuestionarios, un cuestionario para determinar las ideas previas de los estudiantes (ver anexo B). Esto de acuerdo

a Jorba y San Martín (2009) quienes plantean que es fundamental determinar la situación de cada alumno antes de iniciar un proceso de enseñanza-aprendizaje, para poderlo adaptar a sus necesidades y un cuestionario final (ver anexo C) que se implementó para identificar la apropiación del concepto ecosistema en los estudiantes, una vez se implementó el proyecto.

- **La observación:** Este instrumento se implementa para explorar y describir el ambiente educativo en que se llevó a cabo la investigación, con el fin de identificar las prácticas de enseñanza que, posiblemente no contribuyen al aprendizaje significativo al abordar el tema de ecosistemas y las actitudes presentes en el desarrollo de las actividades propuestas. Según Stake (1998), “los significados de los datos cualitativos o interpretativos son los que directamente reconoce el observador” p.60. En este sentido, la observación permite al investigador tener una mayor comprensión respecto al caso que se estudia. Para la recolección de la información, resultado de las observaciones se hizo uso del diario pedagógico (Ver anexo D), en donde quedaron consignadas algunas situaciones que consideramos relevantes.

5.1.3. Contexto y participantes

La presente investigación se desarrolló en el Colegio Calasanz de Medellín, una institución de carácter privado, ubicada en la comuna número 12, donde predominan los estratos socioeconómicos 3, 4 y 5, esta institución cuenta con aproximadamente 1014 estudiantes, los cuales asisten a la institución en una sola jornada de 7:30am a 1:30pm.

Es importante resaltar que, esta investigación se desarrolló en un contexto de pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 que obligó la modificación total de la

prestación del servicio educativo y el manejo de las actividades escolares en las instituciones.

Como consecuencia, las clases se hicieron completamente virtuales desde marzo de 2020 hasta mediados de enero del año 2021, en este tiempo se adelantaron distintas estrategias desde el Ministerio de Educación y la Secretaría de Educación de Medellín, para asegurar el retorno seguro de estudiantes y directivos a las instituciones. Entre las estrategias que se desarrollaron se implementó la alternancia, la cual consistió en dividir a la población en grupos específicos y organizados para asistir a la institución de forma presencial y de forma virtual, esta estrategia permitió que muchos estudiantes y directivos regresaran de forma segura, asegurando siempre un aforo de estudiantes y directivos en la institución.

Ahora bien, en este contexto se consultó cuál era el derecho básico de aprendizaje (DBA, por sus siglas) del área de Ciencias Naturales y el grado pertinente para abordar los temas que permitieran cumplir los objetivos de la investigación, como consecuencia se eligió el DBA No. 6 del área de Ciencias Naturales para tercer grado y se seleccionó, debido a los avances en los contenidos impartidos en la institución, el grado Cuarto A que contaba con 26 estudiantes quienes se destacaban por su disposición para participar, su habilidad para elaborar preguntas y respuestas tanto de forma oral como escrita, así como su capacidad para construir ideas en equipo.

5.2. Metodología de enseñanza

Para el diseño de la metodología de enseñanza se utilizaron las características esenciales para el diseño de proyectos propuesto por Larmer, Mendergoller y Boss (2015) (Ver figura 5), estas características permitieron dar un orden en la secuenciación de las actividades del proyecto desarrollado.

Figura 5.

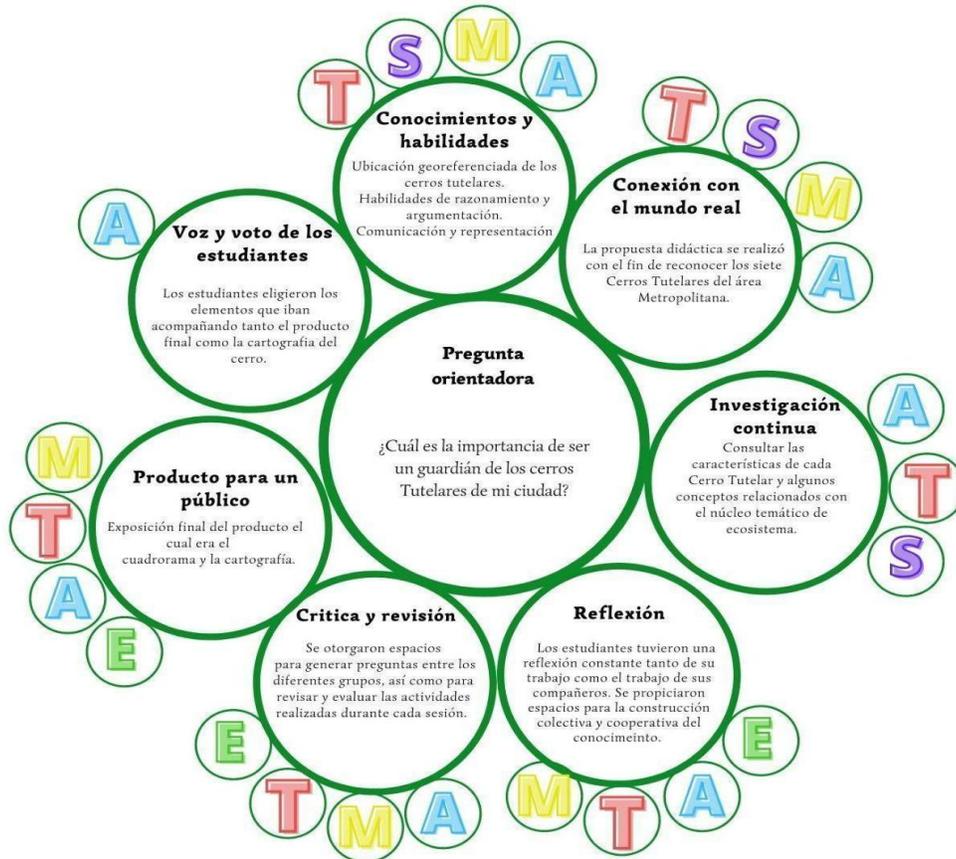
Características esenciales para el diseño de proyectos propuesto por el BIE



Con el propósito de orientar al lector en cuanto a las áreas del enfoque STEAM que se implementaron en las etapas del proyecto siguiendo los estándares anteriormente mencionados, se presenta la figura 6 la cual relaciona dichas áreas con cada uno de los puntos tenidos en cuenta para la planeación de las actividades según lo planteado por el BIE.

Figura 6.

Áreas STEAM vinculadas con los estándares de ORO.



Con las características planteadas fue posible diseñar las actividades que tuvieron en cuenta la voz y voto de los estudiantes, la conexión con el mundo real, la reflexión, la crítica y revisión, la investigación continua; en la tabla 3 se presentan detalladamente los elementos que fueron considerados en esta investigación y que están asociados a estas características, partiendo de que cada una de ellas llevó a la construcción del proyecto.

Tabla 3.

Características esenciales para el diseño del proyecto.

Investigación continua		Voz y voto del estudiante
Durante el desarrollo del proyecto los estudiantes tuvieron acceso a diferentes materiales como infografías, plegables y folletos para consultar las características particulares de cada Cerro Tutelar y algunos conceptos relacionados con el núcleo temático de ecosistemas.		<ul style="list-style-type: none"> • Elección de los elementos culturales, sociales y ambientales que van plasmados en la cartografía. • Selección de los elementos bióticos y abióticos, tipo de relación intraespecífica y servicio ecosistémico que se van a representar en el cuadrorama
Reflexión	Pregunta orientadora	Conexión con el mundo real
Diario de campo en el que se describen algunos sucesos que ocurrieron durante las tres fases del proyecto que consideramos importantes y, a partir de los cuales se realizan los procesos de reflexión.	¿Cuál es la importancia de ser un guardián de los cerros Tutelares de mi ciudad?	La propuesta didáctica se realiza con base en siete Cerros Tutelares del área Metropolitana: El Picacho, el Volador, Nutibara, Pan de Azúcar, Tres cruces, Asomadera y Quitasol.
Crítica y Revisión	Conocimientos y habilidades	Producto para un público
<ul style="list-style-type: none"> • En las sesiones se otorga un espacio para formular preguntas dentro del mismo equipo que representa un cerro, de generar preguntas entre los diferentes equipos y, también, existe un espacio para revisar y evaluar las actividades realizadas durante la sesión. 	DBA 6: Comprende las relaciones de los seres vivos con otros organismos de su entorno (intra e interespecíficas) y las explica como esenciales para su supervivencia en un ambiente determinado Habilidad: Creatividad	Cuadrorama Cartografía

De este mismo modo, el proyecto se enmarcó en temas de otras disciplinas integradas en el enfoque educativo STEAM, en la tabla 4 se hace una descripción de las

actividades desarrolladas en cada área de este enfoque, además se describe la habilidad que se pretendió fortalecer con el desarrollo del proyecto y otras generalidades para dar claridad del proyecto implementado.

Tabla 4.

Generalidades proyecto Guardianes de los Cerros tutelares

Título del proyecto	Guardianes de los Cerros tutelares				
Pregunta orientadora	¿Cuál es la importancia de ser un guardián de los cerros de mi ciudad?				
Grado escolar	Cuarto de primaria				
Áreas participantes del enfoque STEAM	Ciencias Conceptualización alrededor del concepto ecosistema.	Tecnología Implementación de objetos tecnológicos que permiten la apropiación de elementos conceptuales, diseño del producto final.	Matemáticas diámetro, radio y fracciones.	Arte Cuadrorama - Cartografía	Ingeniería Prototipado
Tiempo de ejecución	Siete semanas				
Productos	Cuadrorama-Cartografía				
DBA	No. 6. Comprende las relaciones de los seres vivos con otros organismos de su entorno (intra e interespecíficas) y las explica como esenciales para su supervivencia en un ambiente determinado.				
Vocabulario principal	Ecosistemas, biotopo, biocenosis, relaciones intra e interespecíficas, cerros tutelares, trabajo en equipo, creatividad y prototipado.				
Habilidad	Creatividad.				

Criterios para la rúbrica de autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> ● Disposición para escuchar las indicaciones ● Participación en la actividad. ● Actitud de escucha y respeto cuando los compañeros y compañeras comparten sus ideas. ● La implicación en el grupo, cuando es el caso, para conseguir un objetivo.
--	--

Para llevar a cabo el proyecto anteriormente descrito se distinguieron tres fases en la metodología de enseñanza (ver figura 6), se establecieron bajo los estándares de oro definidos para el desarrollo de proyectos del Buck Institute for Education BIE; procurando que en cada actividad los estudiantes tuvieran el papel protagónico propio de la metodología activa desarrollada, también se diseñaron teniendo presente las disciplinas del enfoque STEAM así como el desarrollo de las habilidades que están relacionadas con este enfoque como el trabajo colaborativo, la creatividad, el pensamiento crítico entre otras.

El proyecto Guardianes de los Cerros Tutelares inicia con la fase de lanzamiento, que se planteó con el fin de indagar las concepciones previas y dar a conocer la pregunta orientadora a los estudiantes. Para esto se acudió a una actividad en la que los estudiantes recorrían bases, al tiempo que se enfrentaban a retos, dibujaban y respondían preguntas relacionadas con los ecosistemas hasta llegar a la meta en la que encontraban la pregunta orientadora.

Seguidamente, la fase de desarrollo tenía como objetivo la apropiación del concepto ecosistema a través de la investigación continua, espacios de reflexión, salidas de campo, actividades lúdicas, el diseño de un cerro tutelar en una cartografía y la construcción de un cuadrón. A continuación, se menciona el tema que se abordó en cada semana de esta fase.

Semana 1	¿Cómo se formaron los cerros?
Semana 2	Factores bióticos y abióticos.
Semana 3	Relaciones intraespecíficas
Semana 4	Relaciones interespecíficas
Semana 5	Servicios ecosistémicos.

Finalmente, en la fase de cierre, los estudiantes pusieron en manifiesto los conocimientos adquiridos en el desarrollo del proyecto con la exposición del producto final, un cuadrorama y una cartografía diseñados con base al enfoque STEAM.

En resumen, el lanzamiento de la propuesta permitió orientar a los estudiantes frente al proyecto a desarrollar, se establecieron equipos de trabajo y se distribuyeron los temas a trabajar. La etapa de desarrollo se subdividió en actividades que iban comprendidas por semanas, todas ellas encaminadas a profundizar en el concepto ecosistema y, la fase de cierre se destacó por ser la fase de difusión del proyecto, en la figura 7 se presenta un esquema general de estas fases.

Figura 7.

Esquema general de las fases que se desarrollaron



Estas fases se desarrollaron con una duración de siete semanas. En la tabla 5 se presenta el cronograma de trabajo establecido para cada una de las semanas y fases del proyecto las cuales atendieron a actividades concretas.

Tabla 5.

Cronograma metodología de enseñanza.

Semana/Fases del proyecto	1	2	3	4	5	6	7
Lanzamiento	x						

<i>Semana 1 ¿Cómo se formaron los cerros?</i>		x					
<i>Semana 2 Factores bióticos y abióticos.</i>			x				
<i>Semana 3 Relaciones intraespecíficas</i>				x			
<i>Semana 4 Relaciones interespecíficas</i>					x		
<i>Semana 5 Servicios ecosistémicos.</i>						x	
<i>Socialización</i>							x

En este sentido y para comprender mejor los contenidos desarrollados se presenta la tabla 6 en la cual se presentan los conocimientos abordados desde los componentes conceptuales, procedimentales y actitudinales que se desarrollan a lo largo del proyecto y en el cual se involucran otras áreas del conocimiento participantes en la ejecución de algunas actividades transversales. En este apartado se han seleccionado los contenidos siguiendo lo propuesto por Sanmartí (2005) y algunos aspectos de los contenidos planteados por Pro (2003).

Tabla 6.

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos			
Asignatura	Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales

Ciencias Naturales	Define el concepto de biotopo y biocenosis Diferencia los elementos bióticos y abióticos en un ecosistema Define relaciones interespecíficas Define relaciones intraespecíficas	Observa los elementos que hacen parte de un ecosistema. Interpreta las relaciones que se establecen entre los elementos bióticos y abióticos. Reconoce el tipo de relaciones que se establecen entre poblaciones y comunidades de un ecosistema.	Respeto y cuidado por lo otro y los otros. Creatividad Resolución de conflictos. Trabajo en equipo.
Ciencias sociales	Diferencia la dimensión social, económica y cultural en una comunidad.	Simula con materiales sencillos los movimientos de las placas tectónicas Utiliza coordenadas para ubicar los cerros en el mapa del Valle de Aburrá.	Comunicación asertiva. Gestión de proyectos.
Matemáticas	Identifica el numerador y el denominador en una fracción.	Traza el diámetro y el radio en una circunferencia.	
Arte	Identifica materiales que permiten construir representaciones originales y estéticas	Utiliza representaciones artísticas para expresar lo aprendido entorno al concepto de ecosistema	

5.2.1. Descripción de las fases

Fase 1: Lanzamiento

En esta fase de lanzamiento se acercó a los estudiantes a la pregunta orientadora mediante una carrera de observación. Esta carrera, la cual consistió en pasar por seis bases las cuales iban permitiendo, en primer lugar, motivar a los estudiantes a la participación, en segundo identificar las concepciones alternativas con respecto al concepto de ecosistema y, por último, generar expectativas frente al proyecto.

Lo anterior permitió que los estudiantes generaran preguntas y reflexionaran sobre su contexto, potenciando *la voz y el voto de los estudiantes*, al mismo tiempo que se

fomentará el trabajo cooperativo. Se evidenció que habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y la comunicación asertiva fueron fundamentales en esta primera etapa de lanzamiento.

Base 1: Se consideró como una base de activación, pues en ella los estudiantes debían construir un rompecabezas que tenía la imagen del proyecto. (Ver figura 8).

Figura 8.

Base Amarilla: Construcción de rompecabezas.



Base 2: En esta fase se procedió a pedir a los estudiantes que dibujaran lo que para ellos representaba un ecosistema. (Ver figuras 9).

Figura 9.

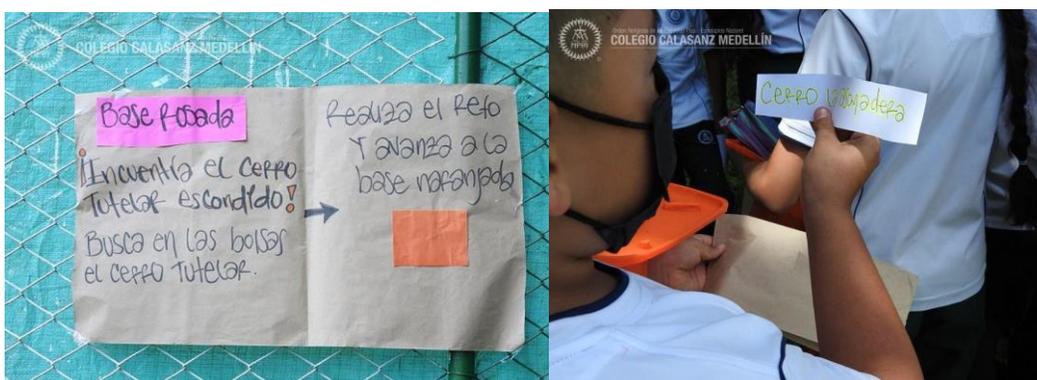
Dibujando un ecosistema.



Base 3: En bolsas dispuestas en el suelo se les pidió a los estudiantes que al azar escogieran una, la cual contenía en su interior la foto de uno de los cerros Tutelares del Área Metropolitana, esta base se diseñó con el fin de constituir los equipos de trabajo del proyecto. (Ver figura 10).

Figura 10.

Base rosada: Encontrando el Cerro Tutelar.



Base 4: Los estudiantes, una vez identificadas las imágenes del cerro, realizaron un reto de llevar una pelota en unas cucharas hasta llegar a la base naranja la cual tenía como finalidad hacer la pregunta: ¿Qué elementos u organismos consideras que son esenciales para la conservación del lugar plasmado en la imagen (Cerro Tutelar) y ¿Qué relación hay entre los elementos u organismos? (Ver Figura 11).

Figura 11.

Base Naranja: Identificación de elementos u organismos del cerro.



Base 5: Una vez contestadas las preguntas, los estudiantes se dirigieron en equipos hacia la siguiente base, a la cuál llegaron saltando en costales (Ver figura 12). En esta base lo que se pretendía era identificar si los estudiantes consideraban que existían objetos u organismos que representan un peligro para el Cerro Tutelar, esto lo podían representar mediante un dibujo o escribiendo.

Figura 12.

Objetos u organismos que representan un peligro para el Cerro



Base 6: Esta base consistió en presentarles a los estudiantes la pregunta orientadora del proyecto que denominamos “Guardianes de los Cerros”: ¿Cuál es la

importancia de ser él o la guardiana de los cerros de la Ciudad? (Ver figura 13). Con esta pregunta se explicó en qué iba a consistir el proyecto y saber si ellos estaban dispuestos a ser guardianes de los cerros. Con la respuesta afirmativa de los estudiantes se procedió a la firma de contratos, donde se comprometían a realizar todas las actividades, una vez firmado se les entregaba la escarapela que los identificaba en el proceso de formación.

Figura 13.

¿Cuál es la importancia de ser él o la guardiana de los cerros de la Ciudad?



Resumiendo lo expuesto anteriormente, se presenta la tabla 7 donde se encuentran plasmadas las actividades que se desarrollaron en la semana 0 denominada “Lanzamiento”. Esta tabla ha sido elaborada teniendo en cuenta las habilidades que se desarrollan en el marco del enfoque STEAM y las características esenciales de los proyectos propuestas por el BIE.

Tabla 7.

Actividades de lanzamiento proyecto “Guardianes de los cerros”

Semana	Fase	Objetivo	Actividades	Habilidades STEAM
0	Lanzamiento	Cautivar a los estudiantes para que participen en el proyecto e indagar las concepciones alternativas, acerca del concepto ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> ● Recorrido por seis bases. ● Indagación de conocimientos previos (Ver anexo B) ● Conformación de equipos ● Acercamiento a la pregunta orientadora ● Gamificación (ver anexo E). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Creatividad. ● Trabajo colaborativo ● Comunicación. <p>Estándares de oro</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Voz y voto de los estudiantes. ● Reflexión y crítica ● Conexión con el mundo real.

Nota. Elaboración propia.

Una vez concluida la actividad de lanzamiento los estudiantes fueron organizados en siete equipos aleatoriamente, a cada equipo se le asignó un cerro tutelar del Valle de Aburrá entendiendo que fueron siete cerros los seleccionados: Cerro Pan de azúcar, Cerro la Asomadera, Cerro Nutibara, Cerro Quitasol, Cerro El Volador, Cerro El Picacho, Cerro Las Tres cruces. Los estudiantes, en estos equipos de trabajo, desplegaron las actividades propuestas en la fase de desarrollo. Paralelamente, los estudiantes que participan desde la virtualidad realizaron una actividad similar a la de las bases, a través de una gamificación.

Fase 2: Desarrollo

Las actividades de profundización que se propusieron en esta fase se desarrollaron en subfases, de acuerdo con los contenidos que se proponen en el plan académico del departamento de ciencias para cada semana de implementación.

Durante la fase de desarrollo del proyecto se propusieron diferentes actividades que pretendían orientar a los estudiantes a obtener los conocimientos planteados con respecto al ecosistema, así como a fortalecer las habilidades relacionadas con el trabajo en equipo, la creatividad, la gestión de proyectos y la toma de decisiones. A continuación, se describen cada una de las actividades:

Semana 1. ¿Cómo se formaron los cerros?

En esta primera semana el objetivo era acercar a los estudiantes, desde la teoría de placas tectónicas, sobre la creación de los Cerros Tutelares. La sesión inició con la pregunta **¿Cómo crees que se formaron los cerros?**, luego al escuchar algunas intervenciones por parte de los estudiantes se proyectó un video sobre los diferentes movimientos de las placas tectónicas, se mencionaron de forma oral y con apoyo de imágenes, algunas definiciones relacionadas con la teoría de placas tectónicas luego, los estudiantes utilizando plastilina y pequeñas placas de plástico para simular los tres tipos de movimientos de las placas tectónicas y, finalmente, ellos deducen por cual tipo de movimiento es posible que se formen los cerros. En la figura 14 se presenta la guía de la actividad.

Figura 14.

Actividad: ¿cómo se formaron los cerros?



Semana 2. Factores bióticos y abióticos:

Para el desarrollo de la semana dos, los estudiantes tuvieron la oportunidad de conocer un lugar en su institución en el cual se realizan procesos de compostaje, siembra y reciclado de residuos, en este espacio fue posible reconocer los factores bióticos y abióticos que le permiten a un ecosistema estar en equilibrio. Para lograr con eficacia esta actividad los estudiantes hicieron uso de herramientas como la lupa para identificar organismos como animales y plantas y la cinta métrica para medir su longitud, asimismo registraron sus hallazgos en una guía proporcionada a cada uno (Ver anexo H), en esta etapa del proyecto se potenció que los estudiantes seleccionan los lugares en los que iban a realizar la observación, así como los roles dentro del equipo. (Ver figura 15), esta actividad, que fue de investigación continúa fortaleció la conexión con el mundo real.

Figura 15.

Actividad: Reconociendo factores bióticos y abióticos



Con esta exploración, en la huerta de la institución, se inició la lluvia de ideas para la construcción del producto final, los estudiantes además pudieron reconocer la

importancia de los ecosistemas para la existencia de muchas especies lo cual le otorgó un papel más significativo al proyecto.

Semana 3 Relaciones intraespecíficas

Para abordar las relaciones intraespecíficas, se entregó a cada estudiante una infografía en la que aparecían algunas de estas relaciones para ser leídas de manera individual, una vez todos terminaron la lectura se procedió a narrar un cuento (ver anexo J) en el que aparecían implícitamente algunas de estas interacciones. Ambos, la infografía y el cuento fueron claves para realizar el juego de la escalera y la serpiente en los grupos de trabajo, que estaban conformados tanto, por estudiantes que se encontraban presentes en el aula, como los que se conectaban desde sus casas, así que, los últimos animaban y también aportaban información para que los representantes del equipo que estaban en el aula avanzaran en el juego (Ver figura 16).

Figura 16.

Actividad: Relaciones intraespecíficas



Para llevar a cabo este juego los estudiantes que estaban de manera presencial lanzan un dado y de acuerdo con el número que apareciera en este el equipo avanzaba en la escalera o descendía en las serpientes, al tiempo que iban respondiendo las preguntas

relacionadas con el cuento y la infografía (Ver anexo K); el juego finaliza cuando uno de los equipos llegaba a la meta.

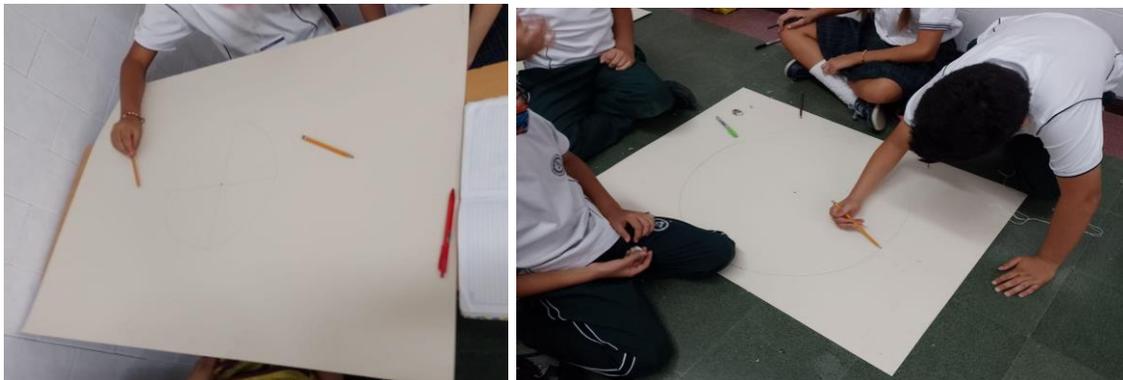
Con base en la actividad anterior y de acuerdo con el Cerro tutelar que le correspondía a cada equipo, acordaba cuál de las relaciones intraespecíficas iban a plasmar en el cuadrorama.

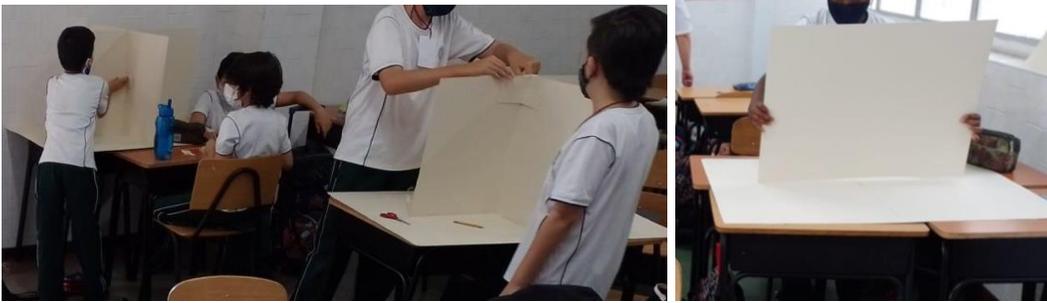
Semana 4 Relaciones interespecíficas:

En esta semana se empezó a materializar el producto desde la manipulación de materiales y el ensamblaje del producto final, el cuadrorama. (Ver figura 17). Los estudiantes debían pensar con sus equipos de trabajo la mejor manera para construirlo, la cual se corresponde con asuntos matemáticos e ingenieriles, para saber de qué forma las divisiones del material (cartón paja) era la más estable.

Figura 17.

Elaboración del producto final





El cuadrorama fue dividido en 4 secciones que hacen alusión a las temáticas principales abordadas en las 4 semanas previas y que se correspondía a las características de cada uno de los cerros tutelares. En definitiva, fue un ejercicio que involucró la creatividad de los participantes. (Ver figura 18).

Figura 18

División del cuadrorama.



De esta forma se les permitía a los estudiantes seleccionar los materiales que iban a acompañar cada espacio del cuadrorama, así como la forma en que lo iban a representar.

Para saber qué información plasmar en cada división los estudiantes inicialmente ya habían tenido un acercamiento a los factores bióticos y abióticos y a las relaciones intraespecíficas con las actividades que se desarrollaron en las primeras semanas por lo que ya contaban con ideas concretas. En esta oportunidad los estudiantes tuvieron voz y

voto para definir los roles de cada participante y materiales a utilizar y así avanzar en la construcción (Ver figura 19).

Figura 19.

Elección de materiales.



En cuanto a las relaciones interespecíficas que en los cerros se pueden presentar, se seleccionó una relación por cada Cerro utilizando unas fichas (Ver anexo M). Con esta información los estudiantes identificaron las relaciones del cerro y debían pensar una forma de representarlo en el cuadrorama haciendo uso de materiales reciclados (Ver figura 20) y de habilidades como trabajo en equipo, resolución de problemas y creatividad.

Figura 20.

Relación de depredación por G.4.



Para que los estudiantes reconocieran las dinámicas tanto ambientales como sociales del cerro que les correspondía como equipo, se les orientó a la construcción de una cartografía que estaba guiada por infografías (Ver anexo L), donde se plasmó la información más relevante del cerro, como descripción general del cerro, actividades que se realizan, problemáticas asociadas a la flora y fauna. Los estudiantes como equipo lo plasmaron de tal forma que fue posible comunicar, reconocer e identificar el Cerro de cada uno. (Ver figura 21).

Figura 21.

Actividad: Construcción cartografía



Con las actividades de la fase de desarrollo se permitió en primer lugar materializar las ideas de los estudiantes, utilizando distintas habilidades de las disciplinas STEAM, como el uso de herramientas para la construcción de su producto final, investigación continua, entre otras, además se permitió un acercamiento al cerro tutelar lo que los conectó con el mundo real y les oriento a una reflexión sobre la importancia de estos para la vida de los organismos del Valle de Aburrá.

Semana 5 Tema: Servicios ecosistémicos.

La última semana de desarrollo, consistió en trabajar los servicios ecosistémicos de cada cerro. Inicialmente se entregó a cada equipo una infografía (Ver anexo N) en la que se describen cuatro servicios ecosistémicos, con esta información cada equipo socializa entre ellos cuáles de esos servicios ecosistémicos se prestaba en el Cerro asignado, al tiempo que realizaban reflexiones sobre la variedad de beneficios que aportan estos lugares. Finalmente, cada grupo decidía el servicio ecosistémico que querían representar en el cuadorrama. (Ver figura 22).

Figura 22.

Servicio ecosistémico de abastecimiento



Para concluir la descripción de la fase de desarrollo se presenta la tabla 8 donde se sintetizan los objetivos, las actividades y las áreas involucradas.

Tabla 8.

Secuencia de actividades fase de desarrollo.

Fase de desarrollo			
Semana	Objetivo	Actividades	Área

1	Sesión 1	Conocer el origen de los cerros Tutelares	<ul style="list-style-type: none"> • Video acerca de la teoría de placas tectónicas • Simulación del movimiento de las placas tectónicas con plastilina y bloques de plástico 	Ciencias sociales
	Sesión 2	Identificar la ubicación geográfica de los cerros tutelares	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar en el mapa del valle de Aburrá los siete cerros tutelares con la ayuda de una cuadrícula. (Ver anexo F) • Autoevaluación. (Ver anexo G) 	Matemáticas y ciencias sociales
2	Sesión 3	Identificar y clasificar los elementos (biotopo y biocenosis) de un ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Salida de campo (huerta del colegio) • Clasificación de elementos bióticos o abióticos en la cartilla: Explorando mi entorno (Ver anexo H) • Socialización • Autoevaluación 	Ciencias naturales
3	Sesión 4	Identificar algunas de las relaciones que se establecen entre poblaciones en un ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de infografía (relaciones intraespecíficas). (Ver anexo I) • Cuento (Ver anexo J) • Responder preguntas a través del juego de la escalera y la serpiente (Ver anexo K) • Autoevaluación 	Ciencias naturales
4	Sesión 5	Determinar las dimensiones del cuadrorama	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de materiales para la construcción del cuadrorama • Identificación del diámetro y radio • Definir proporciones del cuadrorama 	Matemáticas y tecnología

	Sesión 6	Reconocer la realidad biofísica del Cerro.	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de infografías (dinámicas sociales, económicas y ambientales del cerro tutelar). (Ver anexo L) • Dibujo del cerro tutelar en una cartografía. 	Ciencias sociales, ciencias naturales.
	Sesión 7	Identificar algunas de las relaciones que se establecen entre comunidades de un ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> • Representar en el cuadrorama factores bióticos, factores abióticos y relaciones intraespecíficas • Lectura de las relaciones interespecíficas que se tejen en los Cerros Tutelares (Ver anexo M) • Autoevaluación 	Ciencias naturales
5	Sesión 8	Reconocer los servicios ecosistémicos presentes en los cerros.	<ul style="list-style-type: none"> • Representar una relación interespecífica en el cuadrorama • Visualizar en una infografía los cuatro servicios ecosistémicos. (Ver anexo N) • Diálogo acerca de los servicios ecosistémicos que brindan los Cerros Tutelares 	Ciencias naturales
	Sesión 9	Finalizar la construcción del cuadrorama	<ul style="list-style-type: none"> • Plasmar en el cuadrorama un servicio ecosistémico • Autoevaluación 	Ingeniería, arte y tecnología

Fase 3: Cierre

Para la consecución de la fase de cierre, se implementaron actividades que permitieron dar cuenta del proceso de construcción del producto final, el cuadrorama; mediante una exposición por parte de los estudiantes (Ver figura 23), una coevaluación siguiendo el formato del anexo O, una heteroevaluación (Ver anexo P). Estas actividades son detalladas en la tabla 9.

Figura 23.

Exposición producto final



Para concluir la descripción de la fase de cierre se presenta la tabla 9 donde se sintetizan las actividades anteriormente descritas, especificando el objetivo que se pretendía alcanzar y el área involucrada.

Tabla 9.*Secuencia de actividades fase de cierre.*

Fase de Cierre				
Semana	Objetivo	Actividades	Área	
6	Sesión 1	Identificar los conocimientos adquiridos en el transcurso del proyecto titulado “Guardianes de los cerros”.	Aplicación del cuestionario final. (ver anexo C).	Ciencias Naturales
	Sesión 2	Socializar el producto final.	Exposición por parte de los estudiantes del producto final, el cuadrorama.	Ciencias Naturales y arte

5.3. Consideraciones éticas

Para esta investigación se retomó la propuesta de Galeano (2004) la cual está orientada a la protección de los derechos de los participantes y al mantenimiento de la confidencialidad de la información suministrada por los distintos agentes escolares. Estos criterios se resumen en los siguientes elementos:

1. Selección equitativa de los sujetos. Las personas para participar en el estudio serán seleccionados por razones relacionadas estrictamente con los interrogantes científicos.
2. Proporción favorable del riesgo-beneficio. Los investigadores se comprometen a minimizar los riesgos potenciales y maximizar los beneficios potenciales a los sujetos y a la sociedad.
3. Condiciones de diálogo auténtico. La investigación se asumirá como un espacio de participación en el que los agentes escolares podrán deliberar sobre sus asuntos comunes y no comunes en una interacción discursiva abierta sin ejercer ningún tipo de presión por la toma de posición alguna.
4. Evaluación independiente. Se acudirá a la evaluación independiente, es decir a la revisión de la investigación por personas conocedoras apropiadas que no estén afiliadas al estudio y que tengan autoridad para aprobar, corregir o, dado el caso, suspender la investigación. Se asumirá también la evaluación independiente por responsabilidad social, toda vez que las personas-sujetos serán tratadas éticamente y no como medios u objetos.
5. Consentimiento informado. Se entiende por consentimiento informado el proceso de explicitación por escrito de aquellos asuntos que conciernen al sujeto participante.

6. Análisis de resultados

Para analizar la incidencia de la implementación de un proyecto con enfoque STEAM en el aprendizaje del concepto ecosistema en estudiantes del grado cuarto del colegio Calasanz Medellín, se categoriza la información recolectada con los instrumentos definidos en la metodología de investigación, de acuerdo con los tres objetivos específicos.

A continuación, se presenta la tabla 10 con los códigos que permiten identificar y analizar las evidencias de los siete equipos que participaron en el proyecto.

Tabla 10.

Codificación de estudiantes por equipos de trabajo.

Cerro	Cod. equipo	Cod. Estudiante	Cerro	Cod. equipo	Cod. Estudiante
Pan de azúcar	G.1	E.1 E.2 E.3 E.4	Asomadera	G.2	E.1 E.2 E.3
Nutibara	G.3	E.1 E.2 E.3	Quitasol	G.4	E.1 E.2 E.3 E.4
Volador	G.5	E.1 E.2 E.3	Picacho	G.6	E.1 E.2 E.3 E.4
Tres cruces	G.7	E.1 E.2 E.3			

6.1 Estrategia de análisis

Para recopilar, analizar e interpretar la información que se obtuvo en la aplicación del proyecto “Guardianes de los cerros”, se determinó una ruta de análisis la cual sigue los planteamientos de Cisterna (2005) y consistió en la definición de tres categorías apriorísticas en relación con los objetivos específicos. A las cuales se les ha otorgado un significado en relación con los objetivos específicos, asimismo, se han señalado subcategorías que están vinculadas directamente con los contenidos desarrollados para la enseñanza del concepto ecosistema. Además, para cada una de estas categorías se definieron los instrumentos que permitieron a las investigadoras analizar la información.

Tabla 11.

Categorías de análisis.

Objetivos específicos	Categorías	Instrumentos	Descripción
Identificar las ideas previas de los estudiantes en relación con el concepto ecosistema para el diseño de un proyecto con enfoque STEAM en el marco de un modelo de alternancia escolar.	Ideas previas	Diagnóstico inicial Observación - Diario pedagógico	Ideas y percepciones que tienen los estudiantes frente a lo qué es un ecosistema, los elementos que lo componen y la interacción con el ser humano.
Caracterizar el nivel de evolución de aprendizaje del concepto ecosistema en los estudiantes de grado cuarto cuando participan de un proyecto con enfoque STEAM en el marco de una pandemia.	Factores asociados a la comprensión del concepto ecosistema	Cartografía Carta al gobernador Actividades Observación	Nivel de progresión en cuanto al aprendizaje del concepto ecosistema (García, 2003).
Valorar la creatividad de los estudiantes asociada al proceso de creación de un producto final a través de su participación en	Creatividad y STEAM.	Heteroevaluación Coevaluación Producto final	Desarrollo de la creatividad y de las habilidades propias de las áreas STEAM.

un proyecto con enfoque STEAM.			
--------------------------------	--	--	--

Las anteriores categorías permitieron analizar el nivel de evolución de aprendizaje del concepto ecosistema y el desarrollo de la creatividad en los estudiantes del grado cuarto. A continuación, se detalla el cruce analítico entre las categorías definidas, el trabajo de campo y la interpretación a la luz de la teoría.

6.1.1 Categoría: Ideas previas

Las ideas previas son, según Bello (2004), “construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada”. (p. 210)

Esta primera categoría se relaciona directamente con el cuestionario inicial de “ideas previas” aplicado en la semana de lanzamiento, donde se pretendió descubrir las ideas que los estudiantes tenían frente al concepto ecosistema mediante las preguntas: ¿Qué elementos u organismos consideras que son esenciales para la conservación del lugar plasmado en la imagen? (Cerro Tutelar), ¿Existe alguna relación entre los elementos del ecosistema?, ¿Por qué crees que son importantes estos espacios (Cerros Tutelares) para los habitantes del valle de Aburrá? Así mismo, se les solicitó a los estudiantes elaborar un dibujo sobre lo que para ellos representaba un ecosistema y escribir o dibujar objetos u organismos que representan un peligro para el Cerro Tutelar.

Con miras a profundizar en el detalle de esta categoría la cual está vinculada directamente con el objetivo específico uno el cual refiere *Identificar las ideas previas de*

los estudiantes en relación con el concepto ecosistema para el diseño de un proyecto con enfoque STEAM en el marco de un modelo de alternancia escolar se determinaron tres subcategorías de análisis (Ver tabla 12).

Tabla 12.

Categoría “ideas previas”

Categoría	Subcategorías
Ideas previas	Factores bióticos y abióticos. Biocenosis y el biotopo. El ser humano y los ecosistemas.

Además, para la categorización de las ideas previas se tomaron como referentes los niveles de progresión planteados por García (2003) y Motta y Uyaban (2016) (Ver tabla 13).

Tabla 13.

Niveles de progresión según los planteamientos de García (2003) y Motta y Uyaban (2016).

Nivel	Justificación
0 (No relación)	El estudiante no logra dar explicación acerca de los ecosistemas y dan respuestas con objetos que no se relacionan ni interaccionan. No se mencionan o representan factores abióticos como vitales para la subsistencia de un ser biótico, ni la relación entre estos.
1 (Medio aditivo)	Los estudiantes que se sitúan en este nivel creen que lo caracteriza a un ecosistema es la presencia de determinados elementos y el que haya suficiente número de individuos más que sus relaciones. Mencionan seres próximos a su existencia ignorando la relevancia de organismos microscópicos, se les concede mayor relevancia a los animales que a las plantas y si se mencionan elementos abióticos son los más visibles y tangibles.

2 (Ecosistema como organización Simple)	En este nivel figuran los estudiantes que reconocen que son las relaciones las que organizan el medio, asumen que hay una relación basada en la causalidad. Se identifican mayor diversidad de relaciones ecológicas, se reconocen los seres microscópicos y factores abióticos como la temperatura, la luz, la humedad.
3 (ecosistema como Organización)	Los estudiantes entienden el ecosistema como una organización en red en la que hay una interdependencia entre los otros elementos, conocen la gran diversidad y complejidad de las relaciones ecológicas.

Nota: Niveles tomados de García (2003)

Subcategoría: Factores bióticos y abióticos

Con respecto a esta subcategoría se pretendió identificar las ideas de los estudiantes con respecto a los elementos bióticos y abióticos que componen un ecosistema para esto se analizó el dibujo del ecosistema realizado por los estudiantes y la respuesta a la pregunta ¿Qué elementos u organismos consideras que son esenciales para la conservación del lugar plasmado en la imagen (Cerro Tutelar)?

Como resultado se encontró que nueve estudiantes dibujaron plantas y animales, por ejemplo, en el dibujo realizado por E.4 del equipo G6 (Ver figura 24) se evidencia la presencia de plantas como árboles y de animales como pájaros, osos y peces, además entre los animales y plantas, que los 12 estudiantes reconocen, se destacan tiburones, monos, perros y árboles, sin embargo, aunque los dibujos muestran la presencia de los animales y plantas se da protagonismo a los animales en lo que respecta a la cantidad de estos y en comparación con las plantas lo cual concuerda con lo expuesto por Rincón et al, citados por Rincón (2011) cuando mencionan “la prevalencia dada al reino animal y para el caso de las representaciones gráficas (animales domésticos) se debe principalmente al carácter utilitario que los estudiantes le dan a los mismos” (p. 78).

Figura 24.

Representación del estudiante E.4 de G.6



Además, estos resultados que representan un gran porcentaje de los participantes permiten entender lo planteado por Sánchez y Pontes (2010) cuando indican que para la mayoría de los estudiantes “un ecosistema es un lugar donde viven juntos muchos seres vivos”. (p.278) definición que concuerda con García (2003) en lo que define del proceso de evolución de los estudiantes en el nivel uno, el cual sitúa a los estudiantes que caracterizan en un ecosistema ciertos elementos donde distinguen más el número de individuos que sus relaciones.

Adicionalmente, no se logran establecer relaciones entre los organismos dibujados y tampoco es posible identificar el papel de los microorganismos lo que se corresponde con lo expuesto por Rincón (2011) cuando menciona que “no se reconocen el papel de los microorganismos en los procesos de descomposición de la materia orgánica y que generalmente se asocian estos procesos más a animales pequeños que a los microorganismos” (p.80).

En cuanto a la identificación de los factores abióticos ocho estudiantes reconocieron más de dos elementos dentro de un ecosistema, como la luz, el agua, el suelo y el aire (Ver

figura 25). Estos resultados, que suponen un número significativo de estudiantes, no se acercan a lo planteado por White (como se citó en Rincón 2011) cuando menciona que “de otra parte, los componentes abióticos no son muy tenidos en cuenta y difícilmente se establecen interacciones con los componentes bióticos” (p. 78) pero si con los planteamientos de García (2003) que dice que sí se mencionan elementos abióticos se alude a aspectos más visibles y tangibles como la tierra, el agua, las rocas.

Figura 25.

Dibujo E.1. G.6 con los factores abióticos.



Por su parte, aunque no representa un número alto de estudiantes, se hace preciso señalar que dos estudiantes (E.3-G4 y E.3-G.7) dan protagonismo a plantas o animales dentro de un ecosistema (Ver figura 26) y tres estudiantes únicamente reconocen uno o dos elementos abióticos de un ecosistema.

Figura 26.

Representación de ecosistema E.3.G4.



Con las evidencias obtenidas de la pregunta ¿Qué elementos u organismos consideras que son esenciales para la conservación del lugar plasmado en la imagen (Cerro Tutelar)? Se logró identificar que seis estudiantes reconocen elementos bióticos, por ejemplo, el estudiante E.3-G.4 responde “Plantas, árboles y fauna”. y cinco estudiantes reconocen los elementos abióticos E.2-G.7 refiere “Agua y luz” así mismo E.3-G.7 menciona “Montañas”.

En conclusión, se reconoce que nueve estudiantes tienen idea de los elementos que componen un ecosistema, representando factores bióticos (animales y plantas) y elementos abióticos visibles y tangibles como la luz proveniente del sol, el suelo, el aire y el viento, sin embargo, es posible apreciar que se dejan a un lado organismos como las bacterias, los virus, los seres humanos, entre otros, además estos elementos señalados desde lo biótico y abiótico adolecen de relaciones o interacciones específicas entre ellos. Los resultados permiten categorizar a los estudiantes en lo que García (2003) denomina medio aditivo o nivel uno.

Tabla 14.

Nivel de progresión frente a los factores bióticos y abióticos.

Nivel	No. estudiantes	Justificación	Algunas evidencias
0	1	El estudiante no representa los componentes bióticos de un ecosistema y tampoco es posible identificar su idea de ecosistema.	 <p>E.4 de equipo G.4</p>
1	11	Los estudiantes logran identificar los elementos que hacen parte del ecosistema, sin embargo ignoran la existencia de algunos componentes como los seres microscópicos y mencionan elementos abióticos que son tangibles y visibles.	 <p>E.1 del equipo G.7</p> <p>E.2 del equipo G.4</p>

Subcategoría: Biocenosis y biotopo.

En esta subcategoría se pretendió analizar las ideas de los estudiantes frente a las relaciones ecológicas y la correspondencia de los elementos bióticos y abióticos con el

ecosistema representado, para lograrlo, se tuvieron en cuenta los dibujos realizados por los estudiantes y la respuesta a la pregunta ¿Existe alguna relación entre los elementos del ecosistema?

En este sentido se evidenció que cuatro estudiantes dibujaron un ave encima de un árbol, y un estudiante dibujó un mono sostenido de un árbol (Ver figura 27), evidenciando que los estudiantes tienen idea de que animales y plantas conviven en un mismo ecosistema.

Figura 27.

Representación de ecosistema de E.1.G.7.



Ahora bien, fue posible identificar que dos estudiantes dibujaron la relación de depredación que se da en un ecosistema acuático con los tiburones y otros peces (Ver figura 28). Estos resultados aportan a lo expresado por Leach et. (1996) en cuanto a que en las relaciones tróficas mencionan especialmente la relación depredador-presa. Igualmente, se consideran más las relaciones antagónicas que las de cooperación.

Figura 28.

Representación relación de depredación E.3. G.2



Así mismo es importante resaltar que los estudiantes tienen nociones de diferentes biotopos y dibujan o entienden los organismos que en estos ecosistemas deben vivir por sus adaptaciones, como por ejemplo si dibujaban un ecosistema desértico los organismos más aptos para vivir son los cactus (Ver figura 29).

Figura 29.

Ecosistema de E.1-G.1



En cuanto a las respuestas de las preguntas ¿Existe alguna relación entre los elementos del ecosistema? Se evidenció que E.1-G4, E.3-G.4 y E.2-G.7 mencionaba la

palabra “*cadena alimenticias*” sin embargo no fue posible, por tiempo, profundizar en cuanto a qué se referían.

En conclusión, fue posible identificar que los estudiantes reconocen los animales que pertenecen a un ecosistema y que además los representan con las características propias que les permite sobrevivir, sin embargo, no se reconocen las interacciones que entre el biotopo y la biocenosis se dan, así como las distintas relaciones entre la biocenosis, estos resultados permiten ubicar a los estudiantes en el nivel uno (Ver tabla 15) de lo planteado por García (2003).

Tabla 15.

Nivel de progresión frente a la Biocenosis y el biotopo.

Nivel	No. estudiantes	Justificación	Evidencias
0	0	El estudiante no representa los componentes bióticos de un ecosistema y tampoco es posible identificar su idea de ecosistema.	No aplica
1	12	Los estudiantes no reconocen la enorme diversidad de elementos presente en los ecosistemas. No se considera que cada uno de los componentes del ecosistema juega un papel en el conjunto del ecosistema. Se reconoce el papel de los depredadores desconociendo la función de los productores.	 <p>E.3-G.2</p>

Subcategoría: Relación entre el ser humano y la naturaleza

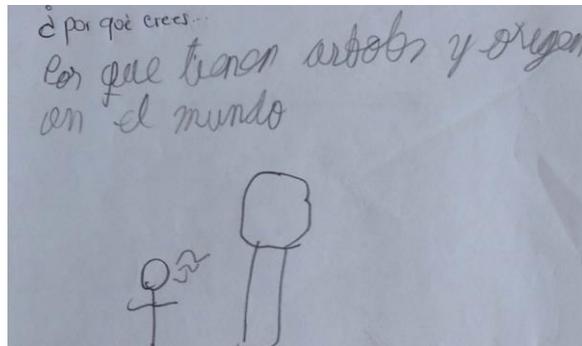
Esta categoría pretendía vislumbrar cómo los estudiantes entendían la relación del ser humano con su entorno y qué efectos generaba su actuación sobre el medio. Para este

análisis se tomaron las respuestas que los estudiantes dieron a la pregunta ¿Por qué crees que son importantes estos espacios (Cerros Tutelares) para los habitantes del valle de Aburrá? y las respuestas cuando se les solicitó escribir o dibujar objetos u organismos que representan un peligro para el Cerro Tutelar.

Con las respuestas a la pregunta se logró evidenciar que tres estudiantes relacionan directamente estos lugares como fuentes de oxígeno, como se evidencia en la respuesta del estudiante E.4-G4 (Ver figura 30), del estudiante E.3-G2 *“Para respirar y ayudar con la naturaleza”*, la respuesta del estudiante E.2-G2 *“porque en los cerros hay árboles y gracias a ellos tenemos aire y podemos respirar”*.

Figura 30.

Representación de E.4. G4



Vinculado a esto, tres estudiantes reconocen los cerros como lugares que sustentan al resto de las especies, Por ejemplo, el estudiante E.1-G.4 menciona *“tienen mucha vida, diversidad de fauna y flora”*

También se logra distinguir que dos estudiantes relacionaron estos espacios con el servicio cultural que brindan, por ejemplo, el estudiante E.3-G7 menciona que estos lugares son importantes para *“tener grandes vistas”*, de manera semejante el estudiante E.2-G.4

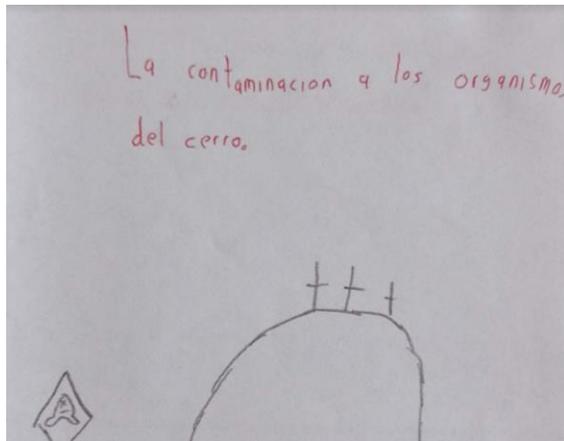
pues este menciona que *“porque son una riqueza en todo y se puede caminar”*. Con estos resultados se evidencia que los estudiantes tienen ideas de los servicios ecosistémicos, sin embargo, están muy vinculados con sus actividades en estos espacios, por ejemplo, la vista.

Por otro lado, cuando se les solicitó a los estudiantes escribir o dibujar objetos u organismos que representan un peligro para el Cerro Tutelar se evidenció que identifican dos tipos de amenazas, la primera relacionada con los residuos sólidos y la segunda con los agentes contaminantes. Dentro de la primera, se rescatan los comentarios de los estudiantes E.2-G.7 y el estudiante E.1-G.4 ya que mencionan que los elementos que amenazan los ecosistemas son las botellas, las basuras y las antenas, sin embargo, no se registran explicaciones alrededor de estas respuestas. Es interesante resaltar la respuesta del estudiante E.3-G.4 pues menciona que *“las botellas de plástico porque se ahogan los animales”* con este enunciado es posible extraer que el estudiante puede tener una idea de las repercusiones de los elementos contaminantes para con la vida de otros organismos vivos.

Algo semejante ocurrió con el estudiante E.1-G.7 pues este mencionó *“la contaminación a los organismos del cerro”*, esta respuesta, al igual que la anterior, pone en manifiesto que se tiene nociones sobre la relación de los agentes contaminantes con los seres vivos y aparte de este enunciado dibujo los químicos como amenaza para el ecosistema (Ver figura 31), razón que nos lleva a pensar que se establece una posible relación entre los contaminantes y los organismos de un ecosistema.

Figura 31.

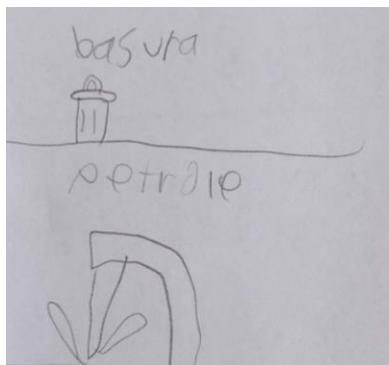
Representación E.1-G7



Considerando que también se identificó a tres estudiantes que en sus representaciones mencionan elementos como el petróleo, los químicos y el aire de los carros como elementos que amenazan a los ecosistemas (Ver figura 32). Se extrae la clasificación de agentes químicos.

Figura 32.

Representación de E.3-G7

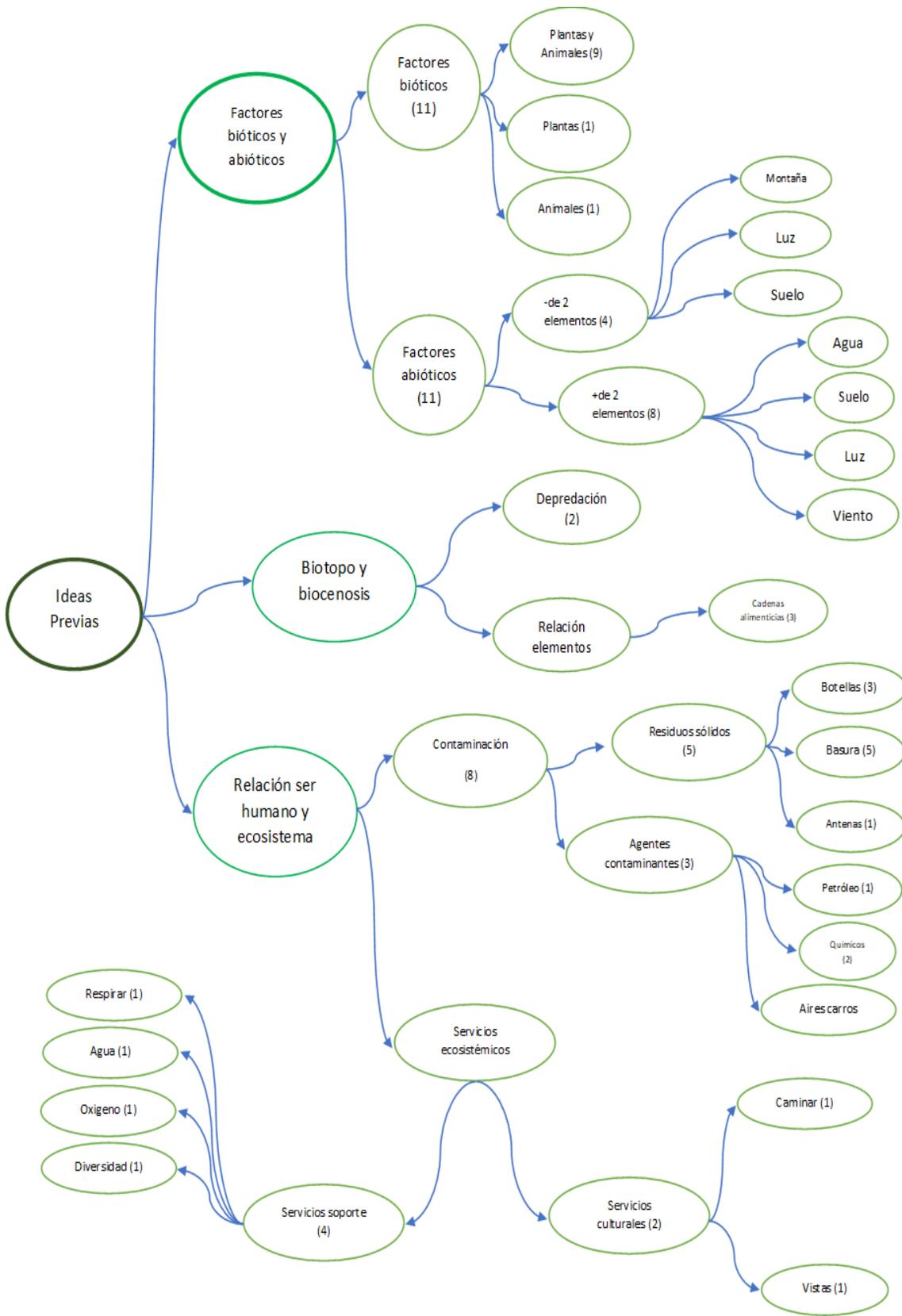


Con estos resultados se concluye que los estudiantes tienen aproximaciones sobre lo que afecta a los ecosistemas, así como que las acciones humanas tienen un impacto, sin embargo, se hace preciso ampliar esta mirada y enfocarlo más al contexto cercano de ellos.

En la siguiente red sistémica (ver figura 33), se pueden visualizar los conceptos utilizados para cada una de las categorías principales y las subcategorías que emergieron en el proceso de análisis.

Figura 33.

Red sistémica de la categoría ideas previas.



6.1.2 Categoría: Factores asociados a la comprensión del concepto ecosistema

Esta categoría se analiza siguiendo las recomendaciones de Hernández et al, (2014), al considerar los datos obtenidos a través la observación de las investigadoras y las narraciones de los estudiantes que incluyen dibujos relacionados con el concepto de ecosistema, cartografías, cartas, cuadrón, diálogos tanto con el equipo de trabajo como con las investigadoras, participación en actividades creadas con herramientas digitales y con materiales tradicionales (marcador, papel kraft, vinilo, etc).

Adicionalmente, se consideran tres subcategorías (Ver tabla 16) relacionadas con los contenidos desarrollados durante la ejecución del proyecto y la enseñanza del concepto ecosistema.

Tabla 16.

Categoría factores asociados a la comprensión del concepto ecosistema

Categoría	Subcategorías
Factores asociados a la comprensión del concepto ecosistema	Factores bióticos y abióticos. Biocenosis y el biotopo. El ser humano y los ecosistemas.

Subcategoría: Factores bióticos y abióticos

En la subcategoría identificación de factores bióticos y abióticos se ejecutó una actividad de ordenar por equipos (Figura 34) en Wordwall (una herramienta digital que permite crear actividades mediante plantillas). Adicionalmente, en un tablero virtual (Figura 34) se socializaron los elementos bióticos y abióticos observados en cada una de sus casas y sus alrededores; Ambas actividades fueron desarrolladas por los estudiantes que

participaron desde la virtualidad. Mientras, los estudiantes que asistieron presencialmente visitaron la huerta y realizaron una actividad similar de identificación y clasificación de elementos bióticos y abióticos. Tanto los estudiantes que participaron desde sus casas como los que asistieron a la institución acertaron al diferenciar los factores bióticos de los abióticos en las actividades mencionadas; no obstante, en las intervenciones, el integrante E.4.4, que asistió de forma virtual, comentó lo siguiente: “profe, puedo poner el pollo en los elementos abióticos, porque el pollo está en la nevera, entonces está muerto”. Además, E.5.1 también activó el micrófono para preguntar: “profe, debo escribir todos los elementos abióticos que hay en mi casa, ósea el número de camas, ropa y muebles”. seguidamente se le preguntó ¿estos elementos son indispensables para sobrevivir?, e inmediatamente E.3.1 respondió: “No profesora porque lo que él está diciendo son cosas que solo sirven para vivir cómodamente y no para sobrevivir”.

Figura 34.

Actividad virtual: Factores bióticos y abióticos.

The screenshot shows a virtual activity interface titled "Socialización factores bióticos y abióticos". On the left, there is a grid of 12 icons representing various factors: Hongos, Ser humano, Luz solar, Lluvia, Pájaro, Flores, Bacterias, Agua, Arbol, Temperatura ambiente, Suelo, and Viento. Below this grid is a button labeled "Enviar Respuestas". In the center, there are two empty grids for classification, labeled "Factores abióticos" and "Factores bióticos". On the right, there are two lists of examples: a yellow box for "factores abióticos" (Oxígeno, Aire, Luz solar, Piedra, Carbono, Tierra, Las nubes, Dióxido de carbono, Luna) and a blue box for "Factores bióticos" (La hormiga, Pitbull, Oruga, Sábila, Mis papas, Tórtola, paloma, Perro, Gusano, Pez).

Dentro del marco anterior ha de considerarse lo mencionado por White (2000) en la investigación documental que realizó Rincón (2011), al reconocer como una dificultad, que los estudiantes no tengan en cuenta los componentes abióticos al abordar el concepto de ecosistema, lo cual es comparable con lo expuesto en el párrafo anterior donde los

estudiantes E.4.4 y E.5.1 con diferentes expresiones dejan en evidencia que no diferencian entre un objeto, un elemento biótico muerto y un elemento abiótico.

De igual forma, durante la actividad virtual un integrante del equipo G.3 incluye a sus padres en los factores bióticos durante la socialización (Ver figura 32). Asimismo, en las cartografías de los equipos G.6 y G.7 (Ver figura 35) se considera al ser humano como parte del ecosistema; además, en la actividad mencionada al inicio del párrafo, ningún estudiante que participó desde la virtualidad incluyó los hongos, virus y bacterias en la lista de factores bióticos, aunque algunos estudiantes que participaron desde la virtualidad lograron al final con sus equipos (G.1, G.4, G.6 Y G7) plasmar en las cartografías (Figura 35), al menos uno de estos organismos.

Figura 35.

Cartografías equipo G.6: Cerro Picacho; G.7: Cerro Tres Cruces.



Cartografía del Cerro el Picacho y el Cerro tres cruces, respectivamente

Figura 36.

Cartografías equipo G.1 Cerro Pan de Azúcar; G.4 Cerro Quitasol; G.6 Cerro Picacho; G.7 Cerro Tres Cruces.



Cartografía Cerro Pan de Azúcar Y Cerro Quitasol



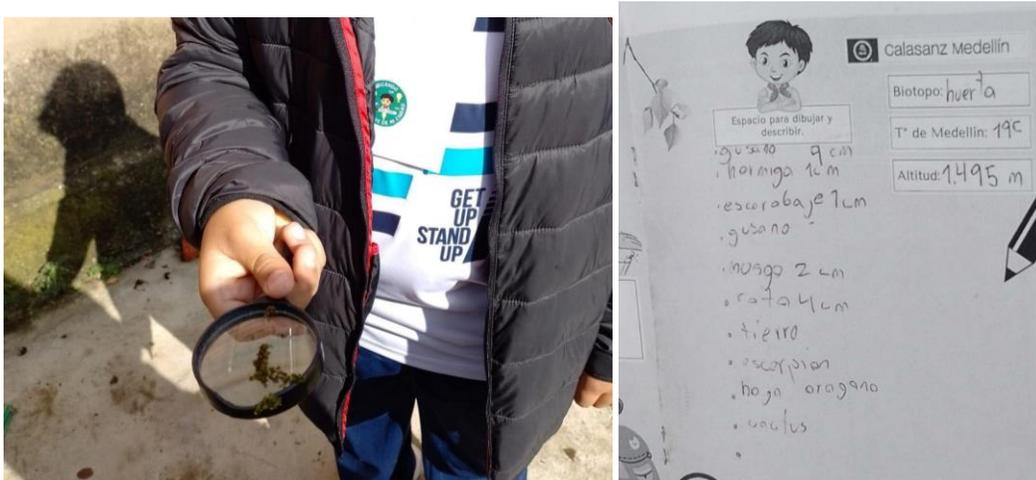
En cuanto a la actividad presencial en donde los estudiantes asistieron a la huerta y plasmaron sus evidencias en una cartilla (Ver anexo H) se evidenció el reconocimiento de factores bióticos, como las bacterias, pues la persona encargada de explicar los procesos de composta mencionó la importancia de estos microorganismos para la descomposición de la materia orgánica. Esta explicación llevó a que los estudiantes reflexionaran sobre este proceso, en el caso del estudiante E.1-G.4, mencionó “¿todo esto lo hacen las bacterias?” a lo que el estudiante E2-G.4 responde “Sí, todo lo hacen las bacterias” y aunque no supone

ser una conversación profunda sobre lo sucedido en el momento, si permite apreciar una aproximación a la reflexión del papel de las bacterias en algunos procesos naturales.

Siguiendo esta línea, los estudiantes en equipo identificaron el musgo lo cual les causó gran sorpresa primero por su presencia y segundo porque, aunque antes lo habían visto, no se habían acercado a él de una forma directa (tocándolo), con este “descubrimiento” los estudiantes decidieron agregarlo en la lista de los elementos que iban reconociendo en la guía (Ver figura 37), lo cual significó una integración al ecosistema de un organismo que no consideraban parte de él.

Figura 37.

Actividad presencial: Factores bióticos y abióticos.



Ahora bien, en relación con el reconocimiento de factores abióticos, antes de iniciar la exploración, a los estudiantes se les comunicó la temperatura a la que estábamos a esa hora en Medellín, esto con el fin de explicar la relación de la temperatura en el funcionamiento del ecosistema, así mismo se les explicó muy brevemente la implicación de la altitud (msnm) en la variación de la temperatura y en la presencia de distintos animales según sus adaptaciones. Ya en la exploración, se hizo énfasis en la importancia de la tierra,

el sol, la humedad, la luz y la sombra en los procesos de descomposición y de reproducción de algunas especies tanto de plantas como de animales y microorganismos. Con esta información fue posible apreciar que los estudiantes, en su exploración por equipos, se acercaban a los lugares donde había una mayor exposición a la luz solar para averiguar qué organismos podían encontrar, así mismo se acercaban a los lugares con sombra y también exploraron los lugares donde había presencia de material hecho por los seres humanos como los ladrillos y el punto de reciclaje.

Estas dos actividades realizadas tanto de forma virtual como de forma presencial, para identificar los factores bióticos y abióticos responden a lo sugerido por García (2003) en cuanto a que la aproximación a un problema, en este caso formulado mediante una pregunta ¿Por qué es importante ser guardián de los cerros?, debe hacerse desde actividades que permitan que el estudiante le encuentre sentido a lo que está haciendo, por ejemplo, con experiencias de contacto con el medio.

A lo anterior se suma, en cuanto a la identificación de factores bióticos y abióticos, lo encontrado en la actividad “Carta para el gobernador” en la cual los estudiantes mediante una carta exponían sus razones por las que se deben proteger los cerros tutelares, con estas evidencias se identificó, de acuerdo al informe arrojado por ATLAS.ti, herramienta utilizada para el análisis, que cinco estudiantes mencionan los factores abióticos y bióticos en sus cartas, relacionando comentarios como, por ejemplo, el del estudiante E.1-G.6 cuando menciona *“cuide los Cerros teniendo en cuenta a los seres bióticos y abióticos, la flora entre muchas más”*. así mismo el comentario del estudiante E.3-G.3 *“Ahora son importantes porque tienen mucha biodiversidad, factores bióticos y abióticos”* y el del estudiante E.1 del equipo G.1 quien menciona de forma muy general *“En reducido hay que cuidar los factores bióticos y abióticos que tienen”*

Por el contrario, 11 estudiantes solo escribieron acerca de los factores bióticos por ejemplo el estudiante E.3 del equipo G.4 menciona en su carta *“54 por ciento de fauna y flora de Antioquia se iría”* de igual forma el estudiante E.3 del equipo G.1 menciona *“ Los cerros son muy importantes porque tienen muchos árboles y plantas para respirar, también existen los animales en los cerros para reproducirse y algunos para comer”* ,

Es interesante resaltar el comentario del estudiante E.2 del equipo G.4 pues en su carta referencia también a las bacterias, específicamente cuando dice *“afectamos mucho a las bacterias y eso pasa por el daño que le hacemos”*. Teniendo presente que esta actividad se desarrolló en los últimos días del proyecto, cuando los estudiantes ya se habían acercado al concepto ecosistema desde el contexto de los cerros, se evidencia avance en la inclusión de elementos importantes para el ecosistema; sin embargo, la mayoría de los estudiantes no relacionan los factores abióticos como esenciales para la existencia de los organismos de un ecosistema y tampoco son precisos a la hora de hablar de ellos. Con esto se respalda lo planteado por García (2003) en cuanto a que si se mencionan factores abióticos se describen aspectos más visibles como la luz, la tierra y el agua.

En definitiva, al analizar el nivel de evolución de aprendizaje relacionado con los factores bióticos y abióticos se puede inferir, al considerar como punto de partida los dibujos realizados en la indagación de concepciones previas, que los estudiantes aumentaron la cantidad de factores bióticos y abióticos dentro de un ecosistema al visitar la huerta e identificar los factores bióticos y abióticos en la casa y sus alrededores ya que, al final lograron incluir bacterias, virus, hongos, el ser humano y animales diferentes a los domésticos (abejas, hormigas, zorro perruno, serpientes y patos). De manera similar ocurrió con los factores abióticos, ya que, al comparar los dibujos obtenidos en la indagación de ideas previas con la construcción de los productos finales, se observa que se consideran más factores abióticos como el viento, la tierra, la luz solar y el agua por lo que se ubican

en el nivel uno o nivel aditivo donde los estudiantes van agregando elementos y relaciones a lo que corresponde un ecosistema, esto según los planteamientos de García (2003).

Tabla 17.

Nivel de progresión frente a los factores bióticos y abióticos.

Nivel	No. estudiantes	Justificación	Evidencias
0	0	El estudiante no representa los componentes bióticos de un ecosistema y tampoco es posible identificar su idea de ecosistema.	No aplica
1	12	Hay que tener en cuenta que aunque permanezcan en el mismo nivel no se toma como algo negativo si se tiene en cuenta que los estudiantes agregan más elementos al ecosistema como la cantidad de factores bióticos (bacterias, hongos, ser humano y algunos animales como abejas, hormigas, zorro perruno) y abióticos(Altitud dentro de un ecosistema).	 <p>G.7 Incluyendo hongos en sus cartografías</p>  <p>G.1. Relacionando altitud del cerro</p>

Subcategoría: Biocenosis y el biotopo

En esta subcategoría se consideran las relaciones que existen entre la biocenosis, que incluye Plantas, el ser humano, hongos, bacterias y virus; estas relaciones pueden ser intraespecíficas cuando ocurren entre poblaciones o interespecíficas cuando se da entre comunidades. Además, se consideran las relaciones que suceden entre la biocenosis y el biotopo.

En las respuestas que dieron los estudiantes durante la actividad de la escalera, se logró apreciar que, en general, reconocen diferentes tipos de relaciones intraespecíficas, aunque el equipo G.6 confunde la relación de cooperación estatal con la relación colonial. Esto se pudo percibir durante el juego mencionado, en el momento que el equipo se puso de acuerdo y respondió: *Una relación colonial*, al llegar a la pregunta: ¿Qué tipo de relación representan las hormigas? Luego, durante una actividad evaluativa realizada al finalizar la etapa de desarrollo, este mismo equipo al preguntar: Menciona las relaciones intraespecíficas e interespecíficas que hayas identificado en el Cerro tutelar y cita algunos ejemplos, respondieron: *Relación familiar es cuando hay una familia y se ayuda. Estatal, es cuando hay una colmena y todos tienen una función. Competencia es cuando hay animales peleando por territorio, comida y pareja.*

Más adelante, en el cuadrorama la relación de cooperación estatal fue plasmada por G.4, y G.7 representada por una colmena de abejas y un hormiguero, respectivamente (Ver figura 38).

Figura 38.

Representación relación estatal G4 y G7.



Por otro lado, en los cuadrorama los estudiantes representaron en las relaciones interespecíficas la polinización, la simbiosis, la competencia, el parasitismo y la depredación. Lo anterior, demuestra un avance referente a las ideas previas mencionadas por Rincón (2011), evidenciadas en la indagación de ideas previas, específicamente en la figura 21, en donde se afirma que los estudiantes consideran más las relaciones antagónicas que de cooperación.

De la misma forma, se evidencia que en el informe de ALTAS.ti, se encontró que dos participantes mencionan en sus cartas las relaciones intraespecíficas e interespecíficas, aunque no especifican ni explican un tipo de relación en particular. Por ejemplo el comentario del estudiante E.3-G.4 relaciona las relaciones cuando menciona *“en los cerros hay relación intra e interespecífica”*, y el estudiante E.4 del equipo G.6 *“como los factores bióticos y abióticos y las relaciones intraespecíficas e interespecíficas”* Sin embargo, se resalta el comentario del estudiante E.1 del equipo G.3 pues referencia *“Cuidar los árboles porque ahí suceden algunas relaciones como comensalismo, competencia entre los árboles”* y el comentario del E.1 del equipo G.5 *“tienen relaciones interespecíficas e intraespecíficas como la competencia, el gregarismo, el mutualismo y muchas otras más”*

Estos dos estudiantes permiten evidenciar un reconocimiento de otras relaciones además de la depredación.

De esta manera, se evidencia la dificultad de los estudiantes para establecer relaciones, lo cual va de acuerdo a los planteamientos de García (2003), al indicar que en el nivel 1 o aditivo son más relevantes los elementos que las relaciones, lo que también se reforzó durante el espacio de reflexión otorgado para hablar de los servicios ecosistémicos cuando G.4 enfatizó *la importancia de la cantidad de abejas para brindar el servicio de polinización*; además, G.5 comentó que *para que el cerro el volador pudiera existir deben haber muchos árboles*.

En cuanto a la relación entre la biocenosis y el biotopo, durante la socialización con los estudiantes que participaron de manera virtual en el reconocimiento de factores bióticos y abióticos el integrante E.1 del grupo G.3 explica: *La tierra es importante porque allí se siembran los árboles que luego van a servir de pulmones a la ciudad*. Este argumento es contradictorio a lo indagado por Magntorn (2007), cuando expone que los estudiantes difícilmente establecen relaciones entre los factores bióticos y abióticos, que solamente suelen mencionar relaciones causales entre los componentes bióticos, haciendo referencia al nivel más cercano entre ellos. En cambio, en la presente investigación se puede apreciar cómo el estudiante establece una relación entre un factor abiótico (Tierra) y otro biótico (árboles), al mismo tiempo que establece una relación entre dos factores bióticos, al mencionar las plantas como fuente de oxígeno de los ciudadanos.

Adicionalmente, durante una actividad evaluativa el equipo G.2 al solicitarles que describieran la importancia de los factores abióticos para la vida de los organismos en los Cerros, respondieron: *La tierra es importante para que las hormigas puedan hacer sus colmenas, e igual de importante es el agua, la tierra y el aire porque son esenciales para vivir en un Cerro y en todo el mundo*.

Otro asunto que permitió conocer la percepción que tienen los estudiantes, acerca de la relación entre la biocenosis y el biotopo fue un espacio de reflexión en el cual algunos estudiantes relacionaron el tipo de flora y fauna de un ecosistema con las características del territorio, por ejemplo, la estudiante identificada como E.1.3 menciona que *si una ciudad está al nivel del mar hace mucho calor, entonces hay palmas y animales con poquito pelo*; luego E.4.2 añadió: “Así como un oso polar puede vivir en el frío porque tiene mucho pelo y le ayuda a soportar el frío”

Así las cosas, se puede afirmar que los estudiantes se encuentran en una transición entre el nivel uno y el dos, de acuerdo con los niveles de progresión enunciados por García (2003). Lo anterior se fundamenta en el hecho que los estudiantes hayan enunciado relaciones interespecíficas diferentes a la relación depredador-presa e identificarán diferentes tipos de relaciones intraespecíficas, lo cual se corresponde con algunos de los conocimientos que tienen los estudiantes que se sitúan en el nivel dos; de igual manera, hay expresiones que permiten evidenciar que algunos estudiantes reconocen elementos abióticos poco evidentes como la temperatura y, relacionan esta condición ambiental con las características físicas de los animales que habitan en un lugar determinado.

Subcategoría: Ser humano y los ecosistemas

En esta subcategoría se considera como relación entre el ser humano y los ecosistemas el reconocimiento por parte de los estudiantes de dinámicas sociales, culturales y políticas dentro de los cerros tutelares; así como beneficios que obtenemos gracias a la existencia de estos lugares.

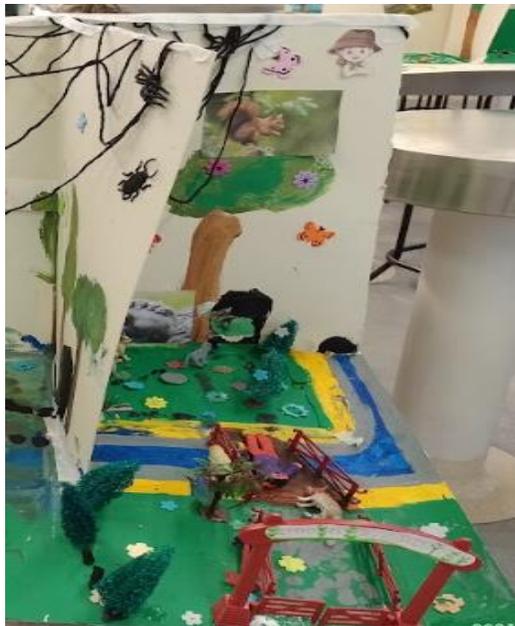
Para iniciar este análisis recordamos la sesión en la que se realizó el diálogo acerca de los servicios ecosistémicos cuando E.2.1 resaltó la importancia de los árboles para el ser humano al decir lo siguiente: *“Los árboles son pulmones porque ellos cogen del aire el carbono que contamina y sueltan el oxígeno con el que los seres humanos respiramos”*.

Además, G.3 reconoció que dependemos de los ecosistemas para alimentarnos al afirmar que *“el gas es un servicio ecosistémico que sacamos de la naturaleza y nos sirve para hacer la comida y bañarnos”*

Acontece, además, que G.6 recalcó la importancia de los ecosistemas para el ser humano al representar en el cuadrorama el servicio ecosistémico cultural (Ver figura 39), destacando durante un espacio de reflexión lo divertido que es asistir a estos lugares para pasear las mascotas y compartir con la familia.

Figura 39.

Representación servicios ecosistémico cultural G.6



Además, G.2 al investigar sobre las particularidades del Cerro La Asomadera encontraron que en este lugar algunos de los visitantes acudían para comprar y consumir drogas. En el momento de crear la cartografía uno de los integrantes del equipo no estaba de acuerdo con representar la venta de drogas, justificando que esto era algo malo y que la cartografía no iba a quedar bonita con ese letrero (Ver figura 40). Más adelante, durante

la socialización de los servicios ecosistémicos al mencionar los recursos medicinales, uno de los integrantes del equipo mencionado dijo: *“Las drogas no son malas, solo que hay personas que no las utilizan bien, en cambio otros sí las utilizan bien y curan enfermedades con ellas”*.

Figura 40.

Cartografía G.2- Cerro la Asomadera



Se hace pertinente resaltar también lo que dos estudiantes sugieren en sus cartas con respecto al consumo de drogas en los cerros, en la carta el estudiante E.1 del equipo G.6 menciona *“Que vaya a supervisar las actividades de los cerros y prohibir las drogas”* y el estudiante por el E.2 del G.2 pues menciona *“no permita el narcotráfico”*. lo anterior puede significar entonces, una reflexión sobre los problemas sociales que hay en los cerros tutelares.

Retomando el asunto de las cartas, también resaltamos algunos fragmentos escritos por E.3.1 quien inicia la carta escribiendo *“Señor Gobernador de Antioquia puedes cuidar los Cerros haciendo normas de no tirar basura, no a la tala de árboles, hay que cuidar los árboles porque suceden algunas relaciones como comensalismo, competencia entre los*

árboles y el turismo se puede aumentar si el Cerro es bien cuidado...También los factores abióticos se tienen que cuidar porque es un centro turístico y de nuestra cultura". En estos fragmentos el estudiante identifica paralelamente el servicio ecosistémico de soporte y el cultural.

En síntesis, en los párrafos anteriores se puede apreciar cómo los estudiantes lograron identificar dinámicas sociales y culturales, que al mismo tiempo están relacionadas con algunos servicios ecosistémicos y con comportamientos que amenazan la existencia de estos lugares, lo que de alguna manera conduce a reflexiones que van en línea con la idea de Guanche (2014), quien afirma que, abordar los temas de la biología de diferentes maneras, permite que los estudiantes generen una conciencia frente al entorno en el que habitan y se consideren parte de un sistema donde todas las partes se articulan para mantener el equilibrio en el medio natural.

6.1.3 Categoría: Creatividad y enfoque STEAM

"Creatividad es el proceso de ser sensible a los problemas, a las deficiencias, a las lagunas del conocimiento, a los elementos pasados por alto, a las faltas de armonía, etc.; de resumir una información válida; de definir las dificultades e identificar el elemento no válido; de buscar soluciones; de hacer suposiciones o formular hipótesis sobre las deficiencias; de examinar y comprobar dichas hipótesis y modificarlas si es preciso, perfeccionándose y finalmente comunicar los resultados". Torrance (1976)

Para el análisis de esta categoría, la cual pretende reflexionar sobre el proceso creativo de los estudiantes y el desarrollo de las áreas STEAM tanto en los productos elaborados a lo largo del proyecto como del producto final, se decidió dividirlo en dos partes, en un primer lugar se describen las consideraciones tenidas en cuenta para examinar cómo

fue el proceso creativo en los participantes y en un segundo momento se describen algunas de las habilidades que se potenciaron en cada una de las sesiones del proyecto.

Desarrollo de la creatividad a lo largo del proyecto

En este primer análisis se tomó como base la Rúbrica de creatividad e innovación para el ABPy (Ver Anexo A) definida por el BIE, la cual sirvió para evaluar los productos de la cartografía y el cuadrorama construidos por cada grupo de estudiantes. Así mismo y para fortalecer el análisis se definieron cuatro subcategorías (Ver tabla 18), de acuerdo con las características que permiten evaluar la creatividad descritas por Guilford (1965).

Tabla 18.

Subcategorías Creatividad

Categoría	Subcategorías
Creatividad y enfoque STEAM	Fluidez Flexibilidad Originalidad Elaboración

Subcategoría Fluidez

Retomando lo expuesto por Guilford (citado en Laime 2005), se reconoce la fluidez como la capacidad de producir ideas, asociaciones o expresiones, así como respuestas verbales. Algunas de estas capacidades se evidenciaron durante la construcción de los productos finales y la exposición de estos.

De manera general, resaltamos la capacidad que mostraron los estudiantes para producir ideas al momento de planear la construcción de la cartografía y el cuadrorama, como la forma en la que se iban a sostener los cartones de paja en el cuadrorama; el uso

de materiales como, por ejemplo, utilizar hilo para simular una telaraña o representar heno, y la mezcla de témperas para obtener diferentes colores.

Específicamente, se destaca la exposición de G.4, en la que, al mencionar la relación intraespecífica estatal representada por abejas, inmediatamente asocian estos insectos con el servicio ecosistémico de polinización e invitan a cuidarlos, enfatizando que son estos los encargados de la dispersión de semillas en la naturaleza.

Subcategoría Flexibilidad

En cuanto a la flexibilidad, Guilford (citado en Laime 2005) señala que esta se entiende como la capacidad de superar la rigidez en el pensamiento, tener disposición para cambiar ideas y evitar aplicar procedimientos tradicionales al momento de considerar alternativas para enfrentar un problema, se identificó de manera general en los siete equipos de trabajo en el momento de ahondar en el concepto de ecosistema, concretamente en la sesión 1 de la fase de desarrollo se planteó la pregunta *¿cómo se formaron los Cerros tutelares?*, los estudiantes plantearon tanto ideas creacionistas como evolucionistas, por ejemplo, un integrante de G.6 dijo: *“fueron creados por Dios”, mientras, otro perteneciente a G.4 afirmó: “Los Cerros y las montañas aparecen cuando hay temblores de Tierra” otro más agregó: “por acumulación de rocas”*. En este punto es importante resaltar que en el momento que los estudiantes exponen sus respuestas, ningún compañero expresó que estaba en desacuerdo con ellas, por el contrario, escuchaban y continuaban proponiendo otras alternativas, e incluso uno advirtió: *es otra opción, pero no se sabe cómo se formaron*. E incluso, al momento de abordar esta pregunta desde la teoría de placas tectónicas, un estudiante perteneciente al grupo G.3 dijo *de todas maneras las otras respuestas están buenas*.

De igual forma, se reconoce la disposición de los estudiantes para improvisar instrumentos con objetos que se usan en la cotidianidad, como sucedió al momento de trazar un círculo en el cartón paja que se iba a construir en el cuadrorama, cuando uno de los participantes propuso utilizar un cordón y un lápiz para no tener que esperar el turno del compás.

Subcategoría Originalidad

Ahora bien y entendiendo la originalidad, desde la visión de Guilford (citado en Laime 2005), como la disposición de ver las cosas de manera diferente, única, y novedosa, la capacidad de sorprender y que sea poco frecuente, se destaca la forma de presentar la cartografía del equipo G.6. Pues en el diseño, los estudiantes plasmaron imágenes ampliadas o con “zoom” de diversos asuntos que consideraron importantes de resaltar como, asuntos culturales (sitio de peregrinación), dinámicas sociales (paseo de mascotas, ventas informales y fogatas) y diversidad biológica (aves, árboles, hongos y flores). (Ver figura 41)

Figura 41.

Cartografía G.6- Cerro Picacho



De forma similar, y siguiendo la definición de originalidad, se destaca la aproximación que los estudiantes del equipo G.7(Ver figura 42) realizaron de un hormiguero, pues para su construcción hicieron uso de materiales reciclados como el papel periódico, cajas de cartón y otros materiales y lo elaboraron con una idea ingeniosa, de igual forma sucedió con e G.6 quienes representaron los árboles con materiales reciclados. (Ver figura 42)

Figura 42.

Representación relación intra e interespecífica G.7; G.6



Con estas representaciones los estudiantes demuestran un alto grado de originalidad en sus producciones, puesto que haciendo uso de distintos materiales lograron plasmar sus ideas de forma que se distinguen entre equipos. Asimismo, es interesante resaltar que los estudiantes hicieron uso de colores que daban un toque armónico al cuadrorama en general.

Subcategoría elaboración

En cuanto a la elaboración, descrita por Guilford (1967) como la habilidad que tiene una persona para desarrollar y/o perfeccionar una idea, así como la capacidad de agregar elementos o rasgos a su producción original alcanzando niveles de complejidad y detalle.

Al respecto, se pudo observar en los estudiantes un grado de desarrollo progresivo para la construcción del producto final, ellos iban agregando o eliminando elementos que consideraban eran los que mejor representaban sus ideas, al tiempo que iban introduciendo elementos que para ellos debían estar en los cerros. Por ejemplo, el producto final de G.1 (Ver figura 43) representa la conjunción de todos los elementos que hacen parte del Cerro Pan de Azúcar, así como las ideas de los estudiantes y sus apreciaciones sobre este lugar. Con esta representación, los estudiantes agregaron detalles que iban enmarcados en los componentes sociales y ambientales propios de su Cerro Tutelar.

Figura 43.

Representación G.1 Cerro Pan de Azúcar



En conjunto, estas cuatro subcategorías permiten poner en evidencia cómo se fue desarrollando la creatividad a lo largo del proyecto, con procesos estrechamente relacionados con la expresión de ideas y desde la interpretación de las vivencias personales y ajenas.

En este punto nos parece importante destacar el análisis desde lo que en la artística se considera frente a estos procesos de creación, específicamente del producto final, pues los estudiantes se acercaron a una construcción de conocimientos, actitudes y valoraciones

desde la puesta en escena de diversos elementos compuestos por una estructura y dotados de significado para ellos, construcción que se enmarcó en la apreciación artística de los participantes hacia los productos de sus compañeros mediante la valoración tanto en la presentación de la cartografía como del producto final, esta actividad permitió que el estudiante desde el papel de evaluador, reflexionará de forma sensible a la producción artística que se le estaba presentando, permitiendo la construcción de juicios. En la figura 44 se logran apreciar algunas de las construcciones de los estudiantes evaluadores.

Figura 44.

Evaluación de estudiante E.2.G.4

Indicaciones			
En este formato ustedes evaluarán el trabajo que sus compañeros hicieron en el proyecto "Guardianes de los cerros" y que se presenta en la exposición.			
Nombre del cerro a evaluar	pan de azucar		
Criterio/Calificación	1	2	3
Creatividad		X	
Originalidad			X
Estilo			X
Materiales	X		
Actitud	X		
Responsabilidad			X
Participación			X

Observaciones:

- les falta poder más cosas
- Pudieron haber puesto más material
- unos miembros del equipo se retiraron
- Fueron responsables
- respondieron bien y todos los del equipo participaron

Al igual que desde la posición del estudiante expositor/creador, se pudo apreciar la sensibilidad con la que se acercaron a los conocimientos, así como el desarrollo de habilidades que les permitieron imaginar, proyectar y concretar su producción artística y la creación de las condiciones para que dichos productos fueran presentados a los pares.

En conclusión, con la aplicación de este proyecto se logró evidenciar cómo se aportó al desarrollo de la creatividad en los estudiantes, en el sentido en el que ellos para todo el proceso tuvieron primero que asumir determinadas tareas, segundo tener una autonomía en la toma de decisiones, que si bien contaban con el acompañamiento de las maestras investigadoras ellos eran quienes tomaban las decisiones y tercero un desarrollo del

pensamiento reflexivo frente a las distintas situaciones nuevas que se les presentaban. (Abrantes, 1994; Letelier, López Martínez, 1994).

Reflexiones sobre el enfoque STEAM a lo largo del proyecto

Ahora bien, haciendo una reflexión de las áreas que están involucradas en el enfoque STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) junto con el desarrollo del proyecto, se presenta este análisis, en el que se destacan de forma general las habilidades que se potenciaron desde las distintas actividades desarrolladas.

A grandes rasgos, en el desarrollo del proyecto se logró mantener un enfoque interdisciplinar entre las áreas STEAM, por ejemplo, en diferentes actividades del proyecto, se percibieron actitudes que desde las ciencias se desarrollan, como ocurrió durante la lectura y socialización de infografías, plegables y folletos, donde los estudiantes, a través de preguntas e intervenciones demostraron su curiosidad por querer saber sobre los ecosistemas, concretamente los Cerros tutelares; paralelamente, tomaron una actitud crítica al momento de conocer las diferentes actividades que se practican en estos lugares e intervenían para dar a conocer su inconformismo con algunas de estas prácticas, mientras otros lo manifestaron en una carta dirigida al Gobernador de Antioquia; asimismo, la reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro se evidenció en una sesión otorgada para reflexionar acerca de los servicios ecosistémicos donde las investigadoras junto a los equipos de trabajo reconocieron que las malas prácticas realizadas en el pasado tienen en riesgo los servicios ecosistémicos que ofrecen los Cerros Tutelares y, de continuar con ellas, privamos a las futuras generaciones de disfrutar de estos lugares de esparcimiento.

Además, se suma la disposición para trabajar en equipo, ya que durante todo el proyecto se logró apreciar cómo se fue fortaleciendo esta habilidad en la medida que se

avanzaba con las actividades; así como la habilidad para observar, recoger y organizar información, sobre todo durante la visita a la huerta de la institución (Ver figura 45), lugar donde los participantes tuvieron la oportunidad de observar, identificar y clasificar los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema.

Figura 45.

Observando una paca de composta.



En cuanto a la tecnología, se destacó la competencia comunicativa y colaborativa, que se evidencio durante la ejecución del proyecto, sobre todo en las primeras actividades que se desarrollaron a la par con estudiantes que asistían a la institución educativa y con los que se conectaban desde sus casas utilizando medios digitales, tanto para acceder a las clases, como para participar en actividades creadas en plataformas de este tipo; adicionalmente, los estudiantes en sus equipos de trabajo se pusieron de acuerdo para seleccionar herramientas y materiales que facilitarían la modelización y construcción del prototipo y la elaboración de la cartografía (Ver figura 46).

Figura 46.

Construcción cartografía.



Con respecto al arte, hay que mencionar que el proyecto parte de una necesidad que se plantea en la pregunta orientadora: ¿Cuál es la importancia de ser un guardián de los cerros Tutelares de mi ciudad?, que guio a los estudiantes a la construcción de una obra artística la cual requería de ellos sensibilidad para reconocer los factores que hacen parte del ecosistema, en este caso del cerro, como los sociales y ambientales. asimismo, se promovieron habilidades que son propias de esta disciplina, como lo es la composición bidimensional al aplicar en sus productos finales textura y profundidad; la teoría del color, pues, aunque no fue explicada directamente, en las representaciones se pueden apreciar porque existe un equilibrio entre los colores utilizados. (Ver figura 47)

Figura 47.

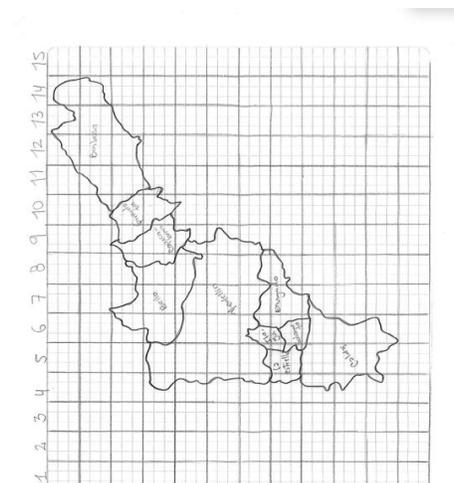
Cartografía G.6 - Cerro el Picacho



Por otro lado, desde las matemáticas se logró que los estudiantes ubicaran en el mapa del área metropolitana cada Cerro tutelar a través de un plano cartesiano (figura 48), que los estudiantes inmediatamente asociaron con el área de matemáticas y con un juego llamado guerra naval, lo que de alguna forma motivó a los estudiantes a divertirse durante la realización de esta actividad. Habría que decir también, que esta área se fortaleció en el proceso de modelización durante la construcción del prototipo.

Figura 48.

Mapa del Valle de Aburrá



Adicionalmente, durante el proyecto se evidenció que los estudiantes con su interés por conocer más sobre el cerro del cuál estaban trabajando se iban a distintas fuentes como sus familiares y páginas web para localizarlos en la ciudad para poder visitarlos, fortaleciendo su posicionamiento espacial por ejemplo el E.1 del equipo G.3 mencionó *“el fin de semana pasado fui a visitar el cerro Nutibara con mis papás”*. Asimismo, el estudiante E.1 del equipo G.4 le mencionó a la maestra investigadora que *“ya se dónde queda el Cerro Quitasol, ayer lo vi hacia el norte del Valle de Aburrá”*. Es así que se evidenció como con este proyecto se fortaleció el posicionamiento espacial de los estudiantes frente a la ubicación de los cerros. Lo anterior, está enmarcado en el área de ciencias sociales, que se implementó atendiendo a uno de los desafíos que enfrenta el enfoque STEAM, al considerar que sólo la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática contribuyen al desarrollo social y económico de los países.

La habilidad comunicativa, que es transversal en las áreas del enfoque STEAM, se evidenció específicamente en los procesos en que los estudiantes tenían que comunicar sus construcciones, que para el proyecto fueron dos momentos, primero en la divulgación de lo que habían hecho en la cartografía (Ver figura 49) y, segundo en la divulgación del producto final (Ver figura 50).

Figura 49.

Exposición de cartografías.



Figura 50.

Exposición cuadorrama.



Aunque se resalta que esta habilidad se potenció a lo largo del proyecto, pues los estudiantes comunicaban constantemente sus intenciones o ideas de su producto final con las maestras investigadoras y entre ellos también comunicaban sus ideas para tomar decisiones.

7. Conclusiones

Después del análisis anterior, entendiendo que este proyecto se desarrolló en una época centrada en una emergencia sanitaria provocada por la Pandemia del Covid 19 y que además pretendía evaluar la incidencia de un proyecto con enfoque STEAM en el aprendizaje del concepto ecosistema se presentan las siguientes conclusiones:

En primer lugar e indagando sobre las ideas previas de los estudiantes, se rescatan las aproximaciones que los participantes tiene sobre el concepto ecosistema, debido a que suponen que no les es indiferente y permite ubicarlos en un nivel donde se reconocen algunos elementos, sin embargo, se hace necesario fortalecer este concepto desde el contexto real del estudiante, para generar una conciencia y reflexión de los problemas socioambientales, a raíz de alterar el equilibrio del ecosistema, como por ejemplo una pandemia, para una toma de decisiones inteligente en sus formas de actuar y de relacionarse consigo mismo, con el otro y lo otro.

Partiendo de los análisis generados en la categoría de ideas previas, en la cual los estudiantes se ubican de acuerdo a los niveles de progresión relativas al concepto ecosistema planteados por García (2011) en el uno o aditivo, se concluye que, si bien los estudiantes no lograron avanzar al nivel dos, luego de la participación en un proyecto con enfoque STEAM en el marco de una pandemia, si lograron un mayor acercamiento a este, al tiempo que consiguieron incluir más elementos, como hongos, virus, bacterias, animales diferentes a los domésticos y factores abióticos poco evidentes dentro de un ecosistema, lo cual se considera como un avance dentro del mismo nivel aditivo; además, logran establecer algunas relaciones entre factores bióticos y abióticos pertenecientes a la biocenosis.

Sumado a lo anterior y resaltando a la valoración de la creatividad fue posible identificar que un proyecto de este estilo, permite potenciar la habilidad en niños y niñas que se encuentran entre 11 y 12 años de edad, permite además destacar capacidades innatas de los estudiantes lo cual concuerda con los beneficios del aprendizaje basado en proyectos en el aula, así mismo permite dar solución a uno de los problemas que se plantearon en la investigación en cuanto a la falta de estrategias que permitan una participación activa del estudiantado.

De igual forma, el ABPy, se reconoció en el transcurso del proyecto, como una herramienta muy valiosa para acercar a los estudiantes a las áreas del enfoque STEAM, pues en cada una de las actividades planteadas se potenciaron habilidades como lo son el pensamiento crítico, científico y analítico propio de áreas como la matemática, la ingeniería y la tecnología, el pensamiento creativo, comunicativo y resolutivo propios tanto del arte como de las otras áreas y por supuesto la investigación, la exploración de hechos y fenómenos, la observación, la persistencia, la crítica y apertura mental y la disponibilidad para tolerar la incertidumbre.

Adicionalmente, el trabajo en equipo, colaborativo, las habilidades manuales y artísticas se fortalecieron, lo cual es necesario luego de una pandemia de casi dos años donde los estudiantes estuvieron encerrados en sus hogares sin la posibilidad de compartir con sus compañeros y experimentar la construcción de conocimiento colectivo, por lo que se sugiere que se potencien estas metodologías en la escuela y más en la época en la que estamos viviendo, pues la Pandemia de alguna manera transformó la forma como nos relacionamos con los otros.

8. Recomendaciones

Algunas de las recomendaciones que surgen del trabajo anterior son que, primero se sugiere aplicar la metodología de enseñanza aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM con grupos de estudiantes que asistan en la misma modalidad, es decir, que todos participen de forma virtual o todos asistan presencial, pues de esta forma se podría conocer como incide la modalidad en la aplicación de esta metodología.

Adicionalmente, se recomienda diseñar e implementar esta estrategia en compañía de docentes de otras áreas, con el fin de fortalecer el enfoque interdisciplinar e incorporar el uso de herramientas tecnológicas relacionados con programación robótica y Apps.

Finalmente, se sugiere mayor investigación frente a la aplicación de metodologías activas en diversos contextos, cómo se incorporan las áreas STEAM al proceso, también se sugiere capacitar a los docentes en la aplicación de estas estrategias en sus aulas de clases y haya mayor apertura a nuevas experiencias de aprendizaje en las instituciones.

9. Referencias

- Aguirregabiria Barturen, J., y García Olalla, A. M. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
- Armenteras, D., Gonzales C. Vergara, L., Luque, F. Rodriguez, N., Bonilla, M. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Revista ecosistemas*, 25 (1), (p.p 83-89).
- Banco interamericano de desarrollo BID (2020) *Tecnología: lo que puede y lo que no puede hacer por la educación*.
- Bell-Basca, B., Grotzer, T., Donis, K. & Shaw, S. (2000). Using domino and relational causality to analyze ecosystems: realizing what goes around comes around. *Paper presented in National Association of Research in science Teaching (NARST)*. New Orleans, 1- 28.
- Bermúdez, G. y De Longhi, A. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*,7(2).
- Bello, Silvia. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*. (p.210-217)
- Bogdan, R. y García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Brage, L. B. (2004). Bases metodológicas de la investigación educativa. *Universitat de les Illes Balears*.
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 42, 117-135. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>.
- Carrascosa A. J. (2005) El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 2, nú m. 3, 2005, pp. 388-402 Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA Cádiz, España
- Casado, R. y Checa, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. Píxel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, (58), 51-69.

- Cascales, A., Carrillo, M. E. y Redondo, A. M. (2017). ABP y tecnología de la Educación Infantil. Píxel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 50, 201-209. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i50.14>
- Cisterna, F. C. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). La Educación Científica en Chile: Debilidades de la Enseñanza y Futuros desafíos de la Educación de profesores de Ciencia. *Estudios pedagógicos*, vol. 36 (2), 279-293.
- Couso, D., López, V., y Simarro, C. (2018). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas deficiencias, matemáticas y tecnologías. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 5XX.
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación.* Madrid: Editorial Morata.
- Domènech-Casal J. (2014). "De corregir los exámenes a corregir los aprendizajes: hacia la mejora en la evaluación", en *Aula de Secundaria*, n.º 6, pp. 10-15.
- Domènech-Casal J. (2016) Apuntes topográficos para el viaje hacia el #ABP. *Cuadernos de Pedagogía*, 742, 59-62.
- Domènech-Casal J., Lope S., Mora L. (2019) Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 16 (2), 2203.
- Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 17(3), 3202.
- Echeverri, L. M. (2020). Propuesta didáctica que contribuye a la enseñanza de las relaciones entre los seres vivos y algunos ecosistemas. Medellín, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78030/39450002.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Elisondo, R. y Donolo, D. (2011). Los estímulos en un test de creatividad. *Boletín de psicología*, <https://www.uv.es/seoane/boletin/previos/N101-4.pdf>.
- Elisondo, R., Donolo, D. y Limiñana, R. (2018). La medida de la originalidad en las respuestas del test CREA. *Anales de psicología*, 34(1), 197-210
- Fernández Manzanal, R. y Casal Jiménez, M.. (1995). La enseñanza de la ecología. un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las ciencias*. <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n3/02124521v13n3p295.pdf>.

- Fernández-Cabezas, M. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos en el ámbito universitario: una experiencia de innovación metodológica en educación. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*. Revista INFAD de Psicología, 2 (1), 269-278. <http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.939>
- Furió, C., Vilches, A. Guisasola, J. y Romo V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*, <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/45419/243413.pdf?sequence=1>.
- Galeano, M. (2004). Diseño de proyectos en la investigación cualitativa. Medellín, Colombia: *Fondo editorial Universidad EAFIT*.
- García, J. J. G. (1998). La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo. *Revista educación y pedagogía*, (21), 145-173.
- García J. (2003) Investigando el ecosistema. *Investigación en la escuela*. (51), 83-100. Universidad de Sevilla.
- García S. (2017) Conceptos relacionados con el tema de ecosistemas. Aprendizaje desde un aula natural. *Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá, Colombia
- García-Piqueras, M., Sotos Serrano, M. (2021) Regeneración forestal tras un incendio: complejidad y protocolos en una aproximación STEM transversal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1201. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc. 2021.v18.i1.1201
- Glaveanu, V. (2018) Educating which creativity? Thinking Skills and Creativity, 27, 25–32.
- Glowka, L., Burhenne-Guilmin, F y Synge, H. (1996) Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica. *Unión Mundial para la Naturaleza*. Cambridge.
- González-Fernández, María Obdulia, & Becerra Vázquez, Laura. (2021). Estudio de caso del aprendizaje basado en proyectos desde los actores de nivel primaria. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22), e021. Epub 20 de septiembre de 2021. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.859>
- Gonzalez del solar, Ry Marone, L. (2001). The "freezing" of science: consequences of the dogmatic teaching of Ecology. *BioScience*, 51(8), 683-686
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., & Arriasecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria.

- Griffiths, A.K., & Grant, B. A. C. (1985). High school students' understanding of food webs: Identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), 421-436
- Grotzer, T.A., & Basca, B.B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1),16-29. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 18(1), 1802.doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc. 2021.v18.i1.1802.
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3-14.
- Guanche, A. S. (2014). Hacia el perfeccionamiento de la educación ambiental en la escuela primaria. *Revista de Investigación Silogismo*, 1 (14). <http://saber.cide.edu.co/ojs3.2/index.php/silogismo/article/view/155>
- Hernández Sampiere, Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. *México: Nomos S.A.*
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09500690305021?casa_token=v1I-09yiH6sAAAAA:ftJVdcqTrTX4iEzgUtGbVXZMupD7n6Bp-ORZehuB1MT7NT5jl-IUncT2yn72AxEWazJ_el4C-S9k2qRZ.
- Hoyos, C. (2000) Aproximación teórica a los estados del arte. En C. Hoyos. (Ed.), *Un modelo para investigación documental: Guía teórica práctica sobre construcción de estados del arte con importantes reflexiones sobre la investigación* (pp. 53-103). *Señal editora*.
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (2009). La función pedagógica de la evaluación. *Revista Aula de Innovación Educativa*, 20, 20–30. <http://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/CartillaB/6antologia/Referentes para la evaluación/Sobre estrategias y herramientas para llevar a cabo evaluación f/Jorba, Jaume y S.>
- Jorrín, I. (2016) "Hopscotch Building: A Model for the Generation of Qualitative Research Designs," *Georgia Educational Researcher*. Vol. 13: Iss. 1, Article 4.
- Kilpatrick, W. (1918). The project method. *The Teachers College Record*, 19(4), 319-335
- Kim, H., y Chae, D. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925-1936. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
- Laipe, M. (2005). La evaluación de la creatividad. *Liberabit*, (11), 35-39.

- Larmer J. y Mergendoller J. (2015). "Why We Changed Our Model of the "8 Essential Elements of PBL". *Buck Institute for Education*. Recuperado de https://www.mathizaverb.com/uploads/Why_We_Changed_8EEs_article.pdf
- Leach, J.; Driver, R. ; Scott, P.; Wood-Robinson, C . (1996a). Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education* 18(1), 19-34.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1996b). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18(2), 129-141
- López, O. y Brufau, R. (2010). Estilos de pensamiento y creatividad. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 26(2), 254-258. <https://revistas.um.es/analesps/article/view/109161/103821>
- Lopez, Z.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 educación básica – media, *Revista Científica*, 22, 75-84
- López, M. (2019). Implementación y articulación del STEAM como proyecto institucional. *Latín Am. J. Sci. Edu.*, 6, 12034. https://www.researchgate.net/profile/Marco-Lopez-Gamboa/publication/333878831_Implementacion_y_articulacion_del_STEAM_como_proyecto_institucional/links/5d0a569f458515ea1a714436/Implementacion-y-articulacion-del-STEAM-como-proyecto-institucional.pdf
- Lorente, E. (2017). El trabajo por proyectos en Primaria: dos experiencias, dos mundos. *Quaderns Digitals. Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, 85, 169-184.
- Marapi, R. (2013). La deforestación de los bosques. *La revista agraria*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55417455/La-deforestacion-de-los-bosques2.pdf?1514829140=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLa_deforestacion_de_los_bosques_un_proce.pdf&Expires=1615744253&Signature=Wl0vvrf3KNOauBwsYqmHyXVVnUgLGhERMKE.M
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista EAFIT*, 46 (158). 11-21.
- Martín, R., Rivero, A., Solís, E. y Porlán, R. (2017). Investigación en la escuela. *Revista internacional de investigación e innovación educativa* 93, 76-80.
- Martínez, J. M. O., & Díaz, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 241-250.

- Martínez, J., (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Revista de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo*.
- Merriam, S. B. 1998 *Qualitative research and case study applications in education. San Francisco, Jossey-Bass*
- Motta, Kelly. y Uyaban Andrea. (2016). Caracterización de ideas previas sobre el concepto de ecosistema en estudiantes del grupo 505 del Colegio Minuto de Dios, ubicado en Ciudad Verde, Soacha Cundinamarca. *Biografía. Escritos sobre la biología y su enseñanza*. Vol. 10 No. 18, 43-52
- Noss, R. 2001. Maintaining ecological integrity of landscape and eco-region. En: Noss, R.F. (ed.), *Ecological integrity: integrating environmental, conservation and health*, pp. 191-208. Island Press, Washington, D.C. Estados Unidos
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, Una Genuina Educación para el Desarrollo Sostenible. *Revista de Educación (extraordinario)*. 195-217.
- Ortegon, L. y Castiblanco, N. (2019). Concepciones alternativas de los estudiantes de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori del grado 902 en torno al concepto de ecosistema. *Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*
- Perez- Serrano. G. (2014). Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. *Editorial la Muralla, S.A.*
https://concreactraul.weebly.com/uploads/2/2/9/5/22958232/investigacin_cualitativa.pdf
- Sanchez- Cañete F.J. y Pontes Pedrajas, Alfonso. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013009010>
- Pro Bueno, A. J. D. (2003). Algunas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química. *Educación en el 2000: revista de formación del profesorado*.
- Rincón, H., & Eugenia, M. (2011). Concepciones de los estudiantes de educación básica. Pág 77-93.
- Rodríguez, E., Vargas, E y Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Revista Educación y Educadores*, 13(1),13-25.
- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E. M. y Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia «aprendizaje basado en proyectos. *Educación y Educadores*,13(1), 13-25.
- Rúa, M. M., & Betancur, M. M. (2018). El uso de la cartografía ambiental como estrategia para identificar concepciones alternativas de los estudiantes sobre

- el concepto Ecosistema. *RECIE. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 4(1), 311-326.
- Salamanca Meneses, X., & Hernández Suárez, C. A. (2018). Enseñanza en ciencias: la investigación como estrategia pedagógica (Teaching Science: Research as a Pedagogical Strategy). *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 10(19).
- Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En: Couso, -D., Badillo, E., Perafán, G. y Adúriz Bravo, A. Unidades didácticas en ciencias y matemáticas. (p. 34 - 42). *Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio*.
- Sanmartí, N. y Márquez C., (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Revista de Educación Científica*, 1 (1), 3-16.
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51. <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/11742/10977>
- Sears, et al. (2004). *Física universitaria. Mexico: Pearson educación*.
- Stake, R.E. (1999). Investigación con estudio de casos. *Madrid: Eds. Morata S. L.*
- Summo, V., Voisen, S. y Téllez, B. (2016). Creatividad: eje de la educación del siglo XXI. *Revista iberoamericana de educación superior*, 7(18), 83-9
- Susantini, E., Isnawati. Y Iisdiana, I. (2016). Effectiveness of genetics student worksheet to improve creative thinking skills of teacher candidate students. *Journal of science education*, 17(2), 74-79
- Tacca, D. R. (2011). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. *Investigación Educativa*, http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12799/2327/2010_Tacca_La%20ense%C3%B1anza%20de%20las%20Ciencias%20Naturales%20en%20la%20
- Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1996). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. *Barcelona: Paidós*
- Torrance, E. (1976). Educación y capacidad creativa. *Madrid: Marova*.
- Torres M. I. (2010). "La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias Educativas". Costa Rica: Universidad Nacional Heredia. División de Educología del Centro De Investigación y Docencia en Educación (CIDE). *Revista Electrónica @ Educare* Vol. XIV, N° 1, [131-142].

- Vilches A. y Gil D. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global. *Educatio siglo XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 7 (25), 19 - 50
- Yin, Robert K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.