



Características de una estrategia STEAM enfocada en los residuos electrónicos para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo

Laura Marcela Agudelo-Agudelo

Keyner Duvan Prada-Perea

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciada en Matemáticas y Física,
Licenciado en Matemáticas y Licenciado en Física

Asesores

Alejandra Marín Ríos, Magíster (MSc) en Investigación Educativa para el Desarrollo Profesional

Docente

Gilberto de Jesús Obando Zapata, Doctor en Educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en Matemáticas

Licenciatura en Física

Licenciatura en Matemáticas y Física

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita	(Agudelo-Agudelo & Prada-Perea, 2023)
Referencia Estilo APA 7 (2020)	Agudelo-Agudelo, L., & Prada-Perea, K. D. (2023). <i>Características de una estrategia STEAM enfocada en los residuos electrónicos para el desarrollo de los pensamientos crítico y creativo</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Grupo de Investigación Formación e Investigación en Educación Matemática (MATHEMA).

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

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

Dedicatoria

Agradezco a mi asesora Alejandra Marín por su dedicación, enseñanzas, orientaciones y recomendaciones, fue una excelente maestra y fuente de inspiración. A mi asesor Gilberto Obando, por compartir su conocimiento y nutrir nuestro trabajo con sus enseñanzas. A mi compañero, por la paciencia y perseverancia que tuvo conmigo en el proceso. Por último, a mi familia, quienes escucharon en todo momento mis ideas, quejas y frustraciones, me brindaron los mejores consejos y me motivaron a no desistir.

Dedicatoria de Laura Marcela Agudelo Agudelo

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Marisela Perea Hurtado, mi madre, quien me dio la posibilidad de crecer con unos valores y principios que me impulsaron a continuar esta aventura. Igualmente, quiero dedicar este trabajo a mis hermanos (Leidy Johana Prada Perea y Edinson Jair Prada Perea), quienes me brindaron seguridad y compañía en cada uno de mis pasos; a Marisol Calambás Soscué, con quien saqué mis risas más profundas y me extendió su mano cuando lo necesité. Finalmente, dedico este proyecto a mis amigos, que me otorgaron el valor de la amistad; a Alejandra Marín Ríos, por ser una guía en este proceso; a Gilberto Obando Zapata por ser una de las personas que con su pensamiento crítico me ayudó a fortalecer el mío; y a mis compañeros de aventura, Daniela Quiros, Edwin Hernández, Daniel Cardona y Laura Agudelo.

Dedicatoria de Keyner Duvan Prada Perea

Agradecimientos

Este trabajo de grado es producto del programa de investigación código 1115-852-70767, y el proyecto código 71349 financiados por MINCIENCIAS a través del Fondo Francisco José de Caldas, contrato CT 183-2021.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción.....	13
1. Planteamiento del problema.....	14
1.1 Contextualización Institucional.....	15
1.2 Antecedentes de investigación	19
1.3 Delimitación del problema de investigación.....	25
1.4 Objetivos de investigación	27
1.4.1 Objetivo general.....	27
1.4.2 Objetivos específicos	27
1.5 Justificación.....	28
2 Marco teórico.....	32
2.1 Educación STEAM	33
2.2 Residuos electrónicos.....	39
2.3 Habilidades del siglo XXI.....	42
2.3.1 Pensamiento crítico.....	44
2.3.2 Pensamiento creativo	47
2.4 Perspectiva histórico-cultural en educación.....	50
2.5 Diseño de tareas STEAM desde un enfoque ambiental	53
3 Marco metodológico.....	58
3.1 Enfoque de investigación	58
3.2 Diseño metodológico.....	59

3.3 Escenario y sujetos participantes.....	63
3.4 Trabajo de campo	63
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	68
3.6 Plan de análisis de datos.....	70
3.7 Criterios de rigurosidad.....	71
3.8 Consideraciones Éticas.....	73
4 Resultados	76
4.1 Pensamiento crítico	77
4.1.1 Interpretación	78
4.1.2 Inferencia, desarrollo de conclusiones	82
4.1.3 Inferencia, conjeturas e hipótesis	85
4.1.4 Explica, describe y justifica procedimientos	87
4.1.5 Presenta argumentos para justificar resultados	91
4.2 Pensamiento creativo.....	94
4.2.1 Originalidad	95
4.2.2 Proceso de creación.....	98
4.2.3 Nivel de creación	100
4.2.4 Adecuación	103
4.2.5 Comunicación	104
4.3 Síntesis de las características de diseño e implementación y oportunidades de ajuste	106
4.4 Discusión con los antecedentes	115
5 Consideraciones finales.....	118
5.1 Reflexiones sobre la práctica.....	121
5.2 Aportes a la práctica educativa y a la investigación en Educación Matemática	122

5.3 Limitaciones del estudio.....	123
5.4 Recomendaciones y perspectivas futuras de investigación.....	124
5 Referencias	126
6 Anexos	136

Lista de tablas

Tabla 1 Evaluación del desarrollo del pensamiento crítico.....	46
Tabla 2 Evaluación del desarrollo de la creatividad.....	50
Tabla 3 Temáticas del nodo científico para el grado quinto	64
Tabla 4 Síntesis de la propuesta de aula.....	65
Tabla 5 Proceso general del análisis de información	70
Tabla 6 Síntesis de los resultados desde los descriptores del pensamiento crítico por fases	77
Tabla 7 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “interpretación”	78
Tabla 8 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “conclusiones”	83
Tabla 9 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “conjeturas e hipótesis”	87
Tabla 10 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “Describe y justifica procedimientos”	88
Tabla 11 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “presenta argumentos para justificar resultados”	91
Tabla 12 Síntesis análisis de la información desde los descriptores del pensamiento creativo. ...	94
Tabla 13 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “ideas únicas, innovadoras o nuevas”	95
Tabla 14 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “mejoramiento del producto” ..	98
Tabla 15 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “creación espontánea”	101
Tabla 16 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “idóneo para el contexto”	103
Tabla 17 Síntesis análisis de la información desde el descriptor “comunica los resultados”	105
Tabla 18 Síntesis de características de la estrategia didáctica de acuerdo con las fortalezas identificadas en el desarrollo del pensamiento crítico y creativo por fase	107
Tabla 19 Síntesis oportunidades de mejora de la estrategia didáctica de acuerdo con las debilidades identificadas en el desarrollo del pensamiento crítico y creativo por fase.....	111

Lista de figuras

Figura 1 Síntesis de la delimitación del problema	27
Figura 2 Síntesis de los componentes del marco teórico	33
Figura 3 Pirámide STEAM	37
Figura 4 Ciclo de la Investigación Basada en Diseño.....	61
Figura 5 Ciclo de la investigación.....	62
Figura 6 Charla sobre los RAEE en encuentro con especialista de Conexión Ambiental 2022 ...	80
Figura 7 Producción de estudiantes en torno a lo que les llamó la atención de los videos.....	81
Figura 8 Imagen del video musical	82
Figura 9 Producción de estudiantes de su mundo ideal	84
Figura 10 Tarea sobre el volumen de residuos electrónicos generado en Colombia	88
Figura 11 Producción de estudiantes del proceso de encontrar sumas, productos y áreas	89
Figura 12 Producción de estudiantes del proceso de encontrar sumas, productos y áreas	90
Figura 13 Dibujo del E4, representa lo que para él sería un mundo mejor.....	96
Figura 14 Creación de estrategias matemáticas para hallar sumas, productos y áreas	99
Figura 15 Producto final de la fase uno, realizado por los participantes E1 y E2	102
Figura 16 Momento en que los estudiantes comunicaron su proyecto de investigación de manera escrita	106
Figura 17 Momento en que los estudiantes comunicaron su proyecto de investigación de manera verbal.....	106

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AEE	Aparatos eléctrico y electrónicos
C	Pensamiento Creativo
EA	Educación Ambiental
PC	Pensamiento Crítico
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
STEM+H	Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y humanísticas
RE	Residuos electrónicos
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Resumen

Se propuso un proyecto investigativo cuyo objetivo fue establecer las características para que una estrategia didáctica con enfoque STEAM, direccionada a residuos electrónicos, aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en estudiantes de quinto grado de la I. E. La Esperanza, en Medellín. Se consideró el enfoque STEAM, como una estrategia de integración interdisciplinar que permitió la articulación de procesos para reflexionar sobre problemas del mundo real, en este caso, relacionados al deterioro del medio ambiente debido a los residuos electrónicos. Además, se asumieron procesos de enseñanza y aprendizaje desde la perspectiva histórico-cultural, donde se incluye de forma interactiva los roles de estudiantes y maestros.

Se empleó la Investigación Basada en Diseño, estructurada en tres fases: preparación del diseño, implementación y análisis retrospectivo. La recolección de la información constó de la observación participante y registros de las producciones de los estudiantes. Como parte de los resultados, se destacaron características de diseño e implementación que permitieron el desarrollo del pensamiento crítico y creativo. Por ejemplo, presentación de situaciones cercanas al contexto de los estudiantes, tareas de introducción en el tema y de síntesis, progresión en los niveles de abstracción, diálogo permanente entre maestros-investigadores y estudiantes desde roles activos y variedad para comunicar ideas orales y escritas. Estas características incentivan la reflexión, el análisis, la justificación y la creación de ideas. Además, se tuvieron en cuenta las debilidades para realizar ajustes y delimitar nuevas características que se presentan como potenciales para corregir los errores detectados.

Palabras clave: Educación STEAM, pensamiento crítico, pensamiento creativo, perspectiva histórico-cultural, residuos electrónicos.

Abstract

A research project was proposed whose objective was to establish the characteristics for a didactic strategy with a STEAM approach, focused on electronic waste, to contribute to the development of critical and creative thinking in fifth grade students at La Esperanza School in Medellín. The STEAM approach was considered as an interdisciplinary integration strategy that allowed the articulation of processes to reflect on real world problems, in this case, related to the deterioration of the environment due to electronic waste. In addition, teaching and learning processes were assumed from the historical-cultural perspective, where the roles of students and teachers are included in an interactive way.

Design-Based Research was used, structured in three phases: preparation of the design, implementation, and retrospective analysis. Data collection consisted of participant observation and records of students' productions. As part of the results, design and implementation characteristics that allowed the development of critical and creative thinking were highlighted. For example, presentation of situations closes to the students' context, introductory and synthesis tasks, progression in the levels of abstraction, permanent dialogue between teacher-researchers and students in active roles, and variety in communicating oral and written ideas. These characteristics encourage reflection, analysis, justification, and creation of ideas. In addition, weaknesses were considered to make adjustments and delimit new characteristics that are presented as potential to correct the errors detected.

Keywords: STEAM education, critical thinking, creative thinking, cultural-historical perspective, e-waste.

Introducción

En el marco de la investigación, se trabajaron dos problemáticas. La primera, se centró en las necesidades educativas del siglo XXI, principalmente en la formación de ciudadanos capaces de afrontar los retos de una sociedad globalizada, en constante cambio, tecnológica y demandante de habilidades que permitan dar respuesta a problemas complejos (Meller, 2016; Botero, 2018). La segunda, se enfocó en la problemática ambiental emergente debido al consumo excesivo de dispositivos tecnológicos y la débil gestión alrededor de sus respectivos residuos electrónicos (RE), los cuales crecen cada vez más a nivel mundial (Donalo, 2018).

Estos problemas surgieron de la revisión de literatura y la inmersión en el campo. Desde ambos escenarios se identificó la necesidad de abordar problemas ambientales a partir de un enfoque interdisciplinar STEAM, ya que es una estrategia que responde a la solución de problemas contextuales y facilita el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Además, la institución educativa donde se realizó el proyecto acogió el enfoque para el cumplimiento de sus objetivos de formación (I.E. La Esperanza, 2022), pero algunas docentes manifestaron dificultades para aplicarlo en el aula, ya que no se lograba una implementación efectiva de estrategias didácticas integradoras. Por estas razones, surgió la iniciativa de brindar alternativas sobre las características que requiere una estrategia didáctica STEAM para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.

En concordancia con lo anterior, el contenido del trabajo se ordenó en cinco capítulos. En el primero, se presentó el problema y se planteó el objetivo de investigación. En el segundo, se dieron a conocer los referentes teóricos que sustentaron la manera en que se asumieron los conceptos: Educación STEAM, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, pensamiento crítico y creativo, y estrategia didáctica. En este sentido, se entendió STEAM como un enfoque interdisciplinar entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, que parte de un problema o cuestión del mundo real y se centra en los contenidos y habilidades transversales, en lugar de específicos (Kennedy y Odell, 2014). El diseño de la propuesta de aula no se enfocó en desarrollar contenidos particulares, sino el pensamiento crítico y creativo como habilidades comunes a las áreas implicadas.

La postura delimitada en torno a estas habilidades implicó cambios en el modelo educativo donde se memoriza constantemente la información, sin detenerse a analizar y pensar en ella

(Maggio, 2018). Este proceso conlleva una interrelación entre el pensamiento crítico y el pensamiento creativo, por lo que se correlacionan y completan en el proceso de pensamiento de orden superior (Paul y Elder, 2005). Además, la metodología de aula se fundamentó en una perspectiva histórico-cultural de la educación, la cual concibe que estudiantes y maestros participen activamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, de forma que se afirmen en su producción y se realicen como seres humanos en lo que hacen (Karpov, 2005).

En el tercer capítulo, se sustentó la forma en que se procedió en términos metodológicos, con el fin de responder a la pregunta y cumplir con los objetivos de investigación, es decir, se mostró el diseño metodológico desde la Investigación Basada en Diseño. Se estructuró en tres fases: preparación del diseño, implementación del diseño y análisis retrospectivo (Bakker, 2019), las cuales permitieron el rediseño de la estrategia y determinar las características. En este capítulo se presentó una intervención de aula que fue el fundamento para establecer las características que se delimitaron en esta propuesta investigativa.

Los resultados del estudio se presentaron en el cuarto capítulo. Allí se hizo un análisis a partir de la identificación de unos descriptores del pensamiento crítico y creativo en las respuestas que dieron los estudiantes, con el objetivo de identificar las fortalezas del diseño para delimitar características. También se reportaron las debilidades como factores clave y la emergencia de nuevas características para el diseño. Se finalizó el apartado con un análisis de estas cualidades en función de lo encontrado en los antecedentes y lo planteado en el marco teórico.

Las conclusiones y reflexiones se reportaron en el quinto capítulo. Allí se destacaron las características de diseño e implementación que permitieron el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, las cuales se consideran fundamentales para incentivar la reflexión, el análisis, la justificación y la creación de ideas. Se concluyó que estas permiten el desarrollo de estas habilidades principalmente cuando se trabajan en conjunto, ya que cumplen la condición de mostrar resultados en descriptores tanto del pensamiento crítico como del creativo. Además, el proceso de diseño de estrategias tiene en cuenta no solo las fortalezas de las propuestas implementadas, sino también las debilidades, con el objetivo de delimitar nuevas características que surjan como potenciales para corregir los errores detectados.

1. Planteamiento del problema

En este capítulo se hacen presentes los elementos que fundamentan esta propuesta educativa e investigativa. La contextualización es el primer apartado de esta sección, donde se explica el contexto institucional, el contexto estudiantil y lo relacionado con las problemáticas emergentes referidas a los residuos electrónicos. En el segundo apartado se encuentran los antecedentes, los cuales tienen la función de exponer aportes y vacíos de investigación de algunas propuestas integradoras enfocadas en problemas ambientales, que posibilitan el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Luego, se delimita el problema de investigación, el cual sintetiza lo expuesto en la contextualización y los antecedentes y da continuidad a los objetivos de investigación. Finalmente, este capítulo se cierra con la justificación, compuesta por dos preocupaciones relacionadas con las necesidades de la sociedad actual.

1.1 Contextualización Institucional

La propuesta educativa se lleva a cabo en la I. E. La Esperanza, colegio oficial de la ciudad de Medellín. La institución se funda en 2002 como un colegio mixto de cinco sedes (cuatro de primaria y una de bachillerato) al fusionar los colegios Guillermo Cano Isaza, Ricardo Rendón Bravo, con las escuelas San Martín de Porres, República de Cuba, San Francisco de Paula y Los Comuneros. Hasta 2016 es una institución con doble jornada, para el 2017 se configura con jornada única en horas de la mañana.

La cultura de la comunidad es diversa. La comunidad educativa que constituye la institución está integrada por estudiantes, docentes, directivos y padres de familia del sector de Castilla Robledo, Doce de Octubre, Picacho y Robledo, en su mayoría de los estratos uno, dos y tres. El estilo de vida está caracterizado por un nivel socioeconómico cimentado en el subempleo y el oficio temporario para complementar un trabajo estable. Un número considerable de padres de familia son desempleados y con una baja formación académica (PEI, 2018).

La práctica se lleva a cabo en tres sedes de primaria, pero la propuesta surge con el grado quinto, en la sede ubicada en el Barrio San Martín de Porres, en la comuna 6. La sede cuenta con un aula que cumple la función de biblioteca y sala de sistemas, ocho aulas de clase con equipos y

recursos didácticos para el progreso de las actividades, espacios administrativos para el desarrollo académico y cultural, una placa polideportiva, dos baños (uno para niñas y otro para niños), un restaurante, una tienda y espacios verdes determinantes para los proyectos ambientales de la institución.

El grupo está constituido por 35 estudiantes, 14 niñas y 21 niños. Los estudiantes son activos y participativos, escuchan a sus compañeros y trabajan en equipo. Tienen interés por las Matemáticas, esto se evidencia en sus prácticas de aula, ya que en comparación con clases como la de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Lenguaje, en esta se muestran más interesados y con mayor entusiasmo. También, desde una encuesta realizada, los estudiantes manifestaron interés por la Matemáticas, la Ciencia y la Tecnología; además desean desarrollar habilidades relacionadas con estas áreas (ver anexo 2).

Por otra parte, la institución cuenta con cinco documentos fundamentales: el Proyecto Educativo Institucional-PEI (2018), el Modelo Pedagógico (2012), los planes de área (2019), planes de aula (2022) y Manual de Calidad (s.f). En estos documentos se plantea a la I. E. La Esperanza como un escenario educativo que permite el desarrollo de seres humanos integrales y prepara estudiantes para la vida laboral y educativa. Enfoca su filosofía en brindar conocimientos suficientes, para aumentar su dignidad y aportar al desarrollo humano.

En la institución se pretende una pedagogía social-desarrollista y crítica. El aprendizaje está centrado en el estudiante, complementado con motivaciones de la comunidad educativa, permitiendo un perfil de estudiante participativo y relacional. El aprendizaje se concibe como un proceso que realiza el estudiante, con el fin de alcanzar objetivos desarrollistas con la mediación del docente (PEI, 2018). También participa el contexto sociocultural, mediante reflexiones y acciones de estudiantes y docentes sobre problemáticas emergentes. La enseñanza es un proceso que orienta la construcción del saber vivencial y científico, con el propósito de afrontar situaciones concretas de la vida (PEI, 2018). Las experiencias educativas son estimuladas por el diálogo, la crítica, la confrontación y la acción compartida en la práctica social (Posner, 2005, como se citó en Modelo Pedagógico, 2012).

El enfoque mixto social-desarrollista y un currículo integrador dan lugar a la articulación de contenidos curriculares y referentes teóricos, profundizan los principios pedagógicos de lo que significa educar. La articulación de contenidos curriculares se realiza a partir de *nodos*, puesto que

permite la comunicación interactiva entre las áreas de aprendizaje. Los nodos ofrecen respuestas a las preguntas sobre qué, para qué, dónde, cómo, con quién y con qué aprender. Consiste en una metodología de aprendizaje, investigación y reflexión sobre problemas para la explicación, aplicación, adquisición e integración de los nuevos conocimientos. A través de problemas, los estudiantes alcanzan metas de aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal, permitiendo entretener saberes y contextualizar el conocimiento.

La articulación de contenidos curriculares va de la mano con la *transversalidad* y la *problematización*. La transversalidad es entendida como un modelo de enseñanza, que actúa como eje integrador entre disciplinas (Modelo Pedagógico, 2012). No plantea la eliminación de las disciplinas, sino su integración, tomando un tema en común para enseñar desde la especificidad de cada una de las asignaturas. La problematización es entendida como “un método para el desarrollo, adquisición e integración de nuevos conocimientos” (Modelo Pedagógico, 2012, p. 11). Busca la adquisición del trabajo en equipo desde la implementación de las situaciones problemáticas, atendiendo a la relación estudiante-conocimiento, en pro de su creatividad.

El área de Matemáticas se encuentra en el nodo científico junto a Ciencias, Tecnología y Emprendimiento. Desde esta propuesta, el área de Matemáticas mediante la potencialización de habilidades y valores como la creatividad, la autoestima, y el aprendizaje de signos y símbolos, pretende propiciar en el estudiante una formación integral que incentive la construcción de un proyecto de vida. La propuesta permite el desarrollo de un ser profesional, comprometido con su propio desarrollo y el de su entorno.

La propuesta de integración se ordena en 2019 desde una perspectiva interdisciplinar, con el fin de generar estrategias que brinden solución a problemas sociales. En 2022 se acoge el enfoque STEM para “contribuir en la formación de estudiantes críticos, creativos, colaboradores e investigativos que propongan soluciones a diversas problemáticas de su entorno” (Plan de Área, 2022, p.2). Se articulan, de manera práctica e innovadora, las diferentes disciplinas que lo componen, atendiendo, además, las dificultades que se presentan en la práctica educativa.

Referente a la docente que guía los procesos, ejerce prácticas que reflejan un intento por dinamizar las clases, creando ambientes donde los estudiantes participen e interactúen entre ellos, para comprender los conceptos matemáticos. Se hacen trabajos grupales y se incentiva a los estudiantes a resolver ejercicios por medio de la aplicación de algoritmos, a partir de diferentes

representaciones. Se está en camino hacia el uso de situaciones problemáticas contextuales y la realización de un trabajo interdisciplinar.

Para llevar a la práctica la propuesta interdisciplinar planteada en los documentos de la institución, los profesores proponen un proyecto por cada nodo, de forma que al finalizar el año escolar se concluya y se socialice. Desde esta propuesta, las asignaturas están divididas por franjas horarias y la evaluación se realiza de forma individual. El desarrollo de las clases es por contenidos disciplinares, pero se asignan espacios de forma irregular para trabajar en el proyecto. Por lo que, al momento de desarrollar las clases, se hace necesario enseñar los contenidos matemáticos tradicionales de forma aislada o con conexiones difusas entre áreas.

En los nodos, los proyectos institucionales obligatorios ingresan como ejes de articulación entre las áreas que los componen, además trabajan problemas de relevancia social. Entre ellos están los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), proyecto enfocado en desarrollar estrategias para cuidar y preservar el medio ambiente. En la institución se han hecho múltiples trabajos sobre este proyecto, hay diferentes propuestas y prácticas que reflejan el papel sobresaliente que se le da a esta iniciativa. Esto se ve reflejado en el esfuerzo por cuidar el medio ambiente escolar y con dinámicas centradas en el cuidado de los recursos naturales, las zonas verdes y la recolección de residuos sólidos. Aun así, falta por incluir reflexiones sobre problemas ambientales actuales como los RE, es decir, la institución no cuenta con estrategias de concientización, comprensión o cambio de hábitos que mitiguen problemas ambientales de esta índole.

En cuanto a los estudiantes, se determina por medio de una encuesta diagnóstico y de la observación documentada a través de una bitácora, que los niños construyen prácticas y reflexionan sobre el cuidado de su entorno y de los recursos naturales. Conocen estrategias para reciclar, entienden la importancia de preservar en buen estado su entorno y manifiestan interés en aprender otras maneras de cuidar el medio ambiente.

En relación con la tecnología, se identifica que todos usan en su tiempo libre aparatos como celulares, computadores, televisores o tabletas. La mitad de los niños no saben qué pasa con los artefactos tecnológicos cuando son desechados. Algunos dicen que son reciclados, reutilizados o simplemente se pierden, y varios más afirman que explotan. Esto refleja un acercamiento al fenómeno, pero poco conocimiento del daño que estos le pueden ocasionar al ambiente, además

entre los materiales que consideran que dañan el ambiente no mencionan ninguno relacionado con la tecnología.

En tal sentido, una propuesta de integración con enfoque STEAM que aporta a la solución de los problemas ambientales producidos por los residuos electrónicos, contribuye a fortalecer las dinámicas educativas de la institución sobre integración curricular y Educación Ambiental, además de aportar como propuesta innovadora que responde a las necesidades educativas e intereses de los estudiantes de quinto grado.

1.2 Antecedentes de investigación

Para definir la construcción de los antecedentes, fue necesario elaborar apartados donde se evidencia gradualmente el análisis de literatura. El ejercicio se estructuró en seis secciones: criterios para la selección de literatura, interdisciplinariedad y problemáticas ambientales, objetivos y prácticas de aula enfocadas en los residuos sólidos y electrónicos, metodologías y resultados, síntesis de las propuestas, y un último espacio referido a los aportes realizados al presente estudio de investigación (ver anexo 3).

Criterios para la selección de literatura

En la selección de la literatura se usan tres criterios, los cuales permiten la recopilación de 14 documentos entre artículos de revistas (10), Trabajos de pregrado (3) y tesis de posgrado (1). El primer criterio se centra en delimitar las fuentes de información, para su selección se tienen en cuenta repositorios, bases de datos y buscadores que publican contenido confiable de índole nacional e internacional. Las fuentes de información que brindan contenido internacional fueron Dialnet y Google Académico, aportan documentación de México, Turquía, Indonesia, Brasil, Chile y España. Para la recopilación del contenido nacional se usa el Repositorio de la Universidad de Antioquia y el Repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

En el segundo criterio, se tiene en cuenta la delimitación temporal entre 2010 y 2022. Este intervalo de tiempo es seleccionado teniendo en cuenta que el objetivo de investigación está centrado en una problemática emergente, por lo que es fundamental revisar iniciativas actuales. El

tercer criterio constó de elegir los núcleos temáticos, estos son: “Educación Ambiental”, “Matemáticas”, “residuos sólidos y electrónicos”, “interdisciplinariedad” y “educación STEAM”; estos se definen partiendo de los temas centrales de la investigación.

Al momento de usar los núcleos temáticos como filtros en las bases de datos y repositorios, se combinan de diferentes maneras. Las dos combinaciones que brindan mayores resultados son: 1) “Educación ambiental” + “Matemáticas” + “residuos electrónicos”, y 2) “Educación ambiental” + “interdisciplinariedad” + “residuos electrónicos”. Cuando se optó por relacionar “interdisciplinariedad” con “Matemáticas” y “residuos electrónicos” o “Educación Ambiental”, los resultados obtenidos fueron poco satisfactorios. En el caso del término educación STEAM, inicialmente no se encuentra contenido relacionado en español al combinarlo con los demás criterios, por lo que se opta por realizar la búsqueda en dos idiomas más: en portugués ("Educação Ambiental" + "Matemáticas" + "resíduos sólidos y eletrônicos" + "interdisciplinaridade" + "educação STEAM") y en inglés (“Environmental Education” + “Mathematics” + “solid and electronic waste” + “interdisciplinarity” + “STEAM education”).

Interdisciplinariedad y problemáticas ambientales

En la revisión de la literatura seleccionada se tienen en cuenta las propuestas de integración curricular que trabajan lo ambiental desde la producción y gestión de desechos sólidos y electrónicos. Se encuentra que las problemáticas ambientales son un eje integrador entre las Matemáticas y las diferentes áreas del conocimiento (Camargo, 2021; Estrada, 2010; Sánchez, 2019; Torres et al., 2016). Además, hay posturas sobre la integración disciplinar, que, aunque no manifiestan una relación directa con las Matemáticas, permiten abordar y relacionar las problemáticas ambientales desde esta disciplina (Espinosa, 2019; Guevara, 2016; Betancur y Franco, 2011; Cuervo y Gutiérrez, 2016; da Silva et al., 2021). También, se encontraron propuestas con enfoque STEAM que buscan la resolución de problemas sociales como el producido por los desechos sólidos y electrónicos a partir de los aportes que hacen las diferentes disciplinas del acrónimo (S. Helvaci y I. Helvaci, 2019; Pereira, 2020; Syahmani et al., 2021).

En este sentido, Camargo (2021) integra la Educación Ambiental en las clases de Matemáticas a partir de situaciones contextuales como la producción de basuras. El enfoque

matemático que utiliza para llevar a cabo su propuesta es de carácter estadístico, la propuesta parte de analizar y comparar datos a partir de gráficas y esquemas. Igualmente, Estrada (2010) plantea diferentes ejes de integración entre Matemáticas, Física y Educación Ambiental (en adelante EA), resalta que desde la EA se desarrollan temas físicos como la radiación, el sonido, el calor y los fenómenos de transporte de materia y energía; mientras que las Matemáticas aportan modelos que describen y facilitan el estudio de los problemas ambientales.

Sánchez (2019) integra la tableta digital en Educación Primaria, creando vínculos entre las asignaturas Lengua Castellana, Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales a través de las 4R (reducir, reciclar, reutilizar y recuperar). Con ello pretende la contribución a la alfabetización digital y la conciencia medioambiental. En esta línea, Torres et al. (2016) centran su investigación en determinar si el estudio de la EA es más efectivo a través una metodología interdisciplinar o partiendo de una disciplinar. Para ello, realizan una propuesta de concientización donde se encuentra que, al enseñar temas ambientales como la deforestación, los desechos sólidos y el cambio climático se obtienen mejores resultados si se hace desde un modelo interdisciplinar que integre las Matemáticas, el Lenguaje y las Ciencias.

Entre los autores que conciben la EA como un eje de integración disciplinar, sin hacer énfasis en las Matemáticas, sobresalen propuestas como la de Espinosa (2019), quien presenta proyectos transversales orientados al manejo responsable de residuos tecnológicos para discutir contenidos y competencias de las diferentes áreas escolares. También, Guevara (2016) y Betancur y Franco (2011) destacan la importancia de integrar todas las disciplinas, pero hacen énfasis en la integración entre Tecnología y Ciencias, donde el tema de los residuos sólidos y electrónicos se establece como eje de discusión. Ambos coinciden en que integrar saberes a partir de proyectos ambientales sensibiliza a los estudiantes y facilita la comprensión reflexiva, crítica e integral de la realidad. Así mismo, Cuervo y Gutiérrez (2016) relacionan la Ciencia y la Historia con el medio ambiente, y da Silva et al. (2021), Educación Física con el medio ambiente para concientizar a los estudiantes sobre las problemáticas ambientales.

Desde las propuestas orientadas por el enfoque STEAM/STEM, Helvaci y Helvaci (2019) consideran que, en respuesta a las condiciones del siglo XXI, se debe adaptar el enfoque STEM integrando la Educación Ambiental; para ello proponen la abreviatura E-STEM (Environmental, Science, Technology, Engineering and Mathematics) y también implementan un modelo de

enseñanza enfocado en las 5R (rechazar, reducir, reutilizar, reparar, reciclar). Pereira (2020), por su parte, afirman que la educación STEAM posibilita atender situaciones de la vida cotidiana, tales como: contaminación ambiental, emisiones y residuos sólidos.

Syahmani et al. (2021) desde los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), comparten ideas acerca de la implementación de la educación STEAM, con el fin de desarrollar los objetivos disciplinares y la alfabetización medioambiental de los estudiantes, en paralelo con su sensibilidad artística. Por lo tanto, lo expuesto por estos autores señala que la alfabetización medioambiental a través de la educación STEAM, ayuda a los estudiantes no solo a aprender cómo ser científico o ingeniero, sino también a crear su conciencia científica sobre el problema medioambiental.

Se encuentra que estas propuestas son producto de la necesidad educativa de buscar soluciones a los problemas ambientales que surgen por el uso, tratamiento o gestión inapropiada de los residuos sólidos y electrónicos en lo que respecta al contexto escolar y local de los estudiantes. Por ello, se describe cómo estos autores desarrollan sus propuestas y el contexto en el que se lleva a cabo.

Objetivos educativos y prácticas de aula

Entre las diversas maneras que se encontraron de trabajar los residuos sólidos y electrónicos, Guevara (2016) y Castrillón y Muñoz (2015) tienen como objetivo propiciar el análisis crítico y la reflexión en estudiantes de secundaria sobre el impacto que tienen los residuos en el medio ambiente. Guevara (2016) en su obra estudia la problemática de la contaminación que provocan los desechos electrónicos para motivar a la reflexión de cómo los artefactos tecnológicos causan impacto en el ambiente escolar. Esta propuesta se realiza a partir de actividades enfocadas en el análisis de videos y discusiones de tipo foro. Así, Castrillón y Muñoz (2015) centran su iniciativa hacia la reflexión de los estudiantes acerca del impacto ambiental proveniente del consumo masivo de productos, principalmente los tecnológicos, en pro de mitigar los efectos negativos de la obsolescencia programada. Esto lo lleva a cabo mediante actividades como debates, seminarios, video-foros y juegos de rol.

Por otra parte, Espinosa (2019), Camargo (2021), Betancur y Franco (2011) se preocupan por trabajar la gestión y reciclaje de los residuos sólidos/electrónicos. Espinosa (2019) se centra en el manejo responsable de los residuos tecnológicos desde el desarrollo de talleres con estudiantes

de noveno y undécimo grado. Betancur y Franco (2011) proponen su investigación con el fin de vincular la temática de residuos sólidos domiciliarios en la construcción de conocimientos a partir de las diferentes áreas del saber en los grados tercero, cuarto y quinto. Esto se hace mediante actividades variadas en las que se incluyen talleres, cuestionarios, salidas a campos abiertos, lecturas, sopa de letras, carteleras, dibujos, canciones, trovas, manualidades e historietas.

En una perspectiva similar, Camargo (2021) desarrolla una propuesta de implementación en la que se plantean tres momentos que llevan a estudiantes del séptimo grado a entender el escenario de basuras como espacio de investigación. En el primer momento, se realiza una revisión documental para propiciar el análisis de datos estadísticos; el segundo, se centra en recolectar y analizar información sobre la cantidad de bolsas de basura producidas semanalmente en las casas; y en el tercero, se evidencia el problema medioambiental mediante fotografías, y se establecen reflexiones frente al manejo de las basuras en los barrios.

En lo que respecta a las propuestas enfocadas en educación E-STEM/STEAM, se encuentra que Helvaci y Helvaci (2019) tienen como objetivo determinar el efecto de una educación realizada con actividades E-STEM. Para ello, realizan una actividad de carácter grupal/individual con estudiantes de grado sexto, que tienen como finalidad brindar un trabajo interdisciplinario en la perspectiva de residuos y reciclaje. Pereira (2020) fijó como objetivo aplicar la educación STEAM en los procesos de enseñanza y aprendizaje en niveles escolares de secundaria. Para su implementación se desarrollan actividades de ludificación relacionadas con las parodias, poemas, producción de vídeos educativos, intervenciones en la comunidad y entrevistas para periódicos.

Por su parte, da Silva et al. (2021) tiene como objetivo ampliar los conocimientos de estudiantes de sexto a noveno grado sobre el tema de la gestión de residuos. Esto lo hace a partir de una propuesta educativa tipo MAKER con enfoque STEAM, dividida en tres momentos: problematizar, organizar y construir. En la primera etapa se presentan cuestiones o situaciones reales implicadas en el tema de estudio que los alumnos conocen y presencian para retarlos a exponer lo que piensan sobre las situaciones. En el segundo momento, bajo la dirección del profesor, se estudian y estructuran los conocimientos necesarios para la comprensión de los temas y la problematización inicial. El tercer momento tiene por objeto abordar sistemáticamente los conocimientos incorporados por el alumno, para analizar e interpretar tanto las situaciones iniciales que determinaron su estudio como otras.

Metodologías didácticas e investigativas y resultados obtenidos

En cuanto al trabajo de investigación, los proyectos revisados son realizados mayormente con metodologías cualitativas desde la observación y la participación. Se destaca un caso particular de un trabajo con enfoque mixto donde se hizo énfasis en la investigación-acción. Como técnicas de recolección de información se usan la encuesta, la prueba, los grupos de enfoque, la entrevista semiestructurada, la observación participante, la investigación bibliométrica, el análisis de contenido y el estudio de caso instrumental. Además, los resultados obtenidos están centrados en las actitudes y habilidades que desarrollan los estudiantes ante el cuidado del medio ambiente. También, se evidencia que el estudio de la EA permite la reconciliación con la naturaleza y brinda resultados positivos en cuanto a las actitudes que tienen los estudiantes ante la idea de reciclar y separar residuos sólidos en el contexto domiciliario-escolar. Así mismo, se despierta la creatividad, el trabajo cooperativo y el liderazgo.

Aunque son pocos los resultados dirigidos al desarrollo de contenidos, con Camargo (2021) se encuentra que, al utilizar situaciones contextuales como el reciclaje para el análisis estadístico, se contribuye al debate en torno al medio ambiente y el impacto de las acciones humanas en su preservación, a la vez de reforzar el desarrollo de saberes como el análisis de datos y resultados estadísticos. Con Pereira (2020), se logran resultados en el desarrollo de los ciclos de los elementos de la naturaleza y se desarrolla la expresión corporal que ofrece la oportunidad de producir la cultura.

Los autores referenciados mencionan que al trabajar los problemas ambientales a partir de la integración de las disciplinas escolares se obtienen resultados satisfactorios, ya que posibilitan la articulación a los proyectos educativos institucionales, generando espacios para el conocimiento, valores y actitudes ambientales. De igual manera, se enuncia la descentralización de prácticas tradicionales para el abordaje de las áreas, teniendo en cuenta situaciones contextuales y favoreciendo el desarrollo de habilidades del siglo XXI.

A modo de síntesis

Con estas propuestas se hace evidente la preocupación por generar espacios de diálogo, discusión y reflexión colectiva, desarrollar proyectos de integración de áreas, con el fin de encontrar soluciones a los problemas ambientales. Las propuestas seleccionadas se trabajan en primaria y secundaria desde diferentes grados de complejidad, en contextos rurales y urbanos. Este tipo de ideas pretenden crear conciencia ambiental sobre el uso y disposición de los residuos sólidos y electrónicos, así como mejorar los hábitos de los estudiantes en torno al cuidado del medio ambiente. Para ello, se usan estrategias de aula como las discusiones, el análisis de datos, los talleres, las actividades E-STEM/STEAM, análisis e implementación de material y usos de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC). Se logran resultados satisfactorios en torno al desarrollo de habilidades y actitudes.

Aportes a la investigación

Se encuentran diversas consideraciones potenciales para desarrollar una propuesta de integración interdisciplinar que aporte a la resolución de problemáticas ambientales actuales. Además, se abren múltiples líneas de trabajo en relación con las dificultades y carencias que se evidencian en la revisión. En este sentido, las propuestas brindan un panorama amplio en cuanto a las relaciones de integración que se tejen entre las asignaturas, se destaca un mayor trabajo desde las Matemáticas, las Ciencias y la Tecnología; con una menor participación de las Artes y el Lenguaje. En el caso de las Matemáticas, aportan a este tipo de proyectos desde propuestas de modelación (para comprender fenómenos) y análisis estadístico (para entender datos y resultados), pero no se evidencia un trabajo significativo en otros procesos matemáticos como el numérico, el métrico y el espacial, por lo que queda un camino por recorrer en relación con el desarrollo de competencias matemáticas desde proyectos interdisciplinarios de Educación Ambiental.

Por otra parte, en las diferentes propuestas se apunta hacia el desarrollo de habilidades necesarias para resolver problemas de contextos. Sobresale la propuesta en relación con el desarrollo de habilidades como el trabajo cooperativo, la resolución de problemas, la comunicación asertiva y la creatividad, habilidades clave para el ciudadano del siglo XXI. Se destaca que el desarrollo de estas habilidades surge como factor secundario en los objetivos de aprendizaje y hay

una evidencia poca o nula de la intención reflexiva sobre la necesidad y pertinencia de estas para la sociedad actual.

También, se encuentra que propuestas como estas se encaminan hacia la gestión de residuos sólidos y electrónicos (mayormente sólidos), dejando de lado procesos como la explotación de recursos y hábitos de consumo, aun cuando son necesarios para minimizar los problemas ambientales por residuos. Adicionalmente, las propuestas de integración con enfoque STEAM son reducidas cuando se trata de resolver problemas ambientales como los concernientes a los residuos sólidos y electrónicos, por lo que es fundamental potenciar más estas propuestas, ya que los resultados que brindan son satisfactorios.

1.3 Delimitación del problema de investigación

Para resumir, se encontró que la institución migra a un modelo de integración curricular, promovido desde los planes de área con dinámicas que buscan el trabajo conjunto entre áreas. En esta propuesta el proyecto ambiental PRAE es fundamental. Además, los estudiantes de quinto grado se muestran convencidos sobre el cuidado del medio ambiente desde la gestión de los residuos sólidos, pero son ajenos a las problemáticas ambientales surgidas por los aparatos electrónicos.

Asimismo, en la literatura revisada es pertinente y necesario trabajar problemas ambientales desde un enfoque interdisciplinar, particularmente el STEAM, ya que es una estrategia que responde a la solución de problemas contextuales al facilitar el desarrollo de habilidades del siglo XXI. En este marco, se encuentran dos problemáticas: un vacío en cuanto a la inclusión de temas actuales en las reflexiones de fenómenos ambientales, y dificultades al momento de llevar al aula una propuesta de integración curricular contributiva en la formación de ciudadanos para el siglo XXI.

Por ello, se hace necesario analizar las características para que una estrategia didáctica con enfoque STEAM, direccionada a residuos electrónicos, aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en estudiantes de quinto grado de la I. E. La Esperanza en la ciudad de Medellín, para desenvolverse de forma efectiva en la sociedad en que están inmersos. De esta manera, no solo se contribuye al desarrollo de conocimientos referentes a las disciplinas STEAM y habilidades como la creatividad y el pensamiento crítico, sino que se brindan características para la construcción de

estrategias didácticas que permiten el desarrollo de propuestas de aula desde la integración disciplinar.

Lo anterior se pretende a partir de la solución del siguiente interrogante: ¿Qué características requiere una estrategia didáctica con enfoque STEAM, direccionada a los residuos electrónicos, para que aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en estudiantes de quinto grado de la I. E. La Esperanza en la ciudad de Medellín? La propuesta se sintetiza en la figura 1.

Figura 1

Síntesis de la delimitación del problema

Delimitación del problema	
Contexto institucional	Revisión de literatura
<p>Currículo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interés por la integración interdisciplinar/STEAM y habilidades del siglo XXI. - Desarrollo de problemas ambientales como ejes de integración. <p>Estudiantes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interés por los problemas ambientales. - Falta de reconocimiento de los RAEE como un problema ambiental. <p>Prácticas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificultades para desarrollar estrategias de aula desde la integración interdisciplinar. - 	<ul style="list-style-type: none"> - Pocas estrategias educativas en relación con los RE. - Las propuestas de educación STEAM brindan resultados satisfactorios en torno a la concientización y sensibilización ambiental. - Hay poca literatura sobre estrategias de integración desde los residuos electrónicos. - Las propuestas interdisciplinarias de Educación Ambiental son potenciales para el desarrollo de habilidades del siglo XXI. - Desde las Matemáticas y la Educación Ambiental se trabaja principalmente la modelación y análisis estadístico, pero se encuentran pocas estrategias en otros pensamientos matemáticos, como el numérico, métrico y espacial.
<p>Surge la necesidad de pensar en una propuesta que brinde características para la construcción de estrategias didácticas, que faciliten el desarrollo del pensamiento crítico y creativo a partir de la educación interdisciplinar, que tenga como eje de integración los problemas ambientales producidos por los residuos electrónicos.</p>	

1.4 Objetivos de investigación

1.4.1 Objetivo general

Analizar las características para que una estrategia didáctica con enfoque STEAM, direccionada a residuos electrónicos, aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en estudiantes de quinto grado de la I. E. La Esperanza en la ciudad de Medellín.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las fortalezas de la estrategia didáctica en relación con las respuestas de los estudiantes que evidencian el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.
- Reconocer las debilidades de la estrategia didáctica en relación con las respuestas de los estudiantes que evidencia el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.
- Describir los ajustes requeridos en la estrategia didáctica en relación con las fortalezas y debilidades detectadas en la implementación.

1.5 Justificación

Esta propuesta con enfoque STEAM surge de dos preocupaciones: una macro, producto de problemas que la sociedad global debe solucionar hoy y una micro, centrada en las concepciones y prácticas que reflejaron los estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa La Esperanza, en relación con el cuidado del ambiente desde los residuos electrónicos en su entorno escolar. Teniendo en cuenta lo anterior, este apartado está estructurado desde la consideración de tres campos: El primero, se refiere a la problemática educativa actual; el segundo, desarrolla el enfoque educativo STEAM como una estrategia para la educación del siglo XXI; y el tercero, responde al tema sobre el problema ambiental como problemática social donde se destacó el papel de los residuos electrónicos.

Educación para el siglo XXI

Desde organizaciones internacionales como la UNESCO (2009), se hace un llamado a repensar el modelo educativo predominante en las escuelas, debido a que el currículo actual no responde de forma efectiva a la formación de ciudadanos capaces de enfrentar los retos que trajo consigo el siglo XXI. A propósito, Aguerrondo (2009) menciona que “el sistema educativo se queda sin sentido, porque un nuevo relato se impone desde el desarrollo de la sociedad de la información y de la comunicación, que conlleva una nueva definición de conocimiento, extraña a sus orígenes” (p.10). Es decir, la sociedad de hoy cambió, pero los saberes y prácticas que transitan por las escuelas siguieron estáticos, volviéndose incoherentes y descontextualizados para quienes se forman en ella.

En respuesta al problema anterior, las prácticas educativas y los saberes que circulan en la escuela deben oponerse a una sociedad del siglo pasado, estructurada bajo el paradigma de la modernidad y el modelo científico tradicional, donde el conocimiento memorístico prima, y el diseño de planes de estudio se da por disciplinas “bien” definidas (Aguerrondo, 2009). La escuela de hoy debe pensarse para responder a “un mundo cambiante, innovador, disruptivo, abundante, veloz, pero también incierto, frágil, fragmentario, permeable, desigual, voluble, complejo, mediado por la tecnología y lleno de datos” (Magro, 2017, p.7).

Esta sociedad demanda ciudadanos con habilidades que permitan enfrentar las condiciones actuales, tal como manifiesta Mori (2020):

El puente en deterioro se encuentra entre esas habilidades que son requeridas en la sociedad y las que aún nuestro sistema educativo provee, mostrando el arcoíris negro de nuestro modelo pedagógico. Modelo que hemos seguido por mucho tiempo y en el que urge cambiar las metas de aprendizaje hacia el futuro. (p. 20)

Para ello, Magro (2017) propone 21 habilidades para el siglo XXI, donde se resalta que los ciudadanos actuales deben ser activos, reflexivos, creativos, con capacidad de gestionar el cambio, de innovar, emprender, convivir con la incertidumbre, trabajar en equipo y de aprender a resolver problemas reales. En este marco, pensar en una transformación educativa implica comprender que la forma en la que se organiza el currículo (su estructura tradicional por disciplinas, los saberes que se imparten y las formas en que se llevan a la práctica) no son coherentes con las demandas de la sociedad actual. Es tarea del sector educativo pensar, entre otros factores, qué, cómo y para qué enseñar en el siglo XXI (Arredondo, 2019).

En este sentido, se pretende el aporte con una propuesta de implementación enmarcada en la búsqueda de uno de los caminos para lograr una formación educativa acorde a las aspiraciones actuales. Desde esta propuesta, se considera necesario dejar de entender los conocimientos escolares en términos de contenidos y pasar a pensarlos en términos de competencias o habilidades, enfocándose en el desarrollo de un problema real a partir de una educación interdisciplinar. Bajo este panorama, el modelo educativo STEAM enfocado a la solución de problemas reales, surge como una propuesta de implementación fundamentada en los criterios de una educación para el siglo XXI.

Enfoque educativo STEAM: una posibilidad para la educación del siglo XXI

STEAM es un enfoque educativo que surge como opción para brindar soluciones a los problemas que está enfrentado la educación actual. Zamorano Escalona et al. (2018) manifiestan que la educación STEAM:

Surge con el objetivo de fomentar en los estudiantes el desarrollo de habilidades y conocimientos en red necesarios para la sociedad del siglo XXI, donde la rigurosidad de los conceptos científicos es desarrollada mediante actividades didácticas interdisciplinares aplicadas al mundo real. (p. 1)

Cáceres y Bautista (2019), en la revisión de literatura sobre *la Educación STEM/STEAM como Alternativa para las Reformas Educativas*, concluyen que este enfoque, al enmarcarse en perspectivas de transformación en dinámicas que emergen de la transdisciplinariedad y de la crisis educativa global, se presenta como una alternativa eficiente para la educación en las últimas décadas. Barra (2019) se enmarca en la misma perspectiva y argumenta que STEAM podría ser una de las políticas educativas más relevantes del siglo XXI, sus frutos ya se notan en países que la emplean, como Singapur, Finlandia, Corea del sur y Japón líderes a nivel mundial en estos campos.

En consecuencia, el enfoque se presenta como viable porque brinda herramientas teóricas y prácticas para la educación del siglo XXI. Esto se hace a partir del trabajo interdisciplinar entre la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y las Matemáticas. Cada una de estas disciplinas

aporta a la formación de ciudadanos capaces de comprender y resolver problemas complejos, como los que hoy se tejen en la sociedad (Cáceres y Bautista, 2019).

Importancia de los residuos electrónicos en la Educación Ambiental

Entre las problemáticas que aquejan hoy a la sociedad, el problema ambiental surge como una urgencia que debe ser atendida desde todos los sectores sociales. El ámbito educativo no es la excepción, por lo que en 1976 la UNESCO propone, por primera vez, crear un programa internacional de educación ambiental, liderado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el cual se brindan directrices generales acerca del cómo trabajar el tema a nivel internacional. En el contexto colombiano se materializan estas exigencias a través de lo dispuesto por la ley general de educación (ley 115 de 1994) y el decreto 1743 de 1994, donde se estipula la obligatoriedad de la elaboración del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) dentro de las instituciones educativas, considerando la educación ambiental como parte de la formación integral (Feria, 2019). En este marco, la educación ambiental ingresa a las escuelas como una exigencia nacional que atiende a una urgencia global.

Para corresponder a esta urgencia, en el marco del siglo XXI, es necesario identificar los problemas ambientales que requieren tratarse tanto en la esfera social como institucional. Según lo dicho, los problemas por residuos electrónicos toman relevancia. Frente a esta coyuntura, Minambiente (s.f) manifiesta que entre las múltiples dificultades que emergen de lo ambiental en la actualidad, los problemas por los RE se posicionan como uno de los factores perjudiciales para el medio ambiente. Donalo (2018) apoya el planteamiento con cifras sobre el aumento de los RE. Afirma que en todo el planeta en los últimos años se generan alrededor de 50 millones de toneladas de RE, es decir, cerca de siete kilogramos (kg) por persona. En el caso de Colombia, según Rincón (2017, diciembre 18), se produjeron aproximadamente 5.6 kilogramos de RE por persona, una suma cercana a las 280 mil toneladas en el año 2016.

Las características de la sociedad actual advierten sobre un posible crecimiento de estos valores. Como producto, resultan cantidades alarmantes de residuos electrónicos, debido al desconocimiento de su gestión. La responsabilidad de este fenómeno social es de los productores

y los consumidores, quienes contribuyen consciente o inconscientemente a la obsolescencia programada y a la obsolescencia percibida.

Por otra parte, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (2018), desde las estadísticas propuestas por el DANE, traza una meta para la tasa de reciclaje y nueva utilización de los residuos sólidos (donde se enmarca los electrónicos) en Colombia, pasando del 10% en 2018 a 17.9 % para el 2030. Además, dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se plantea un ítem direccionado a la producción y consumo responsable. Se destacan tres finalidades que implican estrategias para el tratamiento adecuado de los residuos sólidos, no solo desde su gestión sino también desde su producción. Estas son:

- Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales;
- Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización;
- Asegurar que las personas tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza (CNPE, 2018).

Estas metas son clave para sostener el planeta, ya que, si no se logran resultados, posiblemente para 2050 se necesitará 2.5 planetas para continuar con el estilo de vida actual (EDP, 2021 como se cita en Alcaldía de Medellín, 2021). En este sentido, las problemáticas ambientales son dificultades globales que deben ser atendidas, en este caso particular se pretende hacer énfasis en los problemas concernientes a los residuos electrónicos. Dado que, con el auge de la tecnología de la información y la comunicación, surgen como una nueva necesidad ambiental imprescindible de tratar desde las instituciones educativas del país. Esto no solo para evitar un problema que en este momento está en curso, sino también para evitar que siga empeorando.

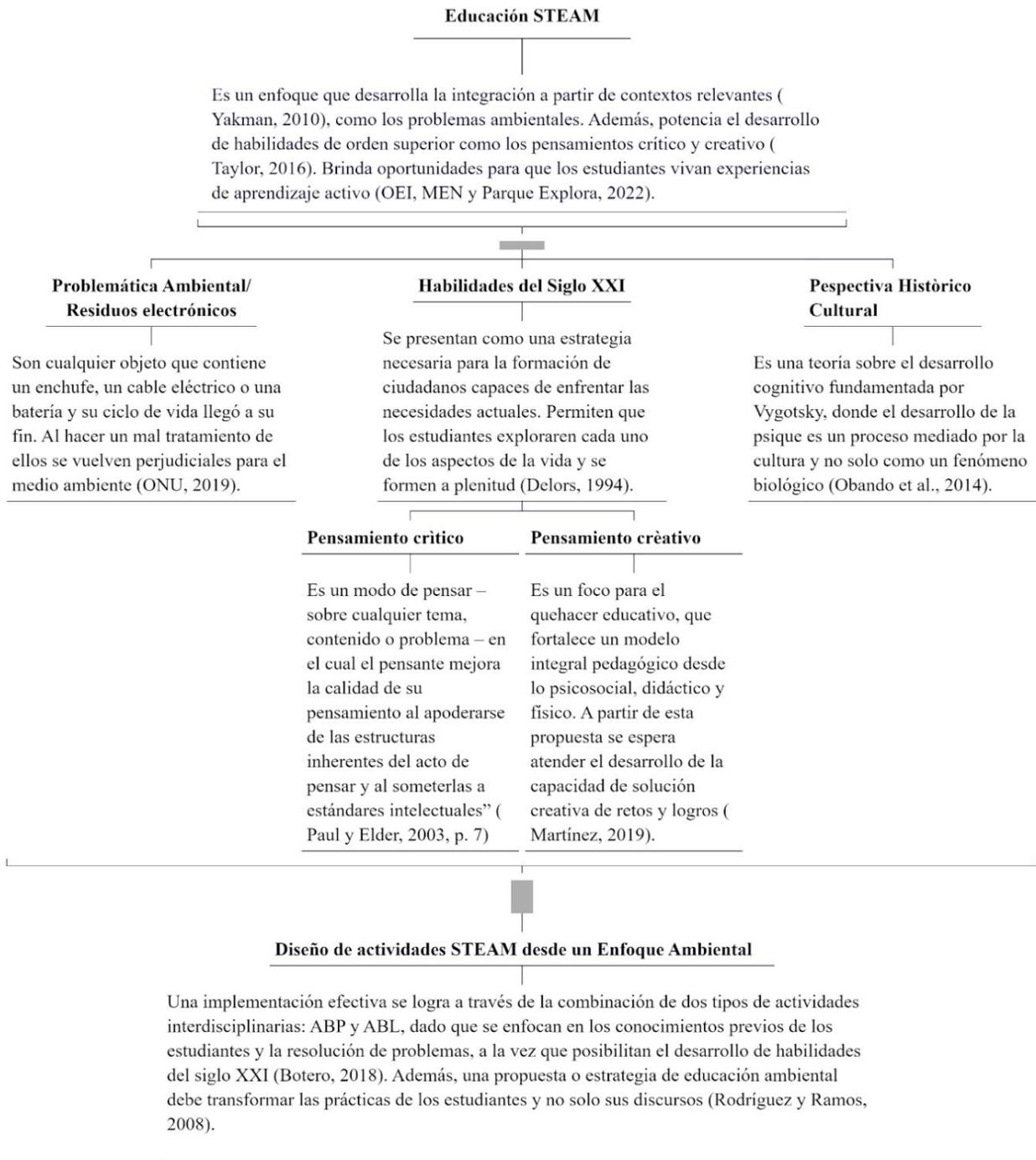
Además, un estudio enmarcado en la solución de los problemas que afronta hoy la educación a nivel nacional e internacional permite atacar problemas sociales y ambientales. Esta investigación no solo responde a las necesidades educativas y sociales actuales, sino que aporta de forma positiva a cerrar las brechas investigativas que se detectaron en este campo. Por ello, es pertinente construir con una propuesta de integración con enfoque STEAM que, además de aportar a la solución de los problemas ambientales producidos por los residuos sólidos y electrónicos, posibilite a los estudiantes de la Institución Educativa La Esperanza desarrollar habilidades y conocimientos fundamentales para desenvolverse de forma efectiva en la sociedad del siglo XXI.

2 Marco teórico

En este capítulo se presentaron los conceptos y teorías que guiaron la propuesta investigativa, así como las relaciones que existieron entre ellos. Se desarrollaron diferentes concepciones de la educación STEAM para definir la teoría que fundamentó el trabajo, y la relación con conceptos como habilidades del siglo XXI y residuos electrónicos. Se finalizó con una construcción teórica desde diferentes autores sobre el diseño de propuesta de aula desde el enfoque STEAM. Además, se expuso el modelo educativo que dirigió la propuesta con la idea de enseñanza y aprendizaje que se desprendió de él. En la figura 2 se sintetizaron los conceptos centrales de la propuesta.

Figura 2

Síntesis de los componentes del marco teórico



2.1 Educación STEAM

La educación STEM surge como estrategia para impulsar el desarrollo nacional, la productividad económica y el bienestar social, más cuando los países demandan un mercado laboral con profesionales en ciencia y tecnología que permitan responder a los grandes cambios del mundo. Algunos desafíos que enfrenta la humanidad son: la globalización, la emergencia de las nuevas tecnologías y la necesidad de resolver los problemas ecológicos y económicos que amenazan la supervivencia humana (Tytler et al, 2018; UNESCO, 1999; Botero, 2018).

STEM aparece por primera vez en EE. UU. en la década de 1990, acogido por la National Science Foundation (NSF) para impulsar la conciencia emergente de que la tecnología tiene un carácter ubicuo en la cultura, lo que la convierte en una de las claves para la competitividad global (Sanders, 2008). Desde ese momento, STEM ha sido adoptado por diferentes países de manera que su interpretación ha variado en pro de adaptarse mejor a las necesidades económicas y sociales de cada nación (MEN et al., 2022). Por ello, en este apartado se reportan interpretaciones relevantes, las propuestas acogidas en el contexto colombiano y los factores característicos del enfoque que se asumen para esta propuesta.

STEM surge con el objetivo de darle relevancia a las disciplinas implicadas, se utilizó para hacer referencia a los cuatro campos separados y distintos que se conocen: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Sin embargo, se sugiere que la educación STEM necesita más que un acrónimo conformado por cuatro letras para brindar resultados efectivos a los objetivos que se plantea cumplir (Sandres, 2008). Desde esta nueva preocupación surgen diversas formas de dinamizar y relacionar el trabajo entre las disciplinas.

Nadelson y Seifert (2017) distinguen entre dos formas de entender STEM: segregado e integrado. La primera es de carácter disciplinar, se ocupa de resolver problemas de una de las disciplinas del acrónimo, como ejemplo la química tradicional, dado que se compone por una de las disciplinas STEM y sus problemas se resuelven desde la misma. La segunda trasciende lo disciplinar, se define como “la fusión perfecta de contenido y conceptos de múltiples disciplinas STEM” (p. 222), lo cual se logra a partir de un contexto, proyecto o tarea de dominio general, común a todas las disciplinas que componen el acrónimo. Un ejemplo es la biomédica que combina el trabajo de las disciplinas STEM de forma real.

De manera similar, Thibaut et al. (2018) proponen STEM como “un enfoque interdisciplinar que parte de un problema o cuestión del mundo real y se centra en los contenidos

y habilidades interdisciplinarias (por ejemplo, el pensamiento crítico), en lugar de los contenidos y habilidades específicos de cada asignatura” (p. 6). El autor considera la educación en términos de habilidades y contenidos comunes a las áreas implicadas, por lo que se aleja del carácter disciplinar con el que inició el acrónimo.

Desde la elaboración de este panorama, Kennedy y Odell (2014) conciben la educación STEM como “una metadisciplina, un esfuerzo integrado que elimina las barreras tradicionales entre estos temas y, en cambio, se centra en la innovación y el proceso aplicado de diseño de soluciones a problemas contextuales complejos utilizando herramientas y tecnologías actuales” (p. 246). Desdibujan completamente las barreras de lo disciplinar para guiar los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de la solución de problemas complejos. Sandres (2008) da un paso más adelante y reflexiona sobre la posibilidad de hablar de una educación STEM integrada que tenga en cuenta explorar la enseñanza y el aprendizaje entre dos o más de sus áreas, al incluir la posibilidad de integrar una o más materias escolares.

Continuando con esta línea, Moore et al. (2015) hacen un mayor énfasis en la tecnología y la ingeniería. Proponen una educación STEM que propicie principalmente la participación de los estudiantes en estrategias como el diseño de ingeniería o explorar tecnologías de una manera que requiere un aprendizaje profundo y la aplicación de las matemáticas, las ciencias o ambas, así como la consideración de otras disciplinas. Por último, se hace énfasis en la posibilidad de incluir disciplinas como las ciencias sociales, artística y el lenguaje como auxiliares u opcionales.

Hasta el momento se han desarrollado propuestas donde prevalece el dominio de las ciencias duras, en algunos casos se presentan las disciplinas de carácter social y artístico como posibilidades en la integración, más no como una opción necesaria y permanente al igual que las disciplinas del acrónimo. Una propuesta de esta naturaleza es formulada por Yakman (2008) empleando el acrónimo STEAM.

Yakman y Lee (2012), manifiestan que las artes no se pueden dejar de lado al estudiar los factores comunes en la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas STEM, porque “las artes contienen todas las divisiones que interactúan con las puras posibilidades de combinar los otros campos para dar forma a la dirección del desarrollo” (p. 1073). Es decir, para responder a las dinámicas del desarrollo social, es necesario pensar cómo interconectar el campo de estudio STEM con el contexto económico y social. En la interrelación entre las ciencias y la vida real emergen

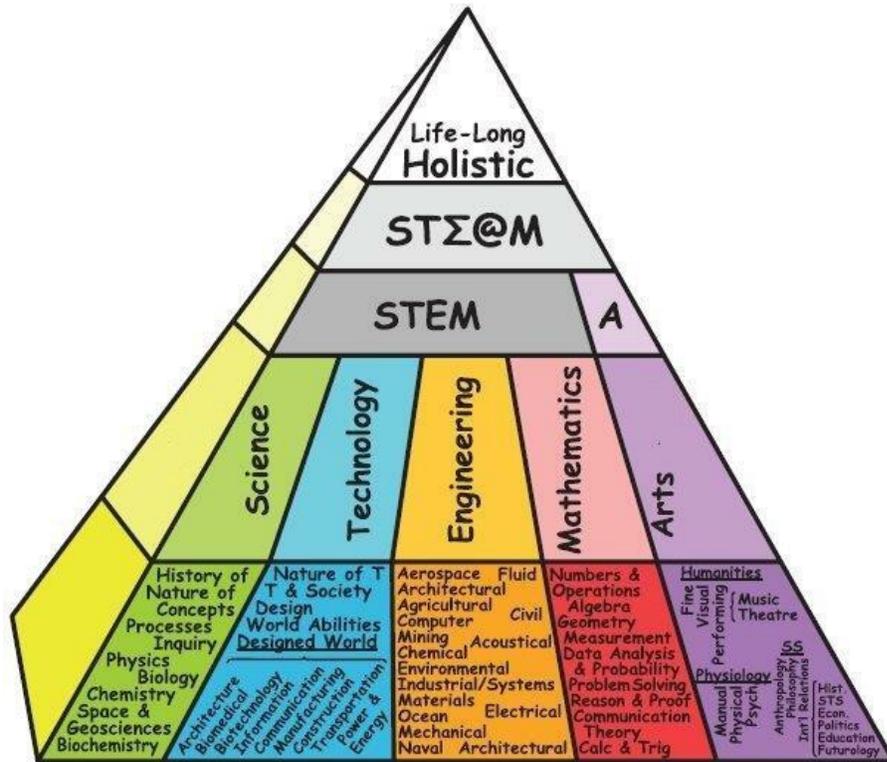
necesariamente las artes, que para los autores no se limitan a las artes plásticas, sino que incluye las artes sociales, finas, manuales, físicas y liberales.

La relación entre STEM y el contexto a partir de las artes surge con el objetivo de fomentar una integración más profunda, ya que continuaba superficial y cerrada, resaltando el carácter egocéntrico de las denominadas ciencias duras. En este sentido, Yakman (2008) da claridad sobre los vínculos entre las disciplinas STEAM, manifiesta que “Ciencia y Tecnología son interpretadas a través de la Ingeniería y las Artes, todo basado en elementos Matemáticos” (p. 347). Se le da un papel característico a cada disciplina y se resaltan las Matemáticas, entre las múltiples formas de entenderla, como eje transversal a las demás en tanto se concibe como un lenguaje universal común a todas.

Además, Yakman (2010) desarrolla un diagrama piramidal con el fin de establecer los tipos de relación que se pueden llevar a cabo en la práctica de los campos de las disciplinas STEM, en ella se reconocen cinco posibilidades (ver figura 3). En la cúspide de la pirámide se encuentra el mayor grado de integración denominado nivel superior, se correlaciona con el concepto de educación holística, entendido como “la interpretación de la esfera o universo de influencia de cada persona” (p. 3). Se da de forma espontánea, puesto que las personas están constantemente aprendiendo y adaptándose a las influencias de su entorno. Los resultados de estas influencias, tanto internas como externas, moldean en gran medida lo que la gente hace con aquello a lo que está expuesta y lo que entiende.

El segundo nivel, se denomina nivel de integración, este es el nivel más recomendado para la enseñanza en las escuelas dado que las disciplinas se interrelacionan completamente a partir de un problema del contexto de los estudiantes, por lo que logran alcanzar todos los campos y una visión general básica de cómo se interrelacionan en la realidad. El tercer nivel es el multidisciplinario, en este los conceptos y procesos de las disciplinas se unen para resolver un problema real y está más enfocado hacia la utilidad de las disciplinas para la solución de un problema. El cuarto nivel, es el disciplinar, en esta sigue existiendo la solución de problemas como eje rector, pero se explora a profundidad los temas concernientes solo a una de las disciplinas. El quinto y último nivel es el de contenido específico, aquí el estudiante se profesionaliza y profundiza en una de las áreas de su interés.

Figura 3
Pirámide STEAM



Nota: De Yakman (2008).

Esta propuesta diferencia las formas de integrar las disciplinas desde la solución de problemas reales, siendo ideal llegar al nivel dos de integración, allí las actividades se preparan con el objetivo de realizar un trabajo desde el contexto que desdibuje las barreras de lo disciplinar.

De forma similar, Taylor (2016), quien acoge el acrónimo STEAM, hace énfasis en incluir la A con el objetivo de resaltar principalmente el carácter humano que se debe incluir en la formación de los ciudadanos actuales, por lo que desde esta nueva perspectiva se pretende potenciar la educación para el desarrollo de un conjunto de habilidades de orden superior: pensamientos crítico y pensamiento creativo, capacidades personales y sociales, comprensión ética y comprensión intercultural; que permiten formar ciudadanos no solo productivos sino con la capacidad de tomar decisiones y con justicia social.

STEM/STEAM ha sido acogido por países de todo el mundo, cada uno de los cuales lo ha ajustado a sus necesidades contextuales. Entre ellos está Colombia, que, aunque no cuenta con una política nacional, ha desarrollado una postura conceptual que marca una estrategia de país. En el

contexto colombiano se denomina STEM+, comprendido como “un enfoque educativo que brinda oportunidades para que los estudiantes vivan experiencias de aprendizaje activo, integren diversas áreas de conocimiento, desarrollen competencias para la vida, y se conecten con las dinámicas y desafíos del contexto” (MEN et al., 2022, p. 19).

Además, existen algunos casos de políticas departamentales que por iniciativa propia y en pro de mejorar la calidad de la educación, han acogido y adoptado la educación STEM, como es el caso de Medellín. Desde su administración municipal se acoge el acrónimo STEM+H, donde la H representa el conjunto de las humanidades. Surge con el objetivo de contextualizar el enfoque a la realidad educativa de la ciudad y para acoger los trabajos que desde las instituciones educativas oficiales se venía realizando (Cano y Ángel, 2020). Se asume como “un enfoque integrador en el que el conocimiento se construye teniendo en cuenta las características de los contextos, el vínculo del desarrollo de lo humano a la formación y la proyección a la comunidad como propósito de la educación” (Cano y Ángel, 2020, p. 19).

Como se ha denotado hasta el momento, STEM/STEAM tiene múltiples connotaciones e interpretaciones, cada una de las cuales reconoce las metodologías activas como eje rector de las prácticas educativas (Botero, 2018). Estas incluyen principalmente el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en retos (ABR), la investigación escolar, la gamificación o metodologías flexibles que permitan un aprendizaje activo, donde los estudiantes sean protagonistas de su propio aprendizaje (MEN et al., 2022). Con este enfoque, se pretende lograr una educación más relevante, centrada en el desarrollo de competencias y conectada con las exigencias y desafíos del siglo XXI, aspectos fundamentales de la innovación educativa.

Aunque STEAM se ha cambiado y adaptado a diferentes intereses, tiene características que se mantienen en pro de contribuir a una educación más centrada en las necesidades de la sociedad actual. Entre ellas se rescata la postura de Yakman (2010), quien resalta la importancia del trabajo integrado entre las disciplinas STEAM, haciendo énfasis en las artes liberales, desde la solución de problemas reales. Además, el enfoque STEM+ desarrollado para Colombia se presenta como incluyente y con responsabilidad ciudadana para atender las necesidades sociales y educativas del país, por ejemplo, la desigualdad y la diversidad de género. Estos dos enfoques se seleccionan como fundamentales para el desarrollo de este trabajo. En este orden de ideas, se considera la educación STEAM como una estrategia interdisciplinar que se caracteriza por desarrollar

metodologías activas con el objetivo de potenciar el desarrollo de las habilidades del siglo XXI desde el contexto social, político, económico y cultural de quienes se ven implicados.

2.2 Residuos electrónicos

La preocupación por las consecuencias que traen consigo los residuos electrónicos para el medio ambiente surgió a comienzos del siglo XXI en los países europeos. Tiempo después, América Latina y otras regiones de todo el mundo establecieron una acepción para este término. Para estos países es entendido como aquellos objetos que se generan cuando los dispositivos eléctricos o electrónicos dejan de cumplir la función de fabricación y la persona dueña de estos tiene al menos la intención de desecharlos (ACS Recycling, 2020; Minambiente, 2013).

A partir de 2001 se considera que un residuo electrónico es “todo aparato que utiliza un suministro de energía eléctrica y que ha llegado al fin de su vida útil” (OCDE 2001, como se citó en Silva, 2010, p. 26). Para la iniciativa *Solving the E-Waste Problem (StEP)* implementada en 2014, “es un término usado para cubrir artículos de todo tipo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y sus partes que han sido descartados por el propietario como desecho sin intención de reutilización” (StEP, 2014, pp. 4-5). Según Quiñones (2019), son cualquier objeto que contiene un enchufe, un cable eléctrico o una batería y su ciclo de vida llegó a su fin. Van desde neveras hasta celulares, son incluso los componentes dentro de estos aparatos, y tienden a conservar una vida más prolongada

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), por sus características y el escenario actual, apuntan hacia una utilidad para el desarrollo social y económico, además de la articulación a los procesos educativos y el sector empresarial; en este sentido, proporcionan servicios útiles para el trabajo, el hogar y el estudio. Sin embargo, de acuerdo con Quiñones (2019), algunas TIC y los aparatos eléctricos y electrónicos en general, tienen un impacto en el ambiente al momento de convertirse en residuos, ya que traen consigo elementos que al momento de desecharlos son perjudiciales para el medio ambiente y la salud. Estos aparatos contienen componentes como el cadmio, el mercurio y el plomo, elementos que requieren un tratamiento específico que asegure su correcta disposición y, por ende, evite un impacto negativo en el medio ambiente y en la salud de las personas.

En contraste con los componentes que impactan negativamente, se encuentran el cobre, el oro y la plata, que pueden ser reutilizados a partir de un tipo de minería urbana cuando son aptos para reingresar al mercado como materia prima. Este tipo de minería, según Silva (2010), tiene un impacto menor sobre el medio ambiente y, además, implica bajo costo monetario, ahorro de energía y de recursos naturales extraídos directamente. Para mitigar los problemas generados por los RAEE, desde 2004 en adelante, se asume en distintos países de Latinoamérica y el mundo el apoyo activo a las tres medidas que constituyen el enfoque sostenible de la gestión de los aparatos electrónicos: prevención, reúso y tratamiento de sus residuos.

Las consecuencias detrás de la gestión indebida de los RE son dañinas para el planeta, ya que “se liberan gases a la atmósfera que acaban contaminando océanos y ecosistemas en todo el mundo. Una realidad que es necesario acercar a nuestras aulas” (Naturaliza, 2021, párr. 4). Una alternativa para mitigar este problema es una Educación Ambiental que permita concientizar a las personas sobre la importancia de aplicar inicialmente la regla de las 3R. Un ejemplo para acercar a estudiantes a proyectos de esta índole es promover su participación frecuente en campañas, propagandas o cine foros relacionados con el Día Internacional de los Residuos Electrónicos, actividades de sensibilización para ser conscientes de la problemática (WEEE Forum, 2022).

De acuerdo con Pascuas et al. (2017), afrontar temas ambientales significa incentivar al cambio en las personas y caminar hacia un desarrollo sostenible desde un enfoque crítico. Sin embargo, las características de la sociedad actual advierten que las personas actúan sin fundamentos precisos ante asuntos ambientales, e ignoran cómo estar en armonía con la naturaleza. Es decir, el desconocimiento de los enfoques pedagógicos está relacionada con la falta de construcción del pensamiento crítico del individuo. Una solución a esta dificultad es la relación teoría-práctica, que busca la adaptación de un pensamiento que implique acciones críticas desde la Educación Ambiental, articulando disciplinas para trabajar en problemáticas ambientales de forma individual y colectiva.

Adaptar un pensamiento crítico que brinde el desarrollo de actitudes y prácticas desde la EA es, en palabras de Humberstone (2017), “una solución a largo plazo que permitirá lograr los cambios deseados en las personas, respecto al cuidado del medioambiente” (p. 72). Lo anterior implica actualizaciones en los currículos de instituciones educativas, al adaptar y mostrar diferentes formas de concientizar y posibles soluciones a problemas generados por los residuos electrónicos.

Se esperan mayores efectos medioambientales al implementar este tipo de estrategias en edades tempranas.

En respuesta a las características de la sociedad actual, la renovación de currículos de las instituciones educativas contiene un marco legal sobre los residuos electrónicos. Es un factor que juega un papel en la estructuración curricular y en las prácticas de aula, teniendo como efecto implicaciones educativas. En Colombia existe una ley, un decreto y dos resoluciones que cobijan esta temática, expuestos por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

- Ley 1672 de 2013: por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 284 de 2018: por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 0076 de 2019: por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, para el trámite de licencia ambiental de proyectos para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, y aprovechamiento (recuperación/reciclado) de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (RAEE).
- Resolución 0480 de 2020: Por la cual se implementa el Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos — RPCAEE y se establecen sus requisitos.

El anterior marco legal es una ventana que permite abordar no solo los residuos electrónicos, sino también los residuos sólidos, en el desarrollo del PRAE y otros proyectos institucionales que ayuden a mitigar la problemática de los residuos electrónicos.

En resumen, el concepto de RE ha tenido múltiples definiciones desde que la sociedad comenzó a preocuparse por sus efectos ambientales y sociales. Si bien son definidos por diferentes autores, se reflejan intenciones similares y la esencia del concepto permanece. A pesar de esta similitud, el pensamiento y las prácticas sociales son aspectos que estarían destinados al cambio si esta problemática se quiere encaminar hacia el desarrollo de valores y habilidades del siglo XXI. Una de sus principales fuentes de obtención son los currículos educativos, que además de atender

a este tipo de problemáticas emergentes, son un medio para que se desarrollen estrategias de integración interdisciplinar a partir de propuestas como la Educación STEAM.

2.3 Habilidades del siglo XXI

Dado los cambios que ha sufrido el mundo, desde finales del siglo XX se inicia una apuesta por trascender la visión puramente instrumental de la educación. Pasa de ser percibida como un medio obligatorio para obtener resultados cuantitativos, a considerarse una educación integral que encierra una concepción más amplia, de forma que cada persona pueda descubrir, despertar e incrementar sus posibilidades creativas y formarse en todos los ámbitos de la vida (Meller, 2016). Los Cuatro Pilares de la Educación (*aprender a hacer, aprender a ser, aprender a conocer y aprender a vivir juntos*) presentados por la UNESCO, en el informe *La educación encierra un tesoro* de Jaques Delors (1994), se consideran los fundamentos de la educación para el siglo XXI. Su inclusión en los espacios educativos requiere fomentar el desarrollo de habilidades y competencias que permitan a los estudiantes explorar cada uno de los aspectos de la vida y formarse a plenitud en ellos.

Con referencia a lo anterior, Delors (1994) define *aprender a conocer* como medio y finalidad de la vida humana, no se trata de la adquisición de conocimientos sino del dominio de los instrumentos mismos del saber. *aprender a ser*, hace referencia al desarrollo de la personalidad, autonomía de juicio, sentimiento e imaginación de cada persona. *aprender a hacer*, alude a la capacidad de influir en el propio entorno al poner en práctica los conocimientos en la vida cotidiana y en el contexto, se hace énfasis en estar calificado profesionalmente para el mundo del trabajo. Por último, *aprender a vivir juntos*, se trata de comprender al otro, se enfoca en las habilidades intra e interpersonal y está relacionada con los valores en función de la convivencia en paz.

Esta nueva perspectiva brinda un panorama general sobre lo que debe ser enseñado en las escuelas, pero dadas las demandas específicas de una sociedad en constante cambio, surge la necesidad de dar claridad y determinar las habilidades fundamentales que los estudiantes requieren en el siglo XXI. Esto con el fin de mejorar sus oportunidades en el sistema educativo, en el mundo del trabajo y en la vida (Maggio, 2018).

Hasta el momento se han desarrollado propuestas para determinar las habilidades más adecuadas para la formación de los ciudadanos del siglo XXI. Meller (2016) propone un listado que considera contribuyen a fortalecer las destrezas que se requiere en el mundo actual, son: “Pensamiento Crítico - Creatividad - Curiosidad - Trabajo en Equipo (Colaboración) - Comunicación y Aprender a Aprender” (p. 33). Cabe resaltar que este autor se enfoca en habilidades para fortalecer dos aspectos fundamentales en la educación de las personas: autorrealización, que posibilite un aprendizaje a lo largo de la vida y habilidades que le permitan al sujeto insertarse en el mundo laboral.

Magro, (2017) propone un set de 21 habilidades fundamentales, que permiten responder e intervenir de forma apropiada con respecto a problemas y cuestiones que plantea la vida en todos sus escenarios. Están agrupadas en cuatro escenarios vitales que recuperan los cuatro aprendizajes básicos del Informe Delors (1994):

El escenario personal, que recoge las habilidades relacionadas con la autoestima y el ajuste personal; el escenario comunitario, con las habilidades que favorecen la convivencia y las relaciones sociales; el escenario académico, que recoge las habilidades relacionadas con la gestión del conocimiento y el aprendizaje; y el escenario profesional, que incluye aquellas que facilitan el acceso al mundo del trabajo. (p. 41)

Desde estos escenarios se busca desarrollar múltiples ámbitos en la vida de las personas, no solo el ámbito académico el cual era el eje rector de la educación en los siglos anteriores. Las 21 habilidades propuestas se distribuyen en cada uno de los ámbitos, esta incluye las habilidades nombradas en el marco anterior. También proponen: autoconocimiento, resiliencia, asertividad, empatía, toma de decisiones, liderazgo, colaboración, entre otras, como habilidades que van más allá del aspecto laboral y académico.

Maggio (2018) en el informe del XIII Foro Latinoamericano de Educación analiza marcos en los que se han sistematizado las habilidades del siglo XXI. A partir de allí se delimita un marco: comprensión, comunicación, colaboración, pensamiento creativo y pensamiento crítico. Estas habilidades son construcciones que cuentan con el respaldo de numerosos desarrollos conceptuales, aunque no se ven favorecidas en las prácticas educativas. Por ello, se invita a que cada docente o colectivo realice sus propias elecciones de acuerdo con las finalidades educativas del nivel, modalidad y disciplina que sea objeto de enseñanza.

En este sentido, Maggio (2018) hace énfasis en que la *comprensión* debe ser tanto de los problemas como de los otros mediante prácticas reflexivas; la *comunicación* se entiende como una experiencia profunda y transformadora en un mundo globalizado que trasciende a todos los ámbitos de la vida de las personas; la *colaboración* como eje central en el desarrollo cognitivo y en el aprendizaje para participar plenamente en una sociedad caracterizada por el avance hacia formas de inteligencia colectiva. *Creatividad o pensamiento creativo* como la capacidad de transformar, de evaluar críticamente la información y los argumentos, de ver patrones y conexiones. Y el *pensamiento crítico* implica recuperar para la escuela el análisis del poder, de las contradicciones y el conflicto para generar propuestas formativas que estén orientadas por ideales de un mundo mejor y más justo.

Entre las propuestas educativas que buscan fortalecer las habilidades del siglo XXI se encuentra la educación STEAM (Siekmann, 2016). Como se ha mencionado con anterioridad, STEAM surge como un enfoque educativo, responde a las demandas económicas, sociales y laborales actuales. Para satisfacer esta demanda es necesario desarrollar estrategias centradas en el fortalecimiento de habilidades (Moore, et al., 2015), en este sentido algunas de las habilidades en la que mayoritariamente se centra STEM son: pensamiento crítico, solución de problemas, creatividad, comunicación y colaboración. (Botero, 2018). Recientemente se han publicado algunos listados que adicionan la alfabetización de datos y pensamiento computacional como habilidades fundamentales para el desarrollo integral. (MEN et al., 2022).

Teniendo en cuenta las delimitaciones hechas en los marcos anteriores y atendiendo a la necesidad de una educación en condiciones de formar ciudadanos con capacidad de discernir, de tomar decisiones, de crear, innovar, entender y asimilar información en una sociedad globalizada y regida por la tecnología; el pensamiento crítico y creativo se posicionan como habilidades fundamentales y necesarias. A continuación, se profundiza en su conceptualización.

2.3.1 Pensamiento crítico

El pensamiento crítico es un tema constantemente debatido dentro del campo educativo, más cuando el modelo por competencias y el desarrollo de habilidades se han posicionado como fundamentales para la educación actual. Su concepción puede expresarse por medio de una

variedad de definiciones e interpretaciones, de las cuales se hace énfasis en posturas que trascienden la perspectiva meramente intuitiva que lo concibe como la capacidad para realizar juicio de valor, opinar y manifestar puntos de vista personales, sean o no fundamentados (Morales, 2014; Monroy, 1998; Barriga, 1998; Maggio, 2018).

Al hacer mención del lenguaje común, se relaciona con el acto de cuestionar o valorar, implica establecer un juicio o tomar una posición con respecto a un hecho, a un fenómeno o a una idea (Morales, 2014). Esta forma de pensar puede ser contestataria y no implica necesariamente reflexionar, analizar o evaluar, características que son fundamentales para desarrollar un pensamiento más estructurado (Paul y Elder, 2003).

Desde otras perspectivas, el pensamiento crítico busca:

la posibilidad de pensar correctamente, sin prejuicios ni esquemas mentales coercitivos y a la vez la posibilidad de pensar la realidad, y de esta forma cuestionarla y transformarla. [...] Es así como el pensamiento crítico permite analizar cualquier realidad incluso la propia; brinda además la posibilidad de volver sobre sí mismo y de analizarse, lo cual permite que el individuo se modifique, se transforme y se reestructure a sí mismo. (Montoya, 2007 p. 8)

Es decir, se piensan como actividades liberadoras y emancipadoras. Se define como una actividad reflexiva totalmente orientada hacia la acción, como un modo de pensar en el cual se mejora la calidad del pensamiento inicial. Implica comunicación efectiva y habilidades de solución de problemas, hace su aparición en la interacción con otras personas y en el momento de comprender y resolver problemas (Paul y Elder, 2003).

Naessens (2015) desarrolló argumentos similares, manifestó que pensar críticamente implica una actividad autorreflexiva, de forma que se piense sobre el propio pensamiento con el fin de mejorarlo, volverlo más claro, más exacto o acertado. En este sentido, un pensador crítico no es el que desarrolla argumentos contestatarios, sino el que transforma la realidad poniendo en tela de juicio lo que se dice y se hace, fundamentando sus opiniones y dando alternativas de solución.

En la misma línea, Paul y Elder (2003) definen el pensamiento crítico como “[un] modo de pensar – sobre cualquier tema, contenido o problema – en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a

estándares intelectuales” (p. 7). Es decir, pensar críticamente implica analizar el razonamiento realizado para después evaluarlo. Así, para los autores un pensador crítico es aquella persona con la capacidad de formular problemas y preguntas vitales; tiene un propósito claro; cuestiona la información, las conclusiones y los puntos de vista; se empeña en ser claro, exacto y preciso; busca profundizar con lógica e imparcialidad; aplica estas destrezas cuando lee, escribe, habla y escucha (Paul y Elder, 2003).

En definitiva, el pensamiento crítico no se asocia con la capacidad de generar ideas, lanzar juicios de valor o de mejorar la adquisición de contenidos específicos, sino que trasciende y brinda la capacidad de razonar, comprender, comparar, revisar y evaluar ideas. Por lo tanto, el pensador crítico es aquel que es capaz de pensar por sí mismo. En este sentido, Facione (2007), define cinco actitudes esenciales que caracterizan el pensamiento crítico: *interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación*. Estas habilidades van a permitir determinar si los estudiantes logran alcanzar el desarrollo de este pensamiento en el proceso de investigación (ver tabla 1). Pero, en el desarrollo de la implementación no se tuvieron en cuenta el *análisis y la autorregulación*, además se delimitaron algunos descriptores debido a la extensión y al grado de complejidad que implican.

Tabla 1
Evaluación del desarrollo del pensamiento crítico

Categoría	Subcategoría	Descriptor
Pensamiento crítico	PC1: Interpretación	PC1.1: Comprende y expresa el significado o la relevancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, creencias, reglas, procedimientos o criterios.
	PC2: Análisis	PC2.1: Identifica las relaciones de inferencia reales y supuestas entre enunciados, preguntas, conceptos, descripciones u otras formas de representación que tienen el propósito de expresar creencia, juicio, experiencias, razones, información u opiniones
	PC3: Inferencia	PC3.1: Identifica y asegura los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables. PC3.2: Formula conjeturas e hipótesis. PC3.3: Considera la información pertinente y saca las consecuencias que se desprendan de los datos u otras formas de información PC3.4: Cuestionar la evidencia, proponer alternativas, y sacar conclusiones.
	PC4: Explicación	PC4.1: Presenta resultado del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente,

Categoría	Subcategoría	Descriptor
		PC4.2: Describe métodos y resultados, PC4.3: Justifica procedimientos. PC4.4: Propone y defiende, con buenas razones, las explicaciones propias causales y conceptuales de eventos o puntos de vista, PC4.5: Presentar argumentos completos y bien razonados en el contexto de buscar la mayor comprensión posible.
	PC5: Autorregulación	PC5.1: Se autoexamina. PC5.2: Se autocorrije.

Nota. De Facione (2007).

En este orden de ideas, el pensamiento crítico está relacionado con el proceso de aprender a aprender, en el sentido de procurar que el alumno llegue a adquirir autonomía intelectual. Implica trascender el modelo educativo donde se memoriza constantemente la información, sin detenerse a analizar y pensar en ella (Maggio, 2018). En este proceso es fundamental posibilitar el desarrollo del pensamiento en todos sus aspectos, aspirar a aquello que se denomina pensamiento de orden superior, que para Paul y Elder (2005), implica una interrelación entre el pensamiento crítico y el pensamiento creativo, donde:

La creatividad domina un proceso de hacer o producir, la criticidad de evaluar o juzgar. La mente, al pensar bien, debe simultáneamente tanto producir como evaluar, tanto generar como juzgar los productos que construye. El pensamiento profundo requiere de la imaginación y de la disciplina intelectual. (p. 13)

En este sentido, el pensamiento crítico y creativo se correlacionan y completan en el proceso de pensamiento de orden superior. No se le atribuye al pensamiento crítico la capacidad crear, es en su correlación con el pensamiento creativo que se produce el acto de analizar, crear y evaluar. Así, Colom et al. (2012) distinguen que el primero busca opciones con mayor parsimonia, es un proceso generador de ideas, objetivos y soluciones que permitan la inclusión de procesos de afinación y ajuste progresivo aplicables a los posibles productos o resultados desarrollados en el pensamiento creativo.

2.3.2 Pensamiento creativo

De acuerdo con Summo et al. (2016), es natural que las nociones atribuidas al concepto de creatividad estén asociadas con las artes. Se pueden identificar tres visiones acerca de su desarrollo conceptual: sectorial, elitista y democrática. Desde una postura sectorial, se asocia a actividades artísticas (música, actuación, danza, literatura, pintura, entre otros), sin embargo, Colom et al. (2012) afirman que también está presente en la creación científica y tecnológica. Desde una postura elitista, es una cualidad que poseen algunas personas dotadas con talentos inusuales. En contraposición con la mirada anterior, la perspectiva democrática parte de la hipótesis de que todas las personas son capaces de alcanzar logros en alguna actividad con condiciones adecuadas y a veces guiadas.

Según Colom et al. (2012), la creatividad es una característica presente en todo ser humano, que se desarrolla en mayor o menor escala. Su desarrollo “es tarea de la educación y de la escuela en particular: hacer de los alumnos, profesores, directivos y centros educativos, unos sujetos y organizaciones creativas” (p. 8). De esta manera, la educación juega un papel notable en el desarrollo de la creatividad, a raíz de la modificación de las estructuras físicas y espacios de aprendizaje se construyen escenarios aptos para su progreso. En relación con lo anterior, Cárdenas (2019) propone a la creatividad como un foco para el quehacer educativo, que fortalezca un modelo integral pedagógico desde lo psicosocial, didáctico y físico. A partir de esta propuesta, se espera atender el fortalecimiento de la capacidad de solución creativa de retos y la capacidad de logro.

La creatividad puede confundirse con otros conceptos y otras habilidades humanas, tales como: inteligencia, talento, aptitud y habilidad. Ante esta dificultad, en el texto de Colom et al. (2012) se puntualiza lo siguiente:

La creatividad se distingue de estas capacidades de tal modo que podemos decir que, a “más inteligencia”, no se sigue necesariamente mayor creatividad (aunque los individuos muy creativos son muy inteligentes, al menos en un cierto sentido). La creatividad se basa en una capacidad natural, pero finalmente es una capacidad que se aprende y perfecciona mediante la práctica; en ello se distingue del talento (natural). Tiene un carácter potencial, y no solo efectivo y actual, y en eso se diferencia de la aptitud tal como se mide ordinariamente como capacidad puntual para ejecutar una tarea. Del mismo modo, se distingue de la habilidad considerada como capacidad innata. (p. 12)

A su vez, este concepto se puede confundir desde la forma de evaluar cuán creativo es un sujeto, haciendo alusión a una evaluación cuantitativa. En este punto, son necesarias las preguntas: ¿es posible medir la creatividad?, ¿cómo se puede medir? La evaluación psicológica educativa, según Colom et al. (2012), acude al recuento de las *respuestas nuevas o inusuales, originalidad y adecuación, proceso de creación*, como forma de medición, es decir, a partir de características cualitativas. Según Valero-Matas et al. (2016), se construyó un modelo diseñado por Taylor en 1901. Se compone de cinco niveles que dependen de un contexto concreto, pasando de factores cognitivos a posiciones más integradoras, donde se manifiestan la creatividad expresiva, productiva, inventiva, innovadora y emergente.

Se define a la *creatividad expresiva* como la capacidad de responder a estímulos. La *creatividad productiva* es la originalidad con la que se produce, queda poco lugar para lo espontáneo, ya que se buscan objetivos previamente establecidos. En la *creatividad inventiva*, el descubrimiento de otras realidades se hace notar, es donde se da espacio a la mayor cantidad de invención. La *creatividad innovadora* permite captar la esencia de la realidad, expresándose en la creación de lo auténtico. No obstante, para el autor faltaba un nivel: La *creatividad 'Eureka'*, argumenta que es una manera espontánea de manifestar la creatividad, y que es un nivel importante porque las mejores ideas emergen de las personas cuando menos se las esperan.

Santaella (2006) mencionó que la creatividad es el proceso de originar un concepto, noción o esquema a partir de la presentación de un problema a la mente desde la imaginación, visualización, suposición o meditación. Afirma que no hay un instrumento válido para evaluar la creatividad, sin embargo, presenta algunos criterios e indicadores trabajados por algunos autores. Manifiesta que “se debe dejar una ventana abierta hacia el cambio, la modificación e incorporación de otros criterios al respecto” (p. 102). Los discernimientos presentados por la autora fueron: originalidad, iniciativa, fluidez, divergencia, flexibilidad, sensibilidad, elaboración, desarrollo, autoestima, motivación, independencia e innovación.

En este trabajo se entendió el pensamiento creativo como la capacidad para pensar, comunicar y hacer desde las disciplinas STEAM y los aspectos psicosociales, didácticos y físicos. No se tiene certeza de lo que piensa un estudiante, pero el reflejo de lo que comunica y hace puede manifestar su creatividad. Para dar cuenta de su desarrollo en los estudiantes se observa la evaluación en la tabla 2. Se evidencian la capacidad de comunicación y la capacidad de creación,

se reconoce su desarrollo a partir de cinco subcategorías: originalidad, proceso de creación, nivel de creación, adecuación y comunicación (necesaria para argumentar las ideas en ambas categorías), cada una dividida en descriptores.

Asimismo, la *originalidad* se evidencia a través de las ideas únicas, innovadoras o nuevas que los estudiantes comuniquen o ejecuten a partir de una tarea establecida. El *proceso de creación* reconoce la práctica, la enseñanza y el aprendizaje de la transformación del producto, es decir, puede mejorarse con el entrenamiento (Cañellas, 2012). El *nivel de creación* alude a la creación espontánea y *adecuación* como la idoneidad del producto para el contexto. Por último, la *comunicación* se relaciona transversalmente con las subcategorías y los descriptores al socializar los resultados.

Tabla 2
Evaluación del desarrollo de la creatividad

Categoría	Subcategoría	Descriptor	Autor(es) de referencia
Pensamiento creativo	C1: Originalidad	C1.1: Desarrolla ideas únicas, innovadoras o nuevas desde las orientaciones proporcionadas.	Cañellas et al. (2012); Valero-Matas et al. (2016); Santaella (2006).
	C2: Proceso de creación	C2.1: Refleja las orientaciones proporcionadas a partir del mejoramiento de un producto.	Cañellas et al. (2012).
	C3: Nivel de creación	C3.1: Expresa una creación espontánea en su producto	Valero-Matas et al. (2016)
	C4: Adecuación	C4.1: Presenta un producto idóneo para el contexto.	Cañellas et al. (2012).
	C5: Comunicación	C5.1: Comunica los resultados de forma clara, acudiendo a distintas maneras de hacerlo,	Cañellas et al. (2012) y Valero-Matas et al. (2016).

En este sentido, se proponen como marco a desarrollar, el pensamiento crítico y el creativo como habilidades que posibilitan la formación de ciudadanos críticos, con capacidad de innovar, enfrentar y desenvolverse en el ámbito académico y social del siglo XXI. Para la formación de estos ciudadanos es necesario no solamente establecer una estrategia de educación, sino también llevar a cabalidad acciones a partir del diseño de actividades STEAM, en este caso, caracterizadas por un enfoque ambiental.

2.4 Perspectiva histórico-cultural en educación

La perspectiva histórico-cultural es una teoría sobre el desarrollo fundada por Vygotsky y complementada por sus seguidores rusos: Leontiev, Luria, Galperin, Davidov, Zínchenko, entre otros (Montealegre, 2005). Desde esta posición, el desarrollo de la psique es un proceso mediado por la cultura, se considera “el resultado de las acciones culturalmente significativas y no solo como un fenómeno biológico” (Obando et al, 2014, p. 78). Es decir, el proceso de desarrollo se expone como la apropiación de las experiencias vividas dentro del significado personal, lo que se va a denominar el paso de la actividad interpsicológica a la intrapsicológica (Patiño, 2007). En este sentido, se presentan dos tipos de actividad: la primera refiere a lo práctico, enmarcada en lo externo; la segunda, a lo teórico en función de lo interno (Montealegre, 2005).

El concepto de actividad es fundamental, es la columna vertebral de la teoría del desarrollo desde la perspectiva histórico-cultural. Según Obando et al. (2020) “la *actividad* emerge, en la teoría vygotskiana, como un principio explicativo que permite comprender cómo la cultura permea el proceso de constitución de la conciencia humana” (p. 78). Tiene significado siempre que trate de la acción con objetos en contextos sociales. En este orden de ideas, Karpov (2005) manifiesta que se presentan dos tipos de instrumentos: los instrumentos psicológicos y los físicos. El dominio del primero es un proceso referido a la apropiación de herramientas externas que aparecen en el plano social, presentadas por los agentes de la cultura. Al ser dominadas gracias a la mediación externa de estos agentes, pasan al plano psicológico, proceso comprendido como *internalización*.

En el marco de las observaciones anteriores, la teoría de la actividad se presenta como fundamental para dar tratamiento integral al estudio de las prácticas educativas (Vargas, 2006). De igual manera, se ofrece una visión dialéctica y dinámica del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde se incluye de forma interactiva los roles de estudiantes y maestros (Solovieva, 2019). Al respecto, Vargas (2006) manifiesta que desde esta perspectiva la enseñanza y el aprendizaje se pueden entender como:

Una actividad que consiste en un sistema de relaciones entre individuos históricamente condicionados y sus entornos más próximos, organizados culturalmente, entendiendo entorno o contexto o escenario como aquello que rodea a la actividad, pero que

a la vez se entreteje en ella, porque sólo desde él tienen sentido las metas de los individuos y los instrumentos que se manejan para alcanzarlas. (p. 4)

En esta relación enseñanza-aprendizaje, la primera conduce a la segunda; sin la enseñanza organizada propiamente tampoco habrá aprendizaje, por lo que el objetivo, objetos, medios y contexto son determinantes en las prácticas educativas.

Al respecto Vincenzi et al. (2020) hacen énfasis en la práctica educativa como “la acción humana intencional que convoca la participación de estudiantes y profesores en torno a un objeto común que los motiva y dirige, haciendo uso de herramientas físicas y socioculturales que facilitan el logro de los resultados esperados” (p. 161). Cabe resaltar la importancia de que esta acción sea intencional, por lo que los procesos de planeación educativa en torno al logro de los objetivos de aprendizaje, desde los medios adecuados es fundamental para el desarrollo efectivo de las prácticas educativas.

Desde la teoría histórico-cultural, la concepción de *mediación* está relacionada con la planeación y acción educativa. La mediación como determinante del desarrollo mental, es el proceso o la forma en que los adultos, en este caso los profesores, presentan a los infantes la cultura (Karpov, 2005). En este sentido, Solovieva (2019) manifiesta que “el desarrollo del estudiante depende en gran medida de la forma de enseñanza y del método elegido por los maestros. En otras palabras, aplicadas al tema de enseñanza-aprendizaje: así como es la enseñanza, será el desarrollo del niño” (p. 18).

No obstante, el sujeto en su proceso de aprendizaje asume un rol activo en relación con la mediación cultural en la actividad de enseñanza. Como manifiesta Vincenzi et al. (2020) “Supone una ruptura de la díada estructural docente enseña y estudiante aprende, dando paso a la idea de la co-creación de ambientes de aprendizaje donde docente y estudiantes accionan de forma combinada e interrelacionada” (p. 160). Es decir, la planeación y la acción que se ejerce en el proceso de enseñanza es fundamental para que se posibilite el desarrollo en los estudiantes, pero a la vez estos asumen un rol activo, cuentan con la capacidad de pensar sobre la acción y de aprender a negociar significados, lo que implica, no solamente la transformación propia sino de todos los sujetos y los objetos inmersos en la actividad (Patiño, 2007).

En este orden de ideas, “La enseñanza puede ser entonces descrita como un proceso continuo de negociación de significados, de establecimiento de contextos mentales compartidos”

(Vargas, 2006, p. 5). El aprendizaje, como proceso de enculturación en el cual los estudiantes se integran de forma paulatina a una comunidad o cultura de prácticas sociales, donde aprender y hacer son acciones inseparables, por lo que las prácticas educativas están destinadas al saber cómo, más que al saber qué. (Vargas, 2006).

Por otra parte, desde la perspectiva histórico-cultural se plantea que la escuela debe introducir y permitir la adquisición de los conceptos científicos de las ciencias básicas. Para alcanzar este objetivo es necesario diferenciar entre conceptos cotidianos y científicos (Vargas, 2006). Al respecto, Solovieva (2019) manifiesta que los conceptos empíricos o cotidianos existen de manera aislada sin ninguna relación con otros conceptos, a diferencia de los conceptos teóricos o científicos, los cuales siempre forman sistemas complejos, y no se adquieren a través de una interacción simple con objetos. Además, las características de estos son el resultado de procesos de abstracción y generalización que ha hecho el humano de las diversas características de los objetos y fenómenos del mundo. El concepto científico no surge de los conceptos cotidianos, por el contrario, es necesario introducirlos a partir de acciones especiales y dirigidas por el maestro.

Es necesario resaltar la importancia de las zonas de desarrollo, propuestas por Vygotsky para la educación, ya que suponen una estrategia explicativa para comprender el proceso de internalización. A partir de la interacción del estudiante con los objetos y la mediación de los adultos, se crean las zonas de desarrollo. Según Vygotsky et al. (1996) existe la zona de desarrollo potencial, entendida como el ámbito relacionado con las capacidades potenciales para desarrollar una actividad o resolver un problema, con el apoyo de un adulto o un acompañante mediador. Esta zona es posible solo en la interacción conjunta, ya que sin la mediación externa el sujeto se encontrará solo bajo las posibilidades reales para desempeñar una tarea, difícilmente logrará avanzar más allá de lo que ya sabe. Las capacidades reales para resolver un problema se denominan zona de desarrollo real.

La distancia entre el nivel de desarrollo real y el potencial se entiende como zona de desarrollo próximo (ZDP). Es a través de esta que el estudiante puede construir nuevos conocimientos con la ayuda de agentes mediadores (Vygotsky, 1987). Para Patiño (2007), la ZDP se considera “el fundamento mismo del análisis de la concepción desarrolladora de la enseñanza y de todos los procesos implicados en el aprendizaje” (p. 58). Además, plantea como necesario, llevar a cabo estrategias educativas que permitan trascender de los niveles reales de desarrollo, a

estrategias que permitan relacionar este nivel de desarrollo con los niveles potenciales, de forma que se lleve a cabo una propuesta de enseñanza y aprendizaje real y retadora, donde los estudiantes vayan más allá de los niveles evolutivos reales.

2.5 Diseño de tareas STEAM desde un enfoque ambiental

Desde la educación STEAM se busca implementar actividades, estrategias didácticas, metodológicas y pedagógicas flexibles, donde los estudiantes interactúen con las áreas de conocimiento de forma integrada (OEI, MEN y Parque Explora, 2022). Esto implica pasar de la dinámica de clase tradicional a metodologías, donde los sujetos implicados (estudiantes y docentes) participen de forma activa y se realicen como seres humanos en lo que hacen.

Para definir actividades STEAM desde estas metodologías, se asumen las posturas de Botero (2018) y Sanmartí (2022), los cuales plantean algunos parámetros o requisitos generales para tener en cuenta al momento de diseñarlas. Botero (2018) considera que una implementación efectiva de una propuesta STEM/STEAM se logra a través de la combinación de dos tipos de actividades interdisciplinarias: ABP y Aprendizaje Basado en Lecciones (ABL), dado que se enfocan en la resolución de problemas y se apoyan del trabajo interdisciplinar y los conocimientos previos de los estudiantes, a la vez que posibilitan el desarrollo de habilidades del siglo XXI, criterios esenciales para el quehacer desde la educación STEAM.

Botero (2018), manifiesta que para el diseño de estas actividades se proponen seis parámetros para tener en cuenta: pregunta esencial, objetivos de aprendizaje, conocimientos previos, nuevos conocimientos fundamentales, descripción de los resultados y asignaturas involucradas. Además, requiere desarrollar un producto final o resultado, por ejemplo, un modelo, un informe o un video, que dé cuenta del proceso desarrollado, y se recomienda que haya un espacio para que los estudiantes presenten sus productos a los interesados.

Sanmartí (2022) argumenta que una estrategia de aula STEAM se lleva a cabo a través de una unidad didáctica general o de submomentos de aprendizaje o pequeños proyectos. Estas van de lo concreto a lo abstracto o de lo simple a lo complejo. Comienzan por actividades de exploración, se tiene en cuenta el ser, pensar, sentir y comunicar. Incluye actividades de síntesis, jerarquización o estructuración que respondan a, ¿qué debemos ser capaces de hacer?, donde se dé

cuenta de los logros alcanzados en cada momento. Por último, son fundamentales las actividades de aplicación, con el fin de determinar el logro de los objetivos de aprendizaje. Es importante conocer los puntos de partida y reelaborarlos durante el proceso, por ello es elemental el uso de portafolios o bitácoras.

Estas condiciones se pueden resumir en cuatro características que debe tener una estrategia STEAM:

1. Actividades de exploración y apropiación de los objetivos.
2. Construcción de nuevos saberes, actividades que permiten ir de lo simple a lo complejo.
3. Síntesis, estructuración y jerarquización.
4. Actividades de aplicación a nuevas situaciones.

Además, propone cinco ideas para diseñar propuestas que permiten incluir las características fundamentales de una estrategia STEAM:

1. Por donde comienza. Debe responder a, ¿qué queremos que se aprenda? En esta fase se selecciona un contexto relevante y unos objetivos específicos.
2. Construir nuevos conocimientos de manera significativa. Para esto se plantea como necesario secuenciar los aprendizajes previos y la autorregulación de las dificultades. Se seleccionan los conocimientos más importantes en función de lo que sea indispensable para resolver el problema inicial.
3. El papel de la indagación. Debe partir de preguntas, considera que las preguntas más potentes parten del cómo, porque posibilitan indagar, más no comprobar.
4. Necesidad e importancia de la síntesis. Se considera la síntesis como necesaria para determinar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.
5. La transferencia de lo que se aprendió. Implica que los estudiantes demuestren que son capaces de aplicar lo aprendido, llevarlo a otros contextos, contrastarlo con otras situaciones, etcétera.

Las propuestas de ambos autores tienen múltiples puntos en común. Ambos consideran necesario partir de una situación orientadora, ya sea un contexto relevante o una pregunta esencial. También resaltan la importancia de dejar claro y desarrollar los objetivos de aprendizaje, además de diferenciarlos de los objetivos de la actividad. Sanmartí (2022), desarrolla con más detalle la idea y argumenta que los objetivos de aprendizaje hacen referencia a las competencias, habilidades,

saberes, etcétera, que se desean alcanzar, en cambio el objetivo de la actividad hace referencia al producto final, posibilita el desarrollo de los objetivos de aprendizaje, sirven para determinar su alcance.

En este orden de ideas, las tareas STEAM hacen referencia a la importancia de los saberes previos y la construcción de nuevos conocimientos. Sanmartí (2022) a diferencia de Botero (2015) resalta la importancia de las actividades de síntesis. Considera fundamental proponer pequeños momentos de aprendizaje que le permitan al estudiante ir construyendo y poniendo en evidencia los saberes y habilidades que va desarrollando, además son fundamentales para determinar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. Adicional a estos submomentos de aprendizaje, hace énfasis en incluir un producto final o actividad de cierre, en el que se ponga en juego todos los conocimientos desarrollados en el proceso. Esto se logra con la transferencia de conocimientos, es decir con la capacidad de llevar todo lo aprendido a diversas situaciones.

Botero (2015), no hace énfasis en el desarrollo de submomentos, pero sí resalta la importancia de proponer un producto final que ponga de manifiesto los conocimientos adquiridos. Este tipo de propuestas se desarrollan por momentos y requieren de trabajo constante y activo por parte del estudiante, por lo que se puede considerar que se tienen en cuenta los submomentos de aprendizaje, aunque no se incluyan de forma explícita.

En este sentido, se sintetizan ambas propuestas en los siguientes momentos:

1. Situación orientadora: problema de relevancia social, pregunta orientadora, reto, etcétera.
2. Objetivos de aprendizaje y objetivos de la actividad.
3. Conocimientos previos y nuevos conocimientos.
4. Actividades de síntesis.
5. Actividad de cierre.

Además, como la propuesta que se desarrolla en este trabajo se fundamenta desde problemas concernientes a la educación ambiental se recuperan los planteamientos de Rodríguez y Ramos (2008) sobre los elementos que contiene una propuesta o estrategia de educación ambiental:

- a) Hacer un diagnóstico para determinar los conocimientos, intereses, necesidades y percepciones de los alumnos, en relación con los problemas ambientales.
- b) Cumplir los objetivos de la EA.
- c) Determinar el medio de comunicación para proporcionar la información sobre los problemas ambientales, con la finalidad de adquirir conocimientos y

conciencia ambiental. d) Realizar acciones para cuidar su ambiente. e) Plasmar actividades didácticas-imaginativas-prácticas, para lograr una mayor conciencia y cambio de actitudes hacia el medio ambiente en la comunidad estudiantil. (p. 3)

Estos elementos se pueden resumir en los cinco ítems planteados desde las estrategias STEAM, dado que se buscan propuestas de EA guiadas por actividades donde el estudiante esté implicado y ejecute acciones que contribuyan a la preservación del medio ambiente. Sin embargo, el constructivismo, en el cual se basan las metodologías activas, ha recibido algunas críticas. Por ejemplo, en una conferencia realizada en 2004, Radford menciona que la propuesta a la que apuntó el constructivismo en los años 90' sobre una relación recíproca entre lo social y lo individual no significa un equilibrio entre ambos. Es decir, se formula un contexto en el que lo social aparece como algo que puede “imponer vistas u opiniones sobre el individuo, poniendo así en peligro la autonomía individual” (Radford, 2006, p. 4). Para superar estas tensiones, se procura una conexión con una perspectiva histórico-cultural, la cual ayuda a comprender y posibilitar el aprendizaje de los estudiantes.

3 Marco metodológico

El propósito de este capítulo es mencionar los procedimientos y métodos que se llevaron a cabo para responder la pregunta y lograr el objetivo de investigación. En este sentido, se presenta el enfoque que se utilizó, el diseño de investigación con cada una de sus fases, el papel de los maestros en formación, las técnicas de recolección de la información, el proceso de análisis de datos, los criterios de rigurosidad que se tuvieron en cuenta para darle validez y credibilidad al trabajo, y las consideraciones éticas que se atendieron para investigar con niños y niñas menores de 14 años.

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque de investigación con el que se desarrolló la propuesta es de corte cualitativo, el cual se definió como “[...] un proceso interrogativo de comprensión basado en distintas metodologías de indagación que exploran un problema social o humano” (Creswell, 2016, p. 8). Permite describir, interpretar y comprender las acciones y concepciones de los sujetos en un contexto o situación determinada, asimismo acepta que la realidad es dinámica, múltiple y holística (Sosa, 2003). Como expresan Hernández Sampieri et al. (2014) “La investigación cualitativa se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto” (p. 364).

De la misma manera, la investigación cualitativa posibilitó la recolección de información sobre el comportamiento, las interacciones y construcciones personales de sujetos ubicados en un contexto determinado, frente a una problemática o circunstancia, en favor de profundizar en su conceptualización y aportar a su solución. En este sentido, tuvo como características principales, posibilitar resultados que atiendan las necesidades y particularidades de la comunidad; trabajar con grupos pequeños, para conocer y estudiar sus condiciones particulares e indagar en el tema de investigación en lugar de generalizar los resultados (Hernández Sampieri et al., 2014). Atendiendo a estas condiciones, la propuesta de investigación partió de las prácticas educativas de un grupo de

estudiantes, frente a una problemática ambiental en pro de la mejora de las prácticas de enseñanza desarrolladas dentro de la institución educativa.

Asimismo, el enfoque cualitativo permitió la participación activa del investigador en el proceso. Además, el diseño estuvo constantemente retroalimentado y abierto para adaptarse durante el trabajo de campo (Sandoval, 1996). Esto quiere decir que no fue secuencial ni probatoria, por el contrario, desde este enfoque la investigación “se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” y no siempre la secuencia es la misma, varía de acuerdo con cada estudio en particular” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 7). En consecuencia, posibilitó una acción indagatoria que se retroalimentó para fortalecer la investigación y atender las necesidades de la población.

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores, desde la propuesta se analizaron las condiciones para el diseño e implementación de una estrategia didáctica que aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo de un grupo en particular. Esta metodología se llevó a cabo mediante un proceso inductivo de exploración y descripción de características que se observaron sobre el problema en cuestión (Creswell, 2016), en este caso, las prácticas interdisciplinarias en una institución educativa de la ciudad de Medellín.

3.2 Diseño metodológico

Para el diseño metodológico se utilizó la *Investigación Basada en Diseño* (en adelante IBD), la cual surgió para fortalecer los procesos de investigación en el ámbito educativo (Nieveen, 2006). Tiene como objetivo desarrollar teorías sobre el aprendizaje y diseñar medios para apoyarlo (Bakker, 2019), quiere decir que se producen diseños educativos útiles y conocimientos científicos que fundamentan la forma en que puede usarse en la práctica. Esta característica fue fundamental, ya que el aporte teórico estuvo orientado a crear lineamientos que posibiliten a otros investigadores la aplicación contextualizada de los experimentos de diseño (Bakker, 2019).

En palabras de Molina y Castro (2011), la IBD es una metodología que brinda resultados efectivos en la investigación del aprendizaje y la enseñanza, permite el análisis de lo que sucede cuando el sujeto adquiere conocimiento. En consecuencia, el diseño y la investigación se complementan, implica que el diseño de materiales o ambientes educativos sean parte integral de

la investigación, en el sentido de resolver un problema o ayudar a los educandos a alcanzar metas particulares. Asimismo, el docente se convierte en investigador, de forma que pueda reflexionar constantemente sobre la práctica educativa para mejorarla y formular producciones útiles. Al respecto Rinaudo y Donolo (2010) manifiesta que la IBD:

Desde su posición privilegia la producción de conocimiento útil para la orientación de la enseñanza, un conocimiento que puede ser usado por los profesores durante su práctica y que apunta a acortar la brecha tantas veces denunciada entre el conocimiento que genera la investigación educativa y el conocimiento que se requiere para orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje (p. 3).

En consecuencia, el diseño no se limita a un instrumento o material concreto, abarca el ambiente y los medios de aprendizaje en general (Bakker, 2019). Es decir, más allá de crear diseños para el aprendizaje, pretende explicar por qué funciona, además de desarrollar formas en los cuales se pueda adaptar a otros contextos (Molina y Castro, 2011).

Desde esta metodología se pretende proyectar las propuestas educativas a futuro para el desarrollo de una mejor educación. Implica el diseño de nuevos entornos en los que se pueda investigar y mejorar los procesos de aprendizaje previstos (Bakker, 2019), característica que está en consonancia con los objetivos propuestos desde el enfoque STEAM. En este sentido, la metodología brindó un panorama viable para la construcción de una estrategia didáctica y la conceptualización de características que permitan mejorar las prácticas educativas. En coherencia con el objetivo de investigación, permitió diseñar un instrumento adecuado que procuró mejorar los procesos de enseñanza en relación con el desarrollo del pensamiento crítico y creativo desde una problemática ambiental.

Esta metodología, además de la construcción de un recurso específico para la enseñanza, brinda herramientas para desarrollar teoría sobre la práctica educativa (Rinaudo y Donolo, 2010). En este caso, se trabajó en características para el diseño y la implementación de estrategias STEAM, direccionada al trabajo con residuos electrónicos, de manera que fuera aplicables a otras propuestas. Es decir, estas son replicables y adaptables por otros investigadores, de tal manera que se aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo en estudiantes en condiciones similares.

También, es pertinente tener en cuenta que la IBD está estructurada en tres fases: preparación del diseño, implementación del diseño y análisis retrospectivo (Bakker, 2019). Se

pueden llevar a cabo de manera lineal o retroalimentarse entre sí, de forma que todo el sistema investigativo y de diseño se ponga a prueba constantemente (Bakker, 2019). La figura 4 ilustra este proceso:

Figura 4

Ciclo de la Investigación Basada en Diseño



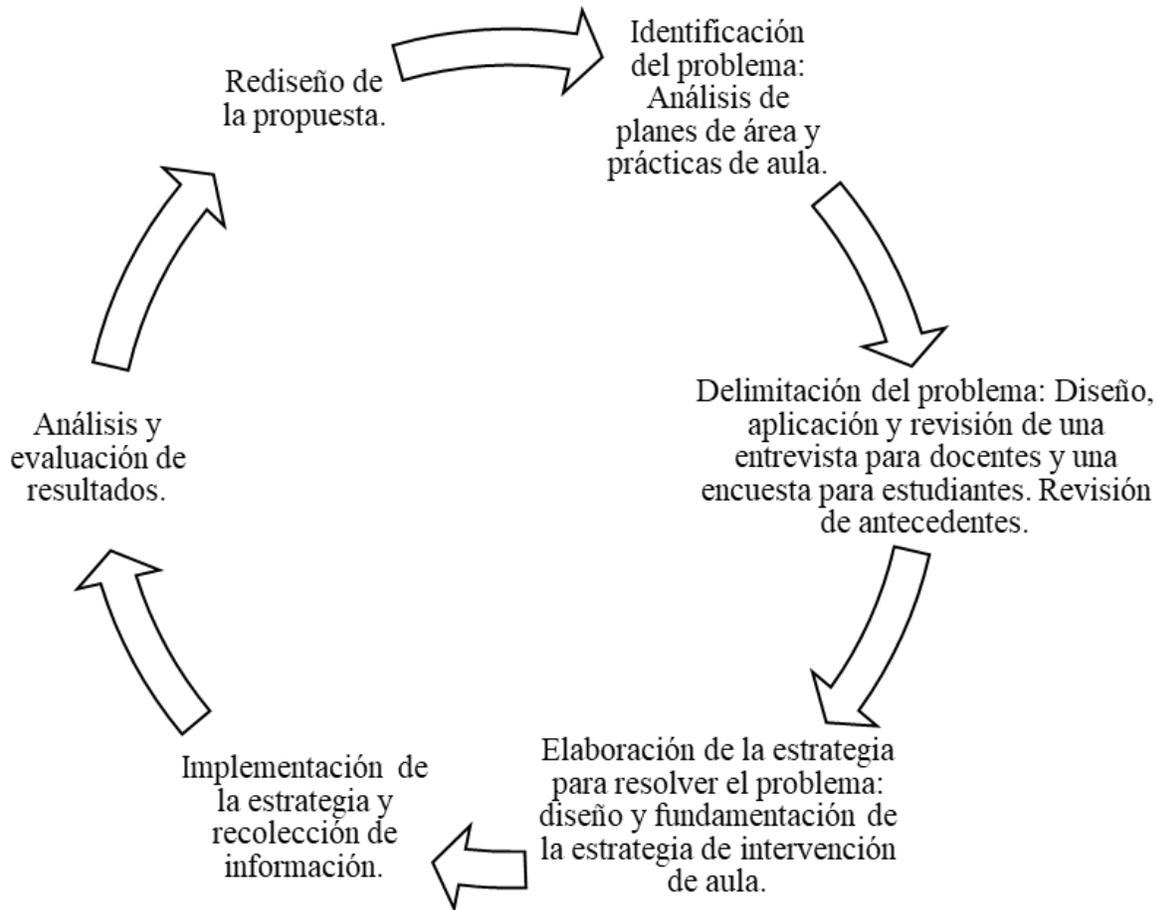
Nota. Adaptado de Bakker (2019).

En la fase *preparación del diseño*, se analizaron las condiciones institucionales (planes y prácticas de aula) y se definieron las posibilidades de integración en la propuesta curricular de la institución, insumos que se utilizaron para determinar el problema de investigación. Además, se realizó revisión de antecedentes y se diseñó e implementó una entrevista para profesores y directivos (anexo 1) y una encuesta para estudiantes (anexo 2), las cuales permitieron delimitar y evaluar la pertinencia del problema. Esta información, a la vez, posibilitó diseñar el primer modelo de intervención de aula. En la fase *implementación del diseño*, se puso en escena la estrategia diseñada y se recolectó la información. Por último, se realizó el *análisis retrospectivo*, donde se

conceptualizó el proceso y se rediseñó la propuesta. La figura 5 ilustra la planificación de la propuesta de investigación:

Figura 5

Ciclo de la investigación



Nota. Elaboración propia.

En este proceso no se reinició el ciclo, pero el diseño se reformuló atendiendo a las debilidades halladas en el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, y a las oportunidades de mejora que se delimitaron en el diálogo de los resultados de la implementación con los resultados de las propuestas expuestas en los antecedentes. Es decir, no se reinició el ciclo, pero el instrumento pasó por múltiples procesos de evaluación que permitieron realizar ajustes y brindar mayor confiabilidad. Además, cada una de las etapas tomó insumos de las demás para retroalimentarse y ponerse a prueba constantemente.

3.3 Escenario y sujetos participantes

El proceso investigativo se llevó a cabo en la Institución Educativa La Esperanza, en la sede ubicada en el barrio San Martín de Porres. Los espacios que integran este lugar fueron caracterizados en el apartado de contextualización, y se supusieron ideales para realizar las observaciones en favor de la selección de los participantes. La población estuvo compuesta por la totalidad de estudiantes de un grupo de quinto grado, sin embargo, se tuvieron en cuenta algunos criterios para la elección de la muestra: 1) realización de una encuesta inicial, 2) participación voluntaria, 3) permanencia en el proceso y firma de los documentos del asentimiento y consentimiento informado (tanto del participante como de la persona a cargo), y 4) asistencia igual o superior al 80% de sesiones.

Inicialmente, el grupo estaba constituido por 35 estudiantes, 14 niñas y 21 niños. A partir de la inmersión inicial al ambiente y la aplicación de los criterios de selección 1) y 2), se estableció una muestra tentativa de 30 estudiantes. Posterior a la aplicación de los criterios 3) y 4) a lo largo de esta investigación, un total de 12 participantes representaron la muestra final. La unidad de análisis caracterizó la manera imprevisible de obtener los resultados desde propósitos definidos y acordes con la evolución de los acontecimientos (Hernández Sampieri et al., 2010), de tal manera que cualquier estudiante, sin importar sus particularidades psicomotrices, estuvo en capacidades físicas y cognitivas para participar plenamente de los espacios formativos.

3.4 Trabajo de campo

El diseño de la estrategia didáctica tuvo como contexto relevante la problemática ambiental por residuos electrónicos, donde el Proyecto Ambiental (PRAE) se propone como eje articulador del nodo científico (ver anexo 4). Esta cumple el carácter humano y social propuesto por Yakman (2010), el cual es necesario para integrar las disciplinas STEM. Además, al tener como contexto relevante una problemática ambiental, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo se llevó a cabo desde la reflexión y construcción de posturas frente a la temática.

Asimismo, durante el diseño emergieron contenidos temáticos que hacen parte del plan de estudio del núcleo científico del grado quinto, propuesta interdisciplinar de la institución en la que se busca integrar la Ciencia, Tecnología, Matemáticas y Emprendimiento desde el enfoque STEAM. La delimitación de estos fue fundamental, ya que una de las problemáticas que se identificó en la institución en torno al trabajo interdisciplinar, es la inclusión y desarrollo los contenidos curriculares, por lo que poder delimitar ejes de trabajo posibilita garantizar el cumplimiento de la propuesta curricular institucional. En la tabla 3 se presentan las temáticas trabajadas por cada disciplina, las cuales se fueron trabajando de forma espontánea en la medida en que se avanzaba en el desarrollo de las discusiones ambiental.

Tabla 3

Temáticas del nodo científico para el grado quinto

Nodo científico	Temática
Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura e interpretación de gráficos estadísticas • Unidades de peso y capacidad. • Planteamiento y solución de problemas con las operaciones básicas. • Recolección de datos: encuesta. sistematización de datos en tablas de frecuencias y representaciones gráficas (tablas de doble entrada, barra, líneas, pictogramas y circulares).
Ciencias Naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Medio ambiente.
Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución de la tecnología. • Herramientas tecnológicas y su uso en la cotidianidad.
Emprendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • El trabajo en equipo. • Responsabilidad social empresarial.

En este sentido, la propuesta se dividió en tres fases: *identificación del problema*, *apropiación del problema* y *micro proyecto*, las cuales se realizaron desde lo concreto con propuestas de discusión y reflexión, hasta lo abstracto con propuestas de investigación y análisis. Su estructura no fue lineal, se complementan de forma que cada momento cumplió la función de insumo para el desarrollo de los demás. En la primera, se brindaron herramientas para que las niñas y niños reconocieran los problemas que pueden generar los residuos electrónicos en el medio ambiente. En la segunda, se realizaron actividades reflexivas con ayuda de diferentes organizaciones de la ciudad de Medellín, donde se generaron discusiones y se manifestaron los sentires en torno a la problemática. En la tercera, se propuso a los estudiantes un proceso de

investigación, en el cual identificaron una problemática de sus barrios y comunidades, indagaron sobre ella y plantearon posibles soluciones.

Además, cada fase estuvo dividida por momentos y orientada por objetivos de desarrollo y de aprendizaje. En la tabla 4 se presenta una síntesis de esta información. Por otra parte, se resalta el papel que se cumplió como investigadores en la implementación de la estrategia; en este caso, se mediaron y orientaron las actividades de forma que, en una interacción conjunta con los estudiantes, se lograra llegar a los objetivos propuestos. Esto quiere decir que como maestros investigadores cumplieron los papeles de coautores y guías en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 4
Síntesis de la propuesta de aula

Fase	Momento	Objetivo	Objetivo de aprendizaje		Duración
			Pensamiento crítico	Pensamiento creativo	
1. Identificación del problema	1. Se llevó a cabo un cine foro, donde se presentaron tres videos sobre los problemas sociales y ambientales generados por los residuos electrónicos. Se discutió sobre ellos desde un conjunto de preguntas previamente planteadas. El momento finalizó realizando una representación icónica o textual que recogiera los sentires de cada grupo sobre la experiencia.	Reconocer los residuos electrónicos como un problema, a partir de algunas de sus causas (hiperconsumo) y consecuencias (problemas sociales y deterioro del entorno ambiental).	Interpretar la relevancia de las situaciones, datos y eventos presentadas en los diferentes videos. Proponer con buenas razones las explicaciones dadas para argumentar sus puntos de vista sobre los residuos electrónicos como problema ambiental y social.	Elaborar ideas originales, como carteles, teniendo en cuenta los conceptos de tamaño, proporción y color, aplicándolas con un propósito concreto a partir del trabajo individual y colectivo.	135 minutos, (tres sesiones de clase)

Fase	Momento	Objetivo	Objetivo de aprendizaje		Duración
			Pensamiento crítico	Pensamiento creativo	
	<p>2. Se analizó la generación de residuos electrónicos en Colombia de 2015 al 2021. Este momento se dividió en dos partes, en la primera se reconoció y comparó el estado del territorio colombiano con el latinoamericano y el caribeño, teniendo en cuenta que para el 2021 en Colombia se generó la mayor cantidad de residuos electrónicos en estos territorios. En la segunda parte, se realizó un análisis estadístico sobre el aumento de residuos electrónicos del 2015 al 2021 en Colombia, y un reconocimiento volumétrico de la medida hallada para el 2021.</p>	<p>Reconocer la cantidad de residuos electrónicos generados en Colombia desde el 2015 y compararlo con los demás países de América Latina y el Caribe.</p>	<p>Identificar los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables que se desprendan de los datos estadísticos sobre la generación de residuos electrónicos en Colombia y Latinoamérica. Presenta resultado del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente.</p>	<p>Analizar la realidad descomponiendo y trasladando la misma a composiciones bidimensionales, partiendo de la información de los medios de comunicación o de internet.</p>	<p>270 minutos (seis sesiones de clases)</p>
<p>2. Apropiación del problema</p>	<p>1: Se realizó un encuentro virtual con especialista de la fundación Puntos Verdes, donde se habló de forma general sobre el significado de los residuos electrónicos, los problemas que presenta Medellín por esta situación y las iniciativas que realiza la organización para contribuir a mitigarla.</p>	<p>Distinguir el estado en el que se encuentra Medellín en torno a la generación de residuos electrónicos y las iniciativas de ciudad que se han generado para mitigar este problema.</p>	<p>Cuestionar la evidencia presentada por la organización puntos verdes y sacar conclusiones que se desprendan de ella.</p>	<p>Desarrollar nuevas ideas en diferentes medios, como carteles hechos a mano o en herramientas digitales, a partir de la formulación y presentación de preguntas relacionadas con los residuos electrónicos.</p>	<p>90 minutos (dos sesiones de clase)</p>

Fase	Momento	Objetivo	Objetivo de aprendizaje		Duración
			Pensamiento crítico	Pensamiento creativo	
	<p>2: Se realizó un encuentro presencial con la organización Conexión Ambiental, la cual ofreció un conversatorio y se desarrollaron juegos para reconocer los diferentes residuos tóxicos, sus categorías y diferencias con los electrónicos.</p>	<p>Diferenciar los residuos electrónicos de los residuos tóxicos, conocer estrategias para mitigar este problema e iniciativas de ciudad.</p>	<p>Comprender la relevancia de la experiencia presentada por la especialista.</p>	<p>Reflejar nuevas ideas desde la argumentación y la formulación de preguntas relacionadas con los residuos electrónicos, utilizando diferentes medios para su realización, como hojas de papel o herramientas digitales.</p>	<p>90 minutos (dos sesiones de clase)</p>
<p>3. Micro proyecto de investigación</p>	<p>1: En los grupos previamente establecidos, los estudiantes identificaron un problema de investigación relacionado con las dificultades que presentaban en sus barrios o comunidades en temas ambientales concernientes a los residuos electrónicos. Plantearon las preguntas y objetivos de investigación.</p>	<p>Proponer un problema de investigación.</p>	<p>Presentar argumentos completos y bien razonados partiendo de los ejes de discusión trabajados en las fases anteriores</p>	<p>Proponer interrogantes originales para un determinado contexto, que emerjan del análisis del problema de gestión de residuos electrónicos y posibiliten respuestas argumentativas.</p>	<p>180 minutos (cuatro sesiones de clase)</p>

Fase	Momento	Objetivo	Objetivo de aprendizaje		Duración
			Pensamiento crítico	Pensamiento creativo	
	<p>2: Se propuso la construcción e implementación de instrumentos de recolección de información para estudiar la problemática de investigación planteada, estos podían ser: entrevistas, encuestas o información de fuente directa.</p>	<p>Desarrollar un instrumento de recolección de información.</p>	<p>Describe métodos para recolección de información. justifica procedimientos de recolección de información. Maneja programas informáticos sencillos de elaboración y retoque de imágenes digitales (copiar, cortar, pegar, modificar tamaño, color, brillo, contraste...) que le sirvan para la ilustración de trabajos con textos, presentaciones, creación de carteles publicitarios, guías, programas de mano.</p>	<p>Expresar una creación espontánea a partir del diseño de instrumentos de recolección de información, como tablas, gráficos o diagramas, que corresponda con el contexto de investigación seleccionado.</p>	<p>180 minutos (cuatro sesiones de clase)</p>
	<p>3: Se propuso una discusión o socialización sobre la información encontrada y las posibles soluciones a los problemas planteados.</p>	<p>Plantear una solución al problema de investigación.</p>	<p>Identifica las relaciones de inferencia reales y supuestas entre enunciados que tienen el propósito de expresar experiencias, razones, información u opiniones, relacionadas con las propuestas propias y de los compañeros. Identifica y asegura los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables sobre</p>	<p>Explicar de forma oral el proceso empleado para el diseño, creación y montaje del producto, incluyendo el descubrimiento de diferentes maneras de comunicación.</p>	<p>90 minutos (dos sesiones de clase)</p>

Fase	Momento	Objetivo	Objetivo de aprendizaje		Duración
			Pensamiento crítico	Pensamiento creativo	
			la información recolectada en la propuesta de investigación.		

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Las técnicas y los instrumentos de recolección de información se aplicaron con el fin de extraer los datos necesarios para responder al objetivo y pregunta de investigación. Lo anterior implicó una consignación de datos no cuantificables de las formas propias de expresión de las personas que participaron en el proceso (Hernández et al., 2010). La estrategia usada, al ser de carácter humano, se centró en la comprensión e indagación de situaciones que analizaron la perspectiva de las personas participantes y su relación con el medio. Requirió “un encuadre particular derivado de las características de cada situación, circunstancia, persona o grupo, más que a un proceso de estandarización” (Quintana Peña, 2006, p. 60). De igual manera, las técnicas o instrumentos cambiaron en la ejecución de algunos momentos (Guerrero Bejarano, 2016).

Hernández Sampieri et al. (2010) hacen una distinción entre técnicas, entendidas como las formas en que los investigadores proceden, es decir, son quienes observan, leen, interpretan y guían los procesos; e instrumentos, definidos como el medio que posibilita la aplicación de las técnicas. En este sentido, se ejecutaron técnicas como la observación participante, la entrevista y la encuesta.

La primera se entiende como “un accionar del investigador en un entorno diferente que le permite incluir e interactuar en él” (Gutiérrez, 2011, p.127), este método permitió mediar los procesos de aprendizaje de los estudiantes a la vez que recoger la información requerida para la investigación. Entre los instrumentos que acompañaron esta técnica se encontraron fotografías, grabaciones de audio y video de las sesiones de clase, la encuesta, los diarios de campo de los estudiantes, los diarios pedagógicos de los maestros en formación y las tareas que los estudiantes respondieron.

Las fuentes de información fueron primarias y, además, se realizó una observación indirecta. Torres et al. (2019) enuncian que las fuentes primarias son “aquellas en las que los datos provienen directamente de la población o muestra de la población [...] La observación es indirecta cuando los datos no son obtenidos directamente por el investigador, ya que precisa de un cuestionario, entrevistador u otros medios” (p. 3).

La observación participante consistió en una interacción con los participantes con base en la formulación de preguntas abiertas, aquellas que alguna vez se les dio respuesta. Los hechos también fueron consignados en fotografías, las cuales cumplieron la función de llevar el registro visual de asistencia y las elaboraciones hechas por los estudiantes. Las construcciones artísticas y la realización de las actividades propuestas alrededor del trabajo de campo fueron almacenadas en bitácoras asignadas por grupo.

En el caso de la entrevista, se entiende como “una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)” (Hernández et al. 2010, p 418). Fue de carácter diagnóstico e implementada con los docentes de la institución en cuestión para conocer sus percepciones sobre el problema de investigación y delimitar el problema. Por último, la encuesta se utilizó como una herramienta diagnóstica con el fin de obtener/apreciar las opiniones, preferencias y condiciones de los estudiantes. Estuvo estructurada con 10 preguntas abiertas que ayudaron a reconocer las características generales de los estudiantes, su conocimiento y relación con la gestión de residuos electrónicos

3.6 Plan de análisis de datos

Una vez completada la fase metodológica, la selección de los participantes y la recolección de información, correspondió el proceso de análisis de datos, el cual tuvo el papel de plasmar los fundamentos para la generación de conclusiones. Este concepto es entendido como “el proceso mediante el cual se organiza y manipula la información recogida por los investigadores para establecer relaciones, interpretar, extraer significados y conclusiones” (Spradley, 1980, como se citó en Rodríguez Sabiote et al., 2005). Asimismo, esta etapa se puede resumir en tres tareas generales relacionadas entre sí: *reducción de la información, disposición o presentación de esta y obtención de resultados y verificación de conclusiones* (García Jiménez et al., 1994).

De acuerdo con García Jiménez et al. (1994), la *reducción* se presenta una vez el investigador resume sus notas de campo y considera esa información útil para su investigación. La *disposición y transformación* facilitan la prueba y comprensión de los datos, permite establecer conclusiones y tomar futuras decisiones de análisis. La *obtención de resultados y verificación de conclusiones* es utilizada para enlazar los elementos fragmentados y estructurarlos para alcanzar un significado. Cada tarea contiene actividades y operaciones, es posible que no todas se lleven a cabo o alguna protagonice el proceso de análisis. No es necesario establecer una linealidad o sucesión en el tiempo y pueden darse de manera paralela o presentarse varias en un mismo tipo de tarea. En la tabla 5 se aprecia el proceso general del análisis de información.

Tabla 5
Proceso general del análisis de información

Tareas	Actividades	Operaciones
1. Reducción de datos	1.A. Separación de unidades	Determinación de criterios de separación físicos, temáticos, gramaticales, conversacionales y sociales.
	1.B. Identificación y clasificación de elementos	Categorización y codificación.
	1.C Síntesis y agrupamiento	Agrupamiento físico, creación de metacategorías, obtención de estadísticos, métodos estadísticos de agrupamiento y síntesis.
2. Disposición y transformación de datos	2.A. Disposición	Elaboración de tablas numéricas, gráficos, modelos, matrices y sistemas de redes.
	2.B. Transformación	Expresión de los datos en otro lenguaje (numérico, gráfico).

Tareas	Actividades	Operaciones
3. Obtención de resultados y verificación de conclusiones	3.A. Proceso para obtener resultados	Datos textuales: descripción e interpretación; recuento y coocurrencia de códigos; comparación y contextualización. Datos transformados en valores numéricos: técnicas estadísticas; comparación y contextualización
	3.B. Proceso para alcanzar conclusiones	Datos textuales: consolidación teórica, aplicación de otras teorías, uso de metáforas y analogías, síntesis con resultados de otros investigadores, datos y verificación Datos transformados en valores numéricos: uso de reglas de decisión (comparación de los resultados con modelos teóricos; recurso a la perspicacia y experiencia del analista).
	3.C. Verificación de conclusiones	Comprobación o incremento de la validez mediante presencia prolongada en el campo, intercambio de opiniones con otros investigadores, triangulación, comprobación con los participantes, establecimiento de adecuación referencial, ponderación de la evidencia, comprobación de la coherencia estructural.

Nota: De García Jiménez et al. (1994).

Desde las ideas plasmadas, se realizó un proceso general de análisis de información, el cual incluyó sus respectivas actividades y operaciones. Fueron labores realizadas de manera cíclica, donde se cumplió el ordenamiento de la información sintetizada, clasificada y codificada.

Desde la investigación cualitativa se puede lograr mayor profundidad en el análisis de los datos si provienen de distintas fuentes y formas de recolección de información (Hernández Sampieri et al., 2010). A este proceso se le denomina triangulación de la información, implica pruebas de corroboración de diferentes fuentes para dar claridad sobre la información recolectada en la investigación (Creswell, 2009).

3.7 Criterios de rigurosidad

Para que el proceso de investigación cumpla con el rigor (denominados estándares de calidad) que exige la metodología de investigación cualitativa se tuvo en cuenta los criterios propuestos por Hernández, et al. (2010). El primero a resaltar es *la dependencia*, para algunos autores *confiabilidad* (Plaza et al., 2017; Martínez, 2006). Esto implica asegurar que los resultados hallados por diferentes investigadores con datos similares y efectuando los mismos análisis, sean equivalentes (Hernández et al., 2010).

Según Martínez (2006) se divide en dos tipos: interna y externa. La primera, se presenta cuando varios observadores llegan a conclusiones similares con los mismos datos, parecido a un

proceso de verificación. La segunda, cuando investigadores independientes estudian una realidad diferente y llegan a los mismos resultados, similar a un proceso de transferencia. No obstante, dado el carácter social de la investigación cualitativa la confiabilidad será, sobre todo interna, interjueces.

Hernández et al. (2010), establece algunas condiciones para demostrar la confiabilidad de una investigación, para ello como investigadores se debe:

- a) Proporciona detalles específicos sobre la perspectiva teórica del investigador y el diseño utilizado.
- b) Explica con claridad los criterios de selección de los participantes y las herramientas para recolectar datos.
- c) Ofrece descripciones de los papeles que desempeñaron los investigadores en el campo y los métodos de análisis empleados.
- d) Especifica el contexto de la recolección y cómo se incorporó en el análisis.
- e) Documenta lo que hizo para minimizar la influencia de sus concepciones y sesgos.
- f) Prueba que la recolección fue llevada a cabo con cuidado y coherencia. (p. 473)

Estos elementos se asumieron y desarrollaron en el marco metodológico como fundamentales para la elaboración y desarrollo de la propuesta de investigación. Además, el análisis de los datos fue realizado por cada uno de los investigadores para asegurar que se llegaran a conclusiones equivalentes o similares.

Otro criterio por resaltar es *la credibilidad*, la cual tiene que ver con la capacidad para comunicar las ideas y puntos de vista desarrollados por los participantes de la investigación, sujetos de estudio (Hernández et al., 2010). Esto implica evitar la tendencias y sesgos de los investigadores y participantes, es decir los investigadores no pueden omitir datos que no apoyan sus objetivos de investigación o que puedan suponer un problema para el proceso esperado. Coleman y Unrau (2005) citado por Hernández et al. (2010) brinda 5 recomendaciones para aumentar *la credibilidad* en una investigación:

1. Evitar que las creencias y opiniones afecten la claridad de las interpretaciones de los datos.
2. Considerar importantes todos los datos.
3. Privilegiar a todos los participantes por igual.

4. Ser consciente de la influencia que se tiene sobre los participantes y cómo nos afectan.
5. Buscar evidencia positiva y negativa por igual.

Además, Hernández et al. (2010), manifiesta que es necesario acudir a varios tipos de fuentes y diferentes registros para recoger información, de forma que se garanticen múltiples maneras de consolidarla e interpretarla. Para atender a este criterio se actuó con imparcialidad; se usaron múltiples métodos de recolección de datos; se garantizó la inclusión de todos los datos recolectados para el análisis de información en el sentido de que se tuvo en cuenta un apartado donde se plasmaron las dificultades y los retos del proyecto; y se realizaron varios momentos de rediseño para retroalimentar la propuesta constantemente.

Esta condición fue un criterio clave en el desarrollo de la propuesta, ya que como eje central se desarrollaron características de diseño e implementación para poder llevar la propuesta a otros contextos. Para ello, se evaluó el rediseño con un grupo de profesores de diferentes instituciones de la ciudad de Medellín, de forma que se ajustó el diseño con recomendaciones que permitieron desarrollar los objetivos de la propuesta en instituciones con condiciones similares.

3.8 Consideraciones Éticas

Para realizar el proceso de investigación cualitativo fue necesario solicitar la autorización de los participantes, describir el procedimiento, los riesgos y los beneficios posibles, además de garantizar el conocimiento de las características del estudio y consciencia de la participación (Ojeda et al., 2007). Dado que los participantes fueron niños menores de 14 años, se aseguró el conocimiento y participación de los acudientes (Hernández Sampieri, 2010). Por ello, se realizaron rutas de consentimientos y asentimientos informados, donde acudientes y estudiantes respectivamente autorizaron la participación y el manejo de la información recopilada en el proceso de investigación. Este camino se transitó con reuniones y documentos que validaron los principios éticos del estudio.

La firma de los documentos se realizó mediante una reunión grupal, donde se agruparon estudiantes y acudientes por separado, para aclarar y resolver las dudas sobre el contenido registrado. De esta manera, se logró garantizar la comprensión de la información y de los

compromisos adquiridos al aceptar participar en el proyecto. Además, se brindó la oportunidad de no participar o de no autorizar la toma de información desde cualquiera de los formatos propuestos (fotos, videos, audios y escritos). También, la colaboración en la investigación pudo ser reconsiderada en el camino, puesto que como investigadores se debe defender el derecho de los niños y niñas al disenso (Graham et al., 2013).

Por otra parte, se aseguró el tratamiento privado y confidencial de la información recopilada, así como de la identidad de los participantes, ya que el investigador está “éticamente obligado a tratar la información con todo cuidado y a conservar su confidencialidad” (Graham et al., 2013, p. 75). Para ello, se evitó el uso de nombres, la publicación de imágenes o videos donde se revelará la identidad de los participantes o cualquier dato que pongan al estudiante en situación de riesgo. Al respecto, Ojeda et al. (2007) mencionan que en investigaciones con estas propiedades:

Se necesita estar al tanto de los acuerdos generales que comparten los investigadores sobre lo propio y lo impropio al efectuar una indagación científica; entre estos, se pueden mencionar la participación voluntaria, no lastimar a los participantes, el anonimato y confiabilidad, la presentación de análisis e informes y las normas que rigen las instituciones académicas. (p. 351)

Este proceso se llevó a cabo con integridad, respeto por los valores, creencias, principios y aportaciones, propias o no al tema en cuestión. Donde se veló por prestar atención a las particularidades de los niños, con el fin de evitarles consecuencias negativas (Graham et al. 2013). Igualmente, se avanzó hacia el respeto entre los estudiantes al ser una investigación imparcial, donde se evitó riesgos, beneficios y cargas discriminatorias que se pudieran interpretar como actos injustos. En este punto, la obligación del investigador, en palabras de Alvarez (2018), se remite a:

Distribuir por igual los riesgos y beneficios de la participación en el estudio de investigación. El reclutamiento y la selección de los participantes deben hacerse de manera equitativa. El principio de Justicia prohíbe poner a un grupo de personas en situación de riesgo para beneficiar únicamente a otro. (p. 128)

En este sentido, las preeminencias que pudieron gozar los estudiantes corresponden con procesos de formación en algunas disciplinas, a partir del enfoque educativo STEAM. También, se garantizaron espacios de reflexión en favor de una temática central, que puede asociarse con

múltiples ejes que posibiliten el desarrollo de seres humanos integrales, además de potenciar el pensamiento crítico y el creativo como habilidades fundamentales del siglo XXI.

4 Resultados

Como se mencionó con anterioridad, la Investigación Basada en Diseño, enfoque investigativo que direccionó este trabajo, se estructura en tres fases: preparación del diseño, implementación del diseño y análisis retrospectivo (Bakker, 2019). En este capítulo se desarrolló la etapa del análisis retrospectivo, en la cual se procedió a analizar los resultados obtenidos para proponer los ajustes pertinentes a la propuesta didáctica y definir las características de diseño e implementación que fueron fundamentales en el proceso del desarrollo del pensamiento crítico y creativo.

Teniendo en cuenta que el objetivo de investigación consistió en *analizar las características para que una estrategia didáctica con enfoque STEAM, direccionada a residuos electrónicos, aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en estudiantes de quinto grado de la I. E. La Esperanza*, se propuso seleccionar un conjunto de descriptores que corresponden a las subcategorías del pensamiento crítico y creativo (ver tabla 1 y 2), de manera que estos permitieron identificar en las propuestas escritas, verbales e icónicas de los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico y creativo. Para realizar el análisis se construyeron matrices, con una organización horizontal por descriptores y vertical para determinar la participación y progreso en los estudiantes (ver anexo 5).

La ruta de trabajo para desarrollar el objetivo consistió en identificar las fortalezas de la estrategia didáctica en relación con las maneras en que se evidencian los descriptores en las respuestas dadas por los estudiantes durante el proceso de implementación. Lo anterior con el fin de delimitar y describir las características que permitieron este proceso, a partir de la determinación del avance de cada *habilidad* o al resaltar los aspectos que permitieron su logro.

En segundo lugar, se hizo un reconocimiento sobre las debilidades de la estrategia didáctica en el marco del desarrollo del pensamiento crítico y creativo por parte de los estudiantes, lo cual permitió la descripción y justificación de las razones que impidieron que la propuesta de diseño e implementación fuese efectiva desde los descriptores abordados. Por último, se describieron los ajustes requeridos en la estrategia didáctica, en relación con las fortalezas y debilidades detectadas en la implementación. Desde este proceso, fue posible analizar las características que posibilitaron

el desarrollo del pensamiento crítico y creativo en los participantes, tanto desde aquellas que brindan resultados satisfactorios como desde las que surgieron en el proceso de ajuste.

En este apartado se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes de información: diario pedagógico (DP), bitácora (B), video del encuentro con Puntos Verdes (PV), video del encuentro con Conexión Ambiental (CA), grabación de audio (GA) y el cuaderno del proyecto de investigación (PI). Además, para garantizar el anonimato de los participantes, los nombres de los estudiantes fueron cambiados por la letra E y un número y debido a que los participantes trabajaron por grupos que fueron cambiando a lo largo de las sesiones, en algunos momentos se recuperan comentarios y respuestas individuales, pero otras veces se indican los estudiantes que pertenecían a un mismo grupo y a continuación la idea generada por ellos. Por ejemplo, en la primera tarea colaboraron E1, E3, E8 y E9 y en la segunda lo hicieron E2, E4 y E8. Representaría un grupo de cuatro y uno de tres respectivamente, además de que el E8 cambió de grupo en las tareas.

4.1 Pensamiento crítico

Para delimitar el desarrollo del pensamiento crítico se tuvieron en cuenta algunas de las subcategorías planteadas por Facione (2007), las cuales se describieron en el marco teórico (ver tabla 1). Estas permitieron determinar el desarrollo de este pensamiento en las respuestas que dieron los estudiantes. Para dar cuenta de los resultados se realizó un seguimiento por fases, el cual vinculaba cada estudiante a cada descriptor (ver tabla 6), para tener una visual completa de los logros alcanzados y las dificultades presentadas. En este orden de ideas, se pudo evidenciar que los descriptores que más se evidenciaron fueron los relacionados a las primeras categorías, mientras que los dos últimos presentaron mayor dificultad en su desarrollo. Así mismo, este pensamiento tuvo cumplimiento total o parcial, no se presentó en ningún caso, el no cumplimiento.

Tabla 6

Síntesis de los resultados desde los descriptores del pensamiento crítico por fases

Sumario descriptor PC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
PC1.1: Interpretación	OOO	OXO	OOO	OXO	OXO	OOO						

PC3.1: Conclusiones	000	000	000	000	OXO	000	000	000	OXO	000	000	000
PC3.2: Conjeturas e hipótesis	000	000	000	000	OXO	OXO	000	000	OXO	OXO	OXO	OXO
PC4.1: Presenta resultados	000	000	000	XOX	000	XOX	XOO	000	OXX	OXO	000	000
PC4.2: Describe métodos y Justifica procedimientos	OXX											

Nota: El símbolo “O” indica que se manifestó el descriptor y “X” si no fue así. Los símbolos de izquierda a derecha representaron las fases de la estrategia (por ejemplo: XOO significa que en la fase uno no se cumplió el descriptor, pero en la dos y la tres sí). Además, el color verde dio cuenta de un cumplimiento total en las tres fases; el anaranjado, si lo hizo parcialmente, porque en al menos una no se evidenció y rojo si no se cumplió en ninguna de las fases. Finalmente, en la primera columna de la tabla, se sintetizó el descriptor a una palabra o frase para facilitar al lector la interpretación de los resultados

Se realizó un análisis minucioso de cada descriptor en el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, además se resaltaron las fortalezas y debilidades que se detectaron desde el diseño y la implementación.

4.1.1 Interpretación

Para la primera subcategoría del pensamiento crítico, *interpretación*, correspondiente al descriptor PC1.1: Comprende y expresa el significado o la relevancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, creencias, procedimientos o criterios (Facione, 2007), se exponen evidencias de la manera en que se identificó que los estudiantes lograron, en cada una de las fases, reconocer y manifestar una amplia expresión de la relevancia de *situaciones que surgen como consecuencias del uso excesivo e inapropiado de la tecnología y la generación inconsciente de RAEE*. Esta condición se manifestó en nueve participantes durante cada una de las fases propuestas, mientras que los demás presentaron cumplimiento parcial debido a que no se logró reconocer este descriptor en la fase dos (ver tabla 7).

Tabla 7

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “interpretación”

Sumario descriptor PC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
PC1.1: Interpretación	000	000	000	000	000	000	000	OXO	000	OXO	OXO	000

En este sentido, durante la primera fase se halló en las respuestas de los estudiantes reflexiones hechas acerca de vídeos relacionados con diferentes implicaciones sociales y ambientales del uso inconsciente y desmesurado de la tecnología. Al respecto se tejieron comentarios como:

E6: “Hay tanta basura tecnológica que se pueden llenar países con eso” (DP, 28/09/2022, p. 3)

E7: “Los países ricos llevan la basura a los países pobres [**explotación**]” (DP, 28/09/2022, p. 2)

E8: “Colombia es un país pobre al que pueden convertir en vertederos de tecnología” (DP, 28/09/2022, p. 2)

Estas ideas relacionaron las implicaciones sociales a escala nacional de la mala gestión de los RAEE, e incluso la explotación de países concebidos como desarrollados económicamente sobre otros en vía de desarrollo, lo que da cuenta de la manifestación y comprensión de situaciones significativas para los estudiantes. De igual manera, surgieron ideas sobre *acciones para mitigar el daño ambiental del planeta*, de los espacios de discusión entre estudiantes y maestros-investigadores alrededor de hechos impactantes presentados en videos como: *Wall-E Sound Design Task (Sound For Moving Image) and System Failure*. Un ejemplo de estas construcciones orales fue:

E2, E10: Reciclar (DP, 28/09/2022, p. 3)

E12: Separar la basura electrónica (DP, 28/09/2022, p. 3)

E8, E5: Consumir de forma responsable (DP, 28/09/2022, p. 3)

E9, E3: No comprar cosas innecesarias (DP, 28/09/2022, p. 3)

Comentarios que dieron cuenta de la apropiación del discurso y del desarrollo de conciencia ambiental. Estos últimos se consideraron necesarios en el desarrollo de una estrategia sobre educación ambiental (Rodríguez y Ramos, 2008), ya que permiten reconocer las acciones que los estudiantes declararon como relevantes para cuidar el medio ambiente.

En la segunda fase, el descriptor se identificó en los estudiantes cuando reconocieron *acciones para realizar una disposición adecuada de los RAEE*, en la conversación que se llevaron a cabo con la especialista de Conexión Ambiental, algunos ejemplos son:

E1: “Para reciclar un RAEE se debe ir donde un profesional para que le quite todas las piezas que se puedan reutilizar” (CA, 04/11/2022).

E12: “Los diferentes elementos de los AEE se deben llevar a los puntos de recolección correspondientes” (CA, 04/11/2022).

Estos comentarios emergieron de un proceso que se realizó de forma conjunta con el acompañamiento de especialistas en RAEE (ver figura 6), donde resaltaron como relevante *ejecutar acciones para la disposición adecuada de los RAEE*. En este sentido, la presencia de especialistas se identificó como una fortaleza en el desarrollo de la propuesta, ya que brindó a los estudiantes fuentes de información confiables para la apropiación de los saberes, como lo propone Sanmarti (2022), además fue determinante para que expresaran sus juicios, experiencias y criterios, y conocieran datos y eventos significativos para ellos. Asimismo, desde autores como Botero (2018) se resaltó este tipo de experiencias como fundamental para el enfoque STEM, puesto que les brindó a los estudiantes un acercamiento real al fenómeno que los convocó a discutir.

Figura 6

Charla sobre los RAEE en encuentro con especialista de Conexión Ambiental 2022



En la última fase, el desarrollo de este ítem se vio a partir de la *comprensión de las experiencias manifestadas por las personas entrevistadas* para realizar la propuesta de indagación entre los equipos. Aunque el descriptor se manifestó en todos los estudiantes no fue determinante para llevar a cabo la estrategia, debido que, desde el diseño, se pensó en la identificación de descriptores enfocados a la implementación y ejecución de acciones que emerjan de los saberes y

reflexiones trabajadas en las primeras fases, en pro de responder a los niveles de abstracción progresiva que debe tener una estrategia con enfoque STEM, según Sanmartí (2022).

Por otra parte, se reconocieron debilidades en argumentos que los estudiantes resaltaron sobre temas que no hacían parte de los ejes de discusión. Un ejemplo es el maltrato animal, ya que resaltaron como significativo una imagen presentada en uno de los videos sobre este tema (ver figuras 7 y 8), la cual desplegó el interés de los participantes y desvió la discusión. Desde el diseño, para solventar esta dificultad, se propuso seleccionar material con información concreta que capte el interés de los estudiantes principalmente en la gestión de los RAEE. Desde la implementación, seleccionar preguntas que dirigieran la discusión hacia los ejes centrales, lo cual se realizó en el momento en que se presentó el suceso, pero se consideró fundamental sistematizarlo para reconocer la importancia de incluir desde el diseño de la estrategia acciones que mitiguen situaciones que puedan llegar a surgir en el acto educativo.

Figura 7

Producción de estudiantes en torno a lo que les llamó la atención de los videos



Nota: De (B2, 28/09/2022)

Figura 8*Imagen del video musical*

Nota: De The Void Pacific Choir - 'Are You Lost in The World Like Me?'

Las reflexiones realizadas en los encuentros fueron relevantes, debido a que desde la implementación y el diseño se concibe la práctica educativa como “la acción humana intencional que convoca la participación de estudiantes y profesores en torno a un objeto común que los motiva y dirige, haciendo uso de herramientas físicas y socioculturales que facilitan el logro de los resultados esperados” (Vincenzi, et al. 2020, p. 161), en este marco se propuso establecer un diálogo permanente entre los orientadores y los estudiantes desde una iniciativa de trabajo de manera grupal y con participación constante de los maestros-investigadores, de modo que el producto y las ideas surgieron durante todo el proceso y se nutrieron continuamente.

Además, desde el diseño se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Sanmartí (2022) al presentar de diferentes formas las orientaciones e información brindada a los estudiantes desde lo escrito y lo verbal, como material audiovisual, presentaciones en Power Point y sus correspondientes explicaciones.

4.1.2 Inferencia, desarrollo de conclusiones

En la subcategoría *inferencia* correspondiente al descriptor PC3.1: Identifica elementos para sacar conclusiones razonables y desarrollar conclusiones (Facione, 2007) se identificó un cumplimiento parcial (ver tabla 8).

Tabla 8*Síntesis análisis de la información desde el descriptor “conclusiones”*

Sumario descriptor PC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
PC3.1: Conclusiones	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OOO	OOO	OOO	OXO	OOO	OOO	OOO

Lo cual dio cuenta de un cumplimiento total por parte de diez estudiantes, donde no se identificó el descriptor en dos estudiantes en la segunda fase del proceso. Al respecto, en la primera fase, los estudiantes desarrollaron conclusiones como:

E10 y E12: “La tecnología mal usada no alimenta el cerebro, daña la vista y nos hace más agresivos porque desde los juegos más comunes se fomenta la violencia” (B3, 28/09/2022, p. 1).

E1, E2: “Lo que yo diría de este video es que no tenemos que depender de un celular o de algún aparato, ya que eso nos hace cometer errores [...]. Pero si hacemos lo contrario y no dependemos de un celular, tendremos un mejor estado de ánimo y mejores amistades, porque en muchas situaciones nos aferramos y perdemos el conocimiento de muchas cosas, de quienes somos, nos volvemos agresivos” (B4, 28/09/2022, p. 5).

E1, E5, E8 y E9: Si no hacemos un uso más responsable de la tecnología los animales y las plantas se extinguirían, el aire no se podría respirar (DP, 28/09/2022, p. 2).

Las expresiones anteriores permitieron identificar las inferencias que hicieron de la información presentada, donde se resaltó como relevantes *el uso responsable de la tecnología, tanto desde un enfoque social como ambiental*. Esto fue posible debido a que desde el diseño se pusieron tareas de síntesis por cada uno de los videos, canciones y cortometrajes presentados para que los estudiantes determinarán elementos para desarrollar conclusiones de cierre.

Las conclusiones identificadas no solo se presentaron de manera discursiva y narrativa, sino que también se construyeron ilustraciones que dieron cuenta de las recopilaciones que los estudiantes de la información presentada, un ejemplo se presentó en la figura 9. Esta ilustración se centró en la intención de los estudiantes de *pensar un mundo menos contaminado*, porque representaron el planeta tierra libre de basuras con una cara sonriente acompañado de una frase muy concreta en cuanto al tema del *cuidado del planeta para una mejor vida*.

Figura 9
Figura 9
Producción de estudiantes de su mundo ideal



Nota: De (B1, 05/10/2022, p. 7).

Desde la implementación se reconoció como fortaleza el desarrollo de introducciones generales a cada una de las tareas propuestas, ya que permitieron orientar el proceso desde el primer momento hacia la identificación de elementos para construir conclusiones. En el diseño, se vio como fundamental generar tareas que llevaran a los participantes a reconstruir sus interpretaciones de las discusiones y material trabajado de diferentes maneras, desde lo escrito, oral e icónico, además de brindarles la posibilidad de expresarse de la forma en que más se sintieran cómodos.

En la fase dos, el indicador se desarrolló principalmente desde la identificación de elementos que sirvieron como insumo para la construcción y desarrollo de conclusiones en relación con la *gestión de los RAEE*, que se vieron reflejadas posteriormente en la fase tres. En este sentido, se identificaron elementos como:

E1, E2: “Uno no debe de reciclar [entregar] los objetos tecnológicos a las personas que pasan por un carro pidiendo cosas, que hay que reciclar en otra parte [en los puntos de recolección...] porque allá hacen un buen uso de las cosas” (B4, 26/10/2022, p.9).

E1, E3, E12: “No está bien quemar los RAEE porque se contaminan (PV, 28/26/2022)

E3 Cuando los electrodomésticos se dañan y hay que reciclarlos” (B5, 26/10/2022, p.9).

Estos elementos surgieron en el marco de las discusiones con los especialistas y reflejaron la apropiación paulatina que hicieron los estudiantes sobre los temas trabajados. Además, aportaron en el desarrollo de la propuesta de investigación que se desarrolló en la fase tres, donde se construyeron conclusiones como:

E1, E7, E10, E12: “Podemos concluir que nuestra comunidad no sabe dónde reciclar los residuos electrónicos y hace muy mala distribución de ellos, la mayoría los manipula de forma inconsciente, por lo que consideramos necesario que se enseñe a las personas a gestionar bien los residuos de los aparatos electrónicos” (B4, 16/11/2022, P. 13).

Información que dio cuenta del resultado de las reflexiones hechas por los estudiantes, donde *se reconoce la importancia del accionar en pro del cuidado ambiental*, característica fundamental en las propuestas de este tipo (Rodríguez y Ramos, 2008). En este sentido, se reconoció como fortaleza en el diseño de la propuesta la apropiación de saberes a partir del trabajo con especialistas y mini proyectos de investigación que permitieron a los estudiantes recoger información sobre un tema en común y sacar conclusiones propias sobre ello.

Las debilidades de este descriptor fueron mínimas, es uno de los descriptores más sobresalientes en el desarrollo de las propuestas, aun así, el tiempo de ejecución de la fase tres fue insuficiente. Las conclusiones surgieron en el proceso de socialización de la información recolectada para responder a la pregunta de investigación, construida conjuntamente, donde cada grupo, al presentar la información recolectada en las encuestas, expuso las posibles conclusiones a las que llegaron, argumentos que se retroalimentaron con los aportes de los demás participantes y de los maestros-investigadores. Así, se consideró necesario ampliar el tiempo de ejecución de la fase para formular conclusiones de manera más autónoma y con evidencia empírica sobre la problemática en el contexto local que posibilite presentar la información recolectada de manera más concreta.

4.1.3 Inferencia, conjeturas e hipótesis

El siguiente descriptor, PC3.2: Formulación de conjeturas e hipótesis (Facione, 2007), implicó identificar elementos complementarios al desarrollo del anterior, ya que hacían parte una misma subcategoría. Este se vio reflejado en las ideas iniciales que los estudiantes expresaron en relación con diversos temas discutidos, principalmente aquellas que partieron de sus saberes previos, y que aún se encontraban sin un fundamento teórico que las respaldara, pero que después fueron verificadas o refutadas para desarrollar las conclusiones o renunciar a ellas. Esta relación la estableció Facione (2007) al definir la categoría en la que se enmarcaron los descriptores.

En este sentido, el descriptor se hizo evidente en la fase uno, con argumentos expuestos en los espacios de discusión grupal como:

E3, E5, E6 y E8: “Toda la humanidad está quedándose sin vista por el consumo del celular” (B5, 28/09/2022, p. 1).

“El computador está haciendo daño en las escuelas porque se copian de internet” (B5, 28/09/2022, p. 1).

“La tierra es muy grande y para destruirla faltan muchos años (DP, 28/09/2022, p. 3)”

Las expresiones anteriores dieron cuenta de argumentos que se plantearon al inicio de la discusión, pero que no hicieron parte de las conclusiones de los estudiantes, debido a que no se presentó información que respaldara la propuesta argumentativa. Al final, los participantes desarrollaron conclusiones vinculadas a conjeturas e hipótesis como:

E1, E6, y E7: “Si seguimos consumiendo tanta tecnología estaríamos en un mundo lleno de máquinas (DP, 28/09/2022, p.2).

E5, E8 y E9: “Si seguimos contaminando los animales y las plantas se extinguirían, el aire no se podría respirar y todos terminaríamos muertos (DP, 28/09/2022, p.2)

E1, E6 y E12: Si seguimos contaminando nos tocará irnos a vivir a otro planeta (DP, 28/09/2022, p.2)

Las conjeturas anteriores surgieron de preguntas orientadoras como: ¿Qué pasaría con el mundo en el futuro si no regulamos el consumo y hacemos un tratamiento adecuado de los residuos electrónicos?, las cuales posibilitaron la discusión grupal, el reconocimiento de los saberes previos y percepciones en relación con el tema, además de que representaron un punto de partida para afianzar ideas y discutir las concepciones que traían consigo. Esta pregunta al ser de tipo indagatoria representó fortaleza en el diseño de las propuestas, ya que conectaron el contenido específico del cortometraje de Wall-E con los saberes previos de los estudiantes.

En la fase dos, este descriptor no fue representativo y en seis estudiantes no se logró identificar elementos que permitieran reconocer su desarrollo, tal y como se ilustra en la tabla 9, condición que solo se presentó en esta fase. De esta manera, las discusiones guiadas por los especialistas estuvieron más centradas en afianzar conceptos y saberes trabajados en la fase uno, por ello no se posibilitó completamente la generación de supuestos. Esta situación no se reconoció

como una debilidad, ya que fueron necesarias las discusiones desarrolladas. Además, representaron un insumo fundamental para el trabajo realizado en la fase tres.

Tabla 9

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “conjeturas e hipótesis”

Sumario descriptor PC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
PC3.2: Conjeturas e hipótesis	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OXO	OOO	OOO	OXO	OXO	OXO	OXO

Por último, en la fase tres se identificó este descriptor cuando los estudiantes plantearon sus propuestas de investigación, ya que en el momento en que se reconoció un problema de investigación se recibieron elementos que los estudiantes querían comprobar o analizar, por lo que se plantearon, en un primer momento como hipótesis para que construyeran la pregunta de investigación. Se obtuvieron propuestas como:

E6 y E9: “En nuestra comunidad acostumbran a reciclar botellas de plástico y papel. Queremos saber si aplican las 3R a los aparatos electrónicos que ya no funcionan” (V).

Donde la hipótesis es que “la comunidad aplica las 3R a los aparatos eléctricos que ya no funcionan”. Lo que dio cuenta cómo los estudiantes se plantearon una hipótesis de investigación, atendiendo a los saberes que se discutieron en las fases anteriores. Estas al igual que en la fase uno, permitieron la generación de conclusiones, por lo que hacer un proyecto de investigación permitió reconocer en los estudiantes la producción de hipótesis y la verificación o no de ellas, condición que también se presentó como una fortaleza en el diseño. Además, los maestros - investigadores orientaron constantemente el desarrollo de las propuestas en función de orientar las ideas e iniciativas de los estudiantes hacia el cumplimiento del objetivo, lo que se resaltó como una fortaleza en el proceso de investigación.

4.1.4 Explica, describe y justifica procedimientos

La subcategoría *explicación* se conformó por el descriptor PC4.1: describe y justifica procedimientos y PC4.2: presenta argumentos para justificar resultados. Facione (2007) mencionó que un buen pensador crítico tiene la capacidad de explicar qué piensa y cómo llegó a esa decisión,

lo que implica en un primer momento ser capaz de describir y justificar el proceso que se ejecutó para llegar a los resultados. Este fue el que tuvo menos representación en todo el proceso (ver tabla 10), se evidenció en una de las tareas realizadas durante la estrategia la cual corresponde a la fase uno, donde se reconoció el estado en el que se encontraba Colombia en torno a la generación de residuos electrónicos, realizando un análisis del volumen de generación de residuos electrónicos en Colombia en 2021.

Tabla 10

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “Describe y justifica procedimientos”

Sumario descriptor PC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
PC4.2: Describe y justifica procedimientos	OXX											

En las producciones de los estudiantes se identificaron justificaciones desde narraciones, procesos matemáticos y gráficos de los métodos que usaron para hallar la cantidad de masa propuesta en una de las tareas (ver anexo 4). De manera que los estudiantes recolectaron un conjunto de objetos, entre los que se resaltaron cuadernos, cartucheras, libros, personas, entre otros, que fueron colocando en la báscula digital hasta alcanzar un peso de 50 kg (ver figura 10). Este proceso lo justificaron de forma oral, narrando el paso a paso que se usó, que en este caso fue el tanteo o ensayo y error.

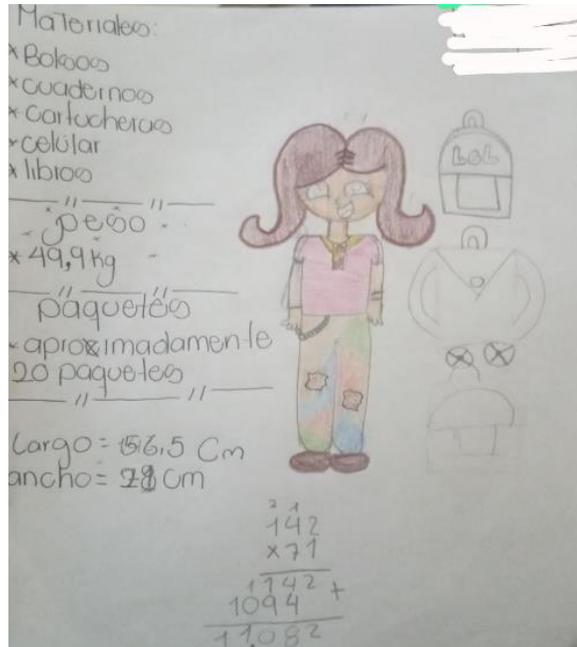
Figura 10

Tarea sobre el volumen de residuos electrónicos generado en Colombia



Figura 11

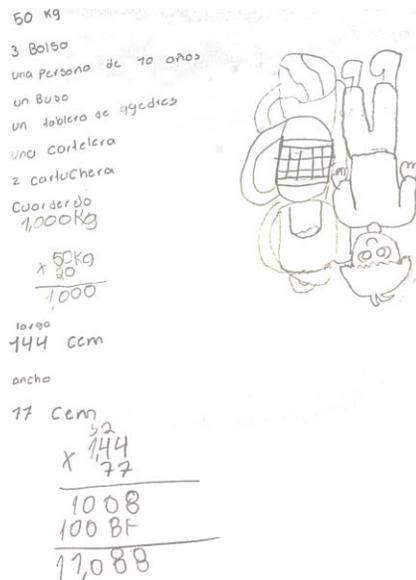
Producción de estudiantes del proceso de encontrar sumas, productos y áreas



Nota: De (B4, 26/10/2022, p. 7).

Figura 12

Producción de estudiantes del proceso de encontrar sumas, productos y áreas



Nota: (B1, 26/10/2022 p. 7).

Para hallar el área total que ocuparon los objetos, grosso modo, los estudiantes expusieron que ordenaron en el suelo los artículos para formar un cuadrado o rectángulo, este proceso fue esquematizado en las bitácoras de trabajo como se ve en la figura 11 y 12. Después, midieron sus lados con una cinta métrica para luego usar procedimientos matemáticos que les permitiera encontrar el área total. En este sentido, se utilizaron gráficos, procesos matemáticos y argumentos para describir y justificar procedimientos.

Para el desarrollo del descriptor en esta parte de la propuesta se tuvieron diversos factores en consideración, pero los que sobresalieron como fortaleza en el proceso de diseño fueron: brindar orientaciones concretas y desglosadas, pero abierta a los procedimientos o métodos de solución, estructurar la propuesta para que se diera el trabajo en equipo de forma que todos los participantes desempeñaran un rol en su desarrollo, incluir material didáctico e ilustraciones para la comprensión de la tarea, brindar explicaciones concretas de temas, como área, perímetro, peso, masa, volumen y capacidad, analizar ejemplos de situaciones cercanas a sus contextos para generar un mayor vínculo con el problema ambiental y partir de lo general a lo específico, lo cual permitió llegar de manera progresiva al objetivo planteado. En cuanto a la implementación, fue posibilitar el material para pesar y medir, orientar el proceso de forma tal que los estudiantes logaran, de manera más autónoma, ejecutar procedimientos y llegar a resultados.

Las debilidades de la estrategia se tejen en relación con la falta de presencia del descriptor en la fase tres, ya que en esta parte los estudiantes debieron alcanzar un mayor nivel de abstracción en el proceso, pero no se logró evidencia en este descriptor, siendo uno de los de mayor dificultad y un eje fundamental para un buen pensador crítico (Facione, 2007). Esto se dio debido a que no se les solicitó a los estudiantes en esta fase justificar los métodos y procesos de investigación que utilizaron para indagar por sus preguntas, por lo que se propuso en el proceso de rediseño orientar la presentación de resultados hacia la justificación de los métodos usados para la solución de la pregunta de indagación, a través del análisis estadístico de las encuestas.

La falta de presencia de este descriptor en la fase dos no representa una debilidad en el diseño e implementación de la estrategia, dado que era mayoritariamente de apropiación de conceptos y procedimientos para la gestión de los RAEE, por lo que no implicó el desarrollo de explicación para justificar sus pensamientos.

4.1.5 Presenta argumentos para justificar resultados

En correspondencia con el descriptor anterior, el PC4.2 se basó en identificar los argumentos que los estudiantes utilizaron para defender sus puntos de vista e ideas (Facione, 2007). Tuvo cumplimiento total en siete estudiantes y parcial en los demás, lo que indicó un cumplimiento predominantemente positivo (ver tabla 11). Se identificó que los participantes defendieron sus construcciones personales con argumentos que se desprenden de las discusiones desarrolladas en los diferentes ejercicios, aunque en algunos momentos no hayan justificado los procesos o métodos que los llevaron a determinarlas.

Tabla 11

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “presenta argumentos para justificar resultados”

Sumario descriptor PC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
PC4.1: presenta argumentos para justificar resultados	OOO	OOO	OOO	XOX	OOO	XOX	XOO	OOO	OXX	OXO	OOO	OOO

En este orden de ideas, en la fase uno se identificó que los participantes realizaron procesos de argumentación en torno a temas como: salud mental, emocional y física, relaciones sociales, daño al medio ambiente, uso inadecuado de la tecnología, consumo responsable, vulnerabilidad de la información en la web que dieron cuenta de reflexiones relacionadas con sus saberes, además, con la información audiovisual presentadas y discutidas en el aula de clase. Algunas de estas manifestaciones fueron:

E1, E2 y E10: “El uso excesivo de los celulares daña las relaciones familiares y con los amigos ya que se presta más atención a las redes sociales que a compartir tiempo con las personas prefieren conversar por medio del celular que cara a cara” (DP, 28/09/2022, P. 1).

E7 y E12: “La tecnología mal usada no alimenta el cerebro. Daña la vista y nos hace más agresivos porque desde los juegos más comunes se fomenta la violencia” (B3, 28/09/2022, p, 1).

E9: “Las redes sociales crean inseguridades en las personas por eso en las fotos se usan filtros para modelar la apariencia” (DP, 28/09/2022, p.2).

Lo anterior surgió de las interpretaciones de la información planteada y las relaciones con sus saberes y experiencias, que fundamentaron sus ideas. Asimismo, los procedimientos matemáticos que los estudiantes desarrollaron (ver figura 11 y 12), los usaron para fundamentar argumentos como: la “basura electrónica generada en Colombia puede llenar toda la institución o más” (E2, DP, 26/10/2022, p. 13) y “en nuestro salón no cabe toda la basura electrónica que se ha generado en Colombia” (E8, DP, 26/10/2022, p. 14). Lo cual fue posible gracias al proceso de trabajo en equipo, enfocado en la interpretación de roles, y como consecuencia de las tareas de síntesis que se realizaron por cada momento de la fase.

En la fase dos, desarrollaron argumentos desde lo verbal y lo escrito, donde plantearon preguntas y opiniones coherentes, identificaron elementos fundamentales de la discusión, desarrollaron ideas en torno a estas, manifestaron sus posturas y estados de acuerdo y desacuerdo. Esto lo hacen a partir de elementos relacionados con: *buena distribución de los RAEE, necesidad de reciclar los AEE para cuidar el medio ambiente, cómo reciclar de forma adecuada los RAEE.*

Desde estos logros se identificó como fortaleza en el diseño, la ejecución de guías con apartados específicos donde se incentivó a la formulación de preguntas y solución de estas. En particular, durante el encuentro con la especialista de puntos verdes, se presentó como una guía en la generación de ideas, ya que estas permitieron que interactuaran constantemente en el proceso discursivo, consignaran la información de impacto o interés, lograran apropiarse de los ejes centrales de discusión y construyeran sus propios puntos de vista al respecto.

De igual manera se resaltó la posibilidad de abrir espacios de discusión donde los estudiantes plantearon y refutaron ideas entre ellos mismo en acompañamiento de la especialista. Fue fundamental que se sintieran seguros al expresar lo que piensan sin ser juzgados. Además, el trabajo de cada estudiante en interacción con los demás y con la especialista permitió que resolvieran sus dudas y expresaran sus saberes.

En la última fase el indicador se reconoció en el planteamiento de los problemas y conclusiones que identificaron los estudiantes durante el miniproyecto de investigación, debido a que estos surgieron de las construcciones que los estudiantes hicieron en las fases anteriores, además dan cuenta de sus intereses personales en torno al tema de discusión, fueron un referente de sus percepciones y sentires sobre el proyecto, por ejemplo, E1, E7, E10 y E12 propusieron el siguiente problema:

“Reciclar residuos electrónicos es bueno, pero cuando le quita las piezas del electrodoméstico tiene que ir a un profesional, y si no lo hace podría pasar un accidente, por ello queremos saber si nuestra comunidad sabe la importancia de entregarle los RAEE a las personas adecuadas y no a cualquier que quiera hacer dinero con ellas” (PI3, 02/11/2022, p. 2).

A lo cual lograron concluir por medio de entrevistas que:

Podemos concluir que nuestra comunidad no sabe dónde reciclar los residuos electrónicos y hace muy mala distribución de ellos. La mayoría los manipula de forma inconsciente, por lo que consideramos necesario que se enseñe a las personas a gestionar bien los residuos de los aparatos electrónicos (B4, 16/11/2022, p. 13)

A partir de lo anterior, argumentaron la *importancia de reciclar los residuos electrónicos para el cuidado del medio ambiente y la falta de conocimiento detectado en la comunidad en la que se encontraban ubicados*. Cabe resaltar que todos los proyectos de investigaciones se realizaron en este tema, pero desde diferentes enfoques, como: estrategias que usa la comunidad para reciclar los RAEE, información que posee la comunidad sobre los RAEE o peligros de manipular de forma irresponsable los RAEE.

Las fortalezas detectadas en el diseño estuvieron relacionadas a la importancia de proponer una bitácora como instrumento para depositar ideas y planear las propuestas de investigación, dado que esta permitió que el grupo se apropiara del proyecto, considerar información de forma constante que a largo plazo les fue de ayuda en la generación de conclusiones, además, permitió ordenar la planeación del proyecto. Los espacios de socialización constante y las tareas de síntesis y cierre fueron esenciales, porque llevaron a retomar constantemente la propuesta, a avanzar en los ciclos de investigación y a compartir ideas con los demás grupos, de forma que se retroalimentó constantemente.

En la implementación, fue importante apartar espacios de asesoramiento personalizado entre los maestros investigadores y cada uno de los grupos, de esta manera se logró brindar una mejor orientación, discutir y desarrollar las ideas que los estudiantes proponían, y realizar sugerencias y aportes a cada proyecto. En esta fase fue fundamental el trabajo en equipo por roles, ya que les permitió ordenar sus funciones para optimizar el tiempo de trabajo y cumplir con los objetivos estimados para cada espacio.

4.2 Pensamiento creativo

Con el fin de conocer la importancia de la estrategia didáctica desde el desarrollo del pensamiento creativo, se recogieron algunos descriptores adaptados de los aportes hechos por Colom et al. (2012); Valero-Matas et al. (2016) y Santaella (2006) (ver tabla 2). Estos permitieron el análisis sobre la manera en que los descriptores se evidenciaron en las respuestas de los estudiantes en cada una de las fases. La exploración detallada, esquematizada en la tabla 12, compuesta por los descriptores del pensamiento creativo (filas), los estudiantes (columnas) y los símbolos ordenados en representación de las fases (intersección entre las filas y las columnas).

Tabla 12

Síntesis análisis de la información desde los descriptores del pensamiento creativo.

Sumario descriptor C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
C1.1: Ideas únicas, innovadoras o nuevas	OOO	OXO	OXO	OOO	OOO							
C2.1: Mejoramiento del producto	OXO											
C3.1: Creación espontánea	OOX	OOX	OXX	OOX	OOX	OOX	OOX	OXX	OXX	OXX	OXX	OXX
C4.1: Idoneidad del producto para el contexto	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OXO	OOO
C5.1: Comunica los resultados	OOO	OXO	OXO	OXO	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OXO	OXO	OOO

Nota: “Síntesis descriptor C” significa una nueva forma de escribir los descriptores del pensamiento creativo.

En la subcategoría *inferencia* correspondiente al descriptor PC3.1: Identifica elementos para sacar conclusiones razonables y desarrollar conclusiones (Facione, 2007) se identificó un cumplimiento parcial (ver tabla 8).

4.2.1 Originalidad

Para esta subcategoría, su descriptor C1.1, relacionado con el desarrollo de ideas únicas, innovadoras o nuevas desde las orientaciones proporcionadas (Cañellas et al., 2012; Valero-Matas et al. 2016; Santaella, 2006), fue posible evidenciarlo en las respuestas que los estudiantes

brindaron. Diez participantes realizaron este tipo de ideas desde un cumplimiento total del descriptor y dos de manera parcial, siendo las tareas desarrolladas en los momentos de la segunda fase factores limitantes desde el diseño e implementación de la propuesta (ver tabla 13).

Tabla 13

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “ideas únicas, innovadoras o nuevas”

Sumario descriptor C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
C1.1: Ideas únicas, innovadoras o nuevas	OOO	OXO	OXO	OOO	OOO							

En una de las tareas de la primera fase, los estudiantes partieron de la orientación de los investigadores, la cual consistió en representar su mundo ideal por medio de un póster. Los productos fueron realizados con ciertas características posibles de resaltar en cada dibujo. Por ejemplo, el participante E4 mostró -figura 13- que su mundo ideal es aquel en el que se evita la contaminación para vivir mejor, a través de acciones sociales y educativas, donde las personas adultas enseñan a las más jóvenes con el fin de que contribuyan con la construcción de un planeta limpio de basura, dando oportunidad al abastecimiento y fortalecimiento de la flora y la fauna.

Figura 13

Dibujo del E4, representa lo que para él sería un mundo mejor



Nota: De (B2, 05/10/2022, p. 7).

Fue una reflexión que manifestó un carácter único, innovador y nuevo, porque a pesar de ser una creación a partir de unas orientaciones y la visualización previamente de videos en el cine foro, no se observó algo similar a este acompañamiento medioambiental por parte de un adulto a un joven (Cañellas et al., 2012; Valero-Matas et al. 2016; Santaella, 2006). La concepción dio cuenta de que este estudiante no tomó ideas literales de los videos, sino que las vinculó con su experiencia familiar o integró con los roles que desempeñaron los investigadores en el aula: promover en los participantes la discusión y reflexión sobre la problemática ambiental por el aumento de los residuos electrónicos.

Las fortalezas de la estrategia didáctica en este descriptor y fase fueron posibles, desde el diseño, gracias a la formulación de preguntas abiertas, la suministración de material audiovisual y la vinculación de saberes previos con los propuestos a dialogar en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Sanmartí, 2022). Desde la implementación estuvieron presentes asuntos relacionados con el acompañamiento a los estudiantes y la formulación de interrogantes sobre sus intereses. La finalidad fue que delimitaran la idea y fuesen hacia un objetivo en común, ya que estaban permeados por las ideas recogidas alrededor de la sesión y las brindadas por sus compañeros de equipo.

No obstante, las debilidades en esta fase para este descriptor radican en la falta de variedad para comunicar ideas no orales o escritas por parte de los participantes. Es necesario realizar ajustes de diseño a la estrategia didáctica, en pro de la participación de los estudiantes, a través de respuestas a las orientaciones que promuevan el uso de varias formas de expresión, donde realicen productos adicionales al dibujo. Por ejemplo, obras de teatro o títeres, origami, construcción de maquetas, composición de canciones u otros.

En una de las tareas de la segunda fase se les solicitó a los estudiantes opinar frente a los residuos electrónicos, con relación a la información suministrada por el especialista. Las ideas nuevas estuvieron reflejadas en *acciones inadecuadas y recomendaciones en la gestión de los RAEE*, tales como quemarlos, entregarlos a entidades no oficiales y botarlos a la basura. En el siguiente comentario se observó esta categoría.

E1: “Que uno no debe [entregar] los objetos tecnológicos a las personas que pasan [en] un carro pidiendo cosas [...], hay que reciclar [en los puntos de recolección] porque allá hacen un buen uso de las cosas” (B4, 28/10/2022, p. 9).

En esta idea, la acción entregar estuvo acompañada de la categoría centrada en la inadecuada gestión de los RAEE, y reciclar se centró en una posible solución brindada en su manejo responsable.

Esta fase tuvo tareas con fortalezas en la evidencia de ideas únicas, innovadoras o nuevas, puesto que consistieron en charlas llevadas a cabo por las personas especialistas y tareas propuestas por los investigadores. Fue pertinente trabajar de manera conjunta y ordenada (docente, especialista e incluso estudiante) en la planeación y ejecución, donde el maestro junto a los estudiantes se encargue de prepararse para lo que van a aprender en las charlas, con el propósito de conseguir una mayor coordinación desde las intervenciones y el desarrollo de respuestas que den cuenta de este descriptor. Así, fue necesario transformar la estructura donde el docente enseña y el estudiante aprende, para trascender hacia una *co-creación e interrelación* (Vincenzi et al., 2020).

En la tercera fase, este descriptor se manifestó desde ideas que reflejaron la preocupación de algunos estudiantes por *acciones ecológicas sobre los residuos electrónicos*, como aplicar las 3R y hacer una consciente manipulación para prevenir riesgos. Este conjunto de tareas arrojó resultados positivos gracias a que el material de apoyo y el cumplimiento de un *rol mediador* por parte del docente, fueron estimulantes para los procesos de *internalización* de los estudiantes y la posterior expresión de sus ideas (Obando et al., 2020). Estos acompañamientos se hicieron en la investigación, a partir del planteamiento del problema y la formulación de preguntas y objetivos. Y se logró una mediación desde la manera de crear instrumentos de recolección (encuestas y entrevistas), los cuales se ofrecieron desde la explicación verbal, pero otras alternativas están en optar por distintos medios como los propuestos por Betancur y Franco (2011). Algunos de estos fueron: canciones, videos, cuentos, sopa de letras, carteleras, manualidades e historietas.

En el planteamiento de problema (ubicado en PI3, 02/11/2022, p. 2) formulado por los participantes E1, E7, E10 y E12 -expuesto en la subcategoría PC4.1: *presenta argumentos para justificar resultados-*, se manifestó una originalidad desde lo trabajado hasta ese momento. Tuvieron en cuenta algunos videos del cine foro, las charlas con las personas especialistas y las orientaciones de los investigadores. Asimismo, lo nuevo radica en el interés por saber si su comunidad manifiesta importancia por entregar los RAEE a las entidades oficiales.

4.2.2 Proceso de creación

El descriptor C2.1 de esta subcategoría, referido a reflejar las orientaciones proporcionadas a partir del mejoramiento del producto (Cañellas et al., 2012), se evidenció desde un cumplimiento parcial en la totalidad de las respuestas de los participantes (ver tabla 14). Este descriptor no se manifestó en las respuestas de los estudiantes en la segunda fase, ya que las tareas realizadas en los encuentros con las organizaciones no promovieron el diseño y mejora de productos. A pesar de lo anterior, en las fases uno y tres fue posible observar resultados satisfactorios para este descriptor, otorgados por las respuestas de los participantes.

Tabla 14

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “mejoramiento del producto”

Sumario descriptor C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
C2.1: Mejoramiento del producto	OXO											

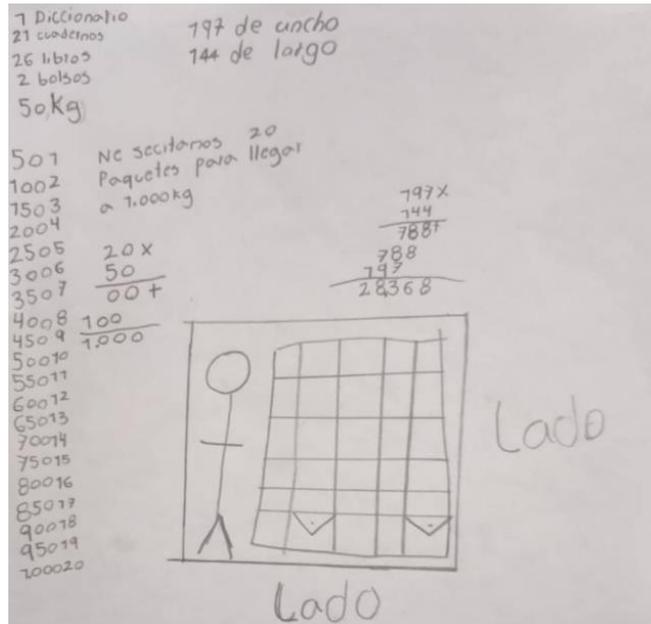
En una de las tareas de la fase uno la *medición* fue uno de los instrumentos que los estudiantes emplearon y con el cual se esperaba que estos últimos comprendieran la cantidad de RE desde el plano y el espacio, teniendo como referencia la masa, peso, área, volumen, conjunto, cantidad, conteo, unidades de medida y figuras geométricas, además de las cuatro operaciones básicas de la aritmética. En este punto, fueron fundamentales los símbolos y letras, formas utilizadas por los estudiantes en su proceso de creación de estrategias para atender los resultados esperados, a través del mejoramiento del resultado. Un ejemplo concreto lo realizaron los participantes E3, E5 y E8 (figura14).

El diseño de esta tarea partió de lo general a lo específico, comenzando por el reconocimiento de todos los continentes y sus respectivas superficies (en kilómetros cuadrados), pasando por Sudamérica, luego Colombia y finalmente la institución educativa habitada. Esto posibilitó el interés en los estudiantes y tener algunas medidas dimensionadas en el momento de comparar áreas y volúmenes. En la implementación funcionó recordar a los estudiantes algunas maneras de proceder para elegir la estrategia más efectiva para alcanzar el objetivo de la tarea:

reconocer la cantidad de residuos electrónicos generado en Colombia desde el 2015 y compararlo con los demás países de América Latina y el Caribe. No se visualizaron debilidades significativas.

Figura 14

Creación de estrategias matemáticas para hallar sumas, productos y áreas



Nota: De (B5, 26/10/2022, p.7).

La tarea consistió en elegir una cantidad de elementos, estimar el valor de su masa y ponerlos en una balanza. El objetivo inicial fue conseguir una masa de 50 kilogramos (kg) - colocando o quitando elementos-, equivalente a los elementos elegidos, que a su vez se convirtieron en un conjunto. Luego, buscaron la manera para saber cuántos paquetes del mismo conjunto se obtendrían si acumulaban 1000 kg. Paso seguido, calcularon el área (en centímetros cuadrados) de los componentes del conjunto al colocarlos dentro de un rectángulo. Esta tarea se prestó para un constante replanteamiento y mejoramiento de los productos como el de la figura 14.

En la segunda fase no fue evidenciado este descriptor, lo que sugiere posibles ajustes de diseño encaminados hacia proponer tareas que requieran productos tangibles y observables, con el fin de ser mejorables. En la tercera fase el descriptor se manifestó desde respuestas de los estudiantes que reflejaron el interés por los *conocimientos y las prácticas de la comunidad* con los residuos electrónicos, *ideas en torno a los peligros de manipular, reciclar, reparar o desechar* los RAEE. Fueron concepciones desarrolladas y mejoradas paulatinamente por medio del proyecto

investigativo, Algunos participantes expresaron estas características desde su objetivo de investigación.

E1, E7, E10 y E12: “Conocer si mi comunidad reconoce los peligros de manipular y reciclar de forma inadecuada los RAEE” (PI, 02/11/2022, p. 2).

Entre las fortalezas de diseño estuvieron: *explicitar las orientaciones y el material de apoyo*, como la explicación de una investigación, cómo plantear problemas y formular preguntas y objetivos, además de indicar la manera de crear instrumentos de recolección de información. En la implementación se hizo visible la importancia de los roles desde el papel colaborativo. Los estudiantes presentaron mejores resultados en aspectos de mejoramiento de su proyecto de investigación, ya que hubo una aceptación por la versatilidad y mayor entendimiento de la asignación de roles, por lo que se apoyaron, dieron ideas y escribieron en conjunto de forma ordenada.

4.2.3 Nivel de creación

Esta subcategoría contiene al descriptor C3.1, referido a la expresión de una creación espontánea (Valero-Matas et al., 2016). Se presentó desde un cumplimiento parcial en la totalidad de las respuestas de los participantes (ver tabla 15). En la segunda fase se evidenció en la mitad de las respuestas de los estudiantes, y en la tercera fase no hubo manifestación alguna. Lo anterior presupone que, en los encuentros con las especialistas y el proyecto de investigación, hubo un acompañamiento extra por parte de los investigadores que evitó la aparición de la espontaneidad. Por lo tanto, se sugirió un ajuste de diseño.

Tabla 15

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “creación espontánea”

Sumario descriptor C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
C3.1: Creación espontánea	OOX	OOX	OXX	OOX	OOX	OOX	OOX	OXX	OXX	OXX	OXX	OXX

En la primera fase se desarrollaron ideas espontáneas que surgieron de las vivencias y experiencias de los estudiantes, inducidas por la información audiovisual presentada por los

investigadores. Los participantes dieron argumentos sobre las *percepciones que popularmente se han atribuido al uso de los AEE y la generación de residuos electrónicos*. Por ejemplo, vivir en un mundo lleno de máquinas, ir a otro planeta por la contaminación creciente que llevaría a la explosión y desolación de la Tierra, pero debido a su tamaño “para destruirla faltan muchos años” (E5, E9 y E11, DP, 28/09/2022, p. 3). Estas concepciones fueron espontáneas porque surgieron de una relación indirecta entre los contenidos y los intereses de los estudiantes (Valero-Matas et al., 2016).

La espontaneidad fue uno de los elementos que contribuyó con el desarrollo del sujeto creativo (Valero-Matas et al., 2016). Las formas en que los estudiantes idearon estrategias para llevar a cabo tareas tuvieron características limitadas o expandibles, su dependencia estuvo en la manera en que se pensaron y ejecutaron los planes. En la figura 15, la creación de los participantes E1 y E2 como *producto final* de esta fase cumplió particularidades que apuntaron hacia lo expandible, desde lo natural (Sanmartí, 2022).

Figura 15

Producto final de la fase uno, realizado por los participantes E1 y E2



Nota: De (B5, 05/10/2022, p. 7).

En este dibujo lo natural fue la confianza que los estudiantes le dieron al valor de la paz enmarcada en la biodiversidad. Para ellos su mundo ideal sería aquel donde haya una convivencia

armoniosa y se exprese amor, tanto entre seres humanos como con los elementos pertenecientes a la flora y la fauna.

En la fase dos, la creación espontánea se manifestó a partir de afirmaciones de los estudiantes frente a que los residuos peligrosos explotan (PV1, 28/10/2022), la posibilidad de destapar algunos RAEE y *vender el hierro y cobre* (CA, 04/11/2022; PV1, 28/10/2022), y cuestiones sobre conceptos, acciones y objetos trabajados alrededor de la temática central. Las fortalezas y debilidades se compartieron con las del descriptor C1.1, en relación con la cooperación entre investigadores y estudiantes, orientadas a *la enseñanza y aprendizaje colectivo*. Además, se tuvieron características de fortalezas desde la implementación en función del tiempo que los investigadores les otorgaron a los estudiantes para encontrarse con sus deseos (Valero-Matas et al., 2016).

4.2.4 Adecuación

Esta subcategoría contuvo al descriptor C4.1, presentación de productos idóneos para un contexto determinado (Cañellas et al., 2012). Se presentó desde un cumplimiento total en nueve de las respuestas de los participantes y uno parcial por la falta de respuestas de tres estudiantes (ver tabla 16). Estos resultados se originaron porque la segunda fase contó con características pensadas para la participación individual desde una comunicación verbal, por lo que la ausencia de respuestas de algunos participantes evitó la aparición de evidencias acerca de este descriptor. Las tareas de esta fase fueron efectivas a pesar de que no hubo una manifestación total del descriptor, puesto que fue evidenciado en las demás respuestas.

Tabla 16

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “idóneo para el contexto”

Sumario descriptor C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
C4.1: Idóneo para el contexto	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OXO	OOO

En la fase uno, las evidencias seleccionadas para este descriptor fueron enmarcadas en *representar y justificar procedimientos* en relación con la cantidad de volumen ocupado por los residuos electrónicos, desde conteos, sumas, restas, multiplicaciones, divisiones y formas

geométricas, como se puede ver en la figura 14. El momento en que se solicitó esta tarea fue crucial, ya que permitió a los estudiantes tener como referencia algunos materiales proporcionados que guiaron sus ideas, como los videos y la presentación de la propuesta con ayuda de recursos audiovisuales. Al mismo tiempo, fueron instrumentos que permitieron a los participantes dar respuestas idóneas para el contexto referente a los residuos electrónicos, como las mencionadas por el E6 en el apartado 4.1.1. Este estudiante afirmó que es posible llenar países con la cantidad de basura tecnológica (DP, 28/09/2022, p. 2).

En la fase dos este descriptor se evidenció de tal manera que sus productos idóneos fueron *preguntas sobre los RAEE y sus componentes*, tales como: ¿a qué contenedor le corresponde recogerlos?, ¿cuál es el proceso para separarlos?, ¿qué se hace con lo que queda de ellos?, ¿cuál es el lugar donde llegan todos?, ¿qué recomiendan hacer frente a los señores que los pasan recogiendo?, ¿cómo se llaman los químicos de las pilas?, ¿se pueden echar a la basura?, ¿para qué sirven?, ¿cómo reciclar los televisores y el oro?, ¿qué tiene el celular por dentro?

En la fase tres este descriptor fue desarrollado a partir de *ideas que exhibieron la importancia de accionar frente a los residuos electrónicos*, como aplicar las 3R ecológicas, manipular de forma responsable; y el *interés por conocer las concepciones de la comunidad sobre los RAEE*. Estas consideraciones desarrolladas por los participantes E1, E7, E10, y E12 en el marco del proyecto investigativo, se presentaron en los resultados correspondientes al descriptor referido a la *originalidad*.

Desde el diseño, la manifestación de este descriptor en las respuestas de los estudiantes fue posible gracias a las situaciones contextualizadas que los investigadores les proporcionaron a los estudiantes (Camargo, 2021; Yakman, 2010; Cano y Ángel, 2020; Vargas, 2006; Hernández Sampieri et al., 2014; Bakker, 2019). Esta característica les permitió a los participantes centralizar la información recibida y las respuestas entregadas.

4.2.5 Comunicación

El descriptor de esta subcategoría, referido a la comunicación de los resultados de forma clara, acudiendo a distintas maneras de hacerlo (Cañellas et al., 2012; Valero-Matas et al., 2016), se presentó desde un cumplimiento total en la mitad de las respuestas de los participantes y

parcialmente en el resto (ver tabla 17). La segunda fase impidió su manifestación completa, por ende, los encuentros con los especialistas sugirieron ajustes, ya que la participación de los estudiantes fue voluntaria, pero el espacio de aprendizaje fue la charla. Por lo tanto, la falta de intervención por parte de los estudiantes condujo a mejorar el diseño de las tareas asociadas a la participación de agentes externos para brindar información sobre el tema y su gestión en el aula, de tal manera que se conviertan en *espacios de aprendizaje cautivadores* para los estudiantes, cuyo punto de partida sería una prueba diagnóstica empleada con el fin de conocer los intereses de los participantes (Rodríguez y Ramos, 2008) para enfocar la charla y las preguntas (ver anexo 2).

Tabla 17

Síntesis análisis de la información desde el descriptor “comunica los resultados”

Sumario descriptor C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
C5.1: Comunica los resultados	OOO	OXO	OXO	OXO	OOO	OOO	OOO	OOO	OXO	OXO	OXO	OOO

En la primera fase, las respuestas se expresaron de forma verbal, escrita e icónica. Se presentaron concepciones con base en la visualización de videos y un diálogo entre investigadores y participantes, señaladas en los resultados del descriptor dirigido a la *interpretación*. De esta manera, según los planteamientos de Sanmartí (2022), fue importante *poner en evidencia* saberes y habilidades una vez los estudiantes tuvieron resultados por mostrar, con el fin de determinar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

Establecer roles por grupos de trabajo brindó orden en el desarrollo de las clases en esta fase, pero también limitó la participación de los estudiantes. Evitó la intervención verbal de varios participantes, ya que solo un estudiante de cada grupo tenía el rol de vocero. Por lo tanto, fueron necesarios los ajustes de diseño e implementación desde la elección de momentos estratégicos, donde haya un trabajo por grupos y de manera individual, con el fin de no limitar la expresión de ideas o argumentos de los estudiantes. Fueron mejoras dirigidas a promover ambientes para compartir resultados, para esto, también se supuso indispensable la realización de diferentes tareas para promover diversas formas de comunicación.

En la tercera fase, este descriptor se desarrolló a partir del *interés por dar a conocer las concepciones de la comunidad sobre los RAEE*, mostrado en los resultados del descriptor

direccionado al *proceso de creación*. Asimismo, las fortalezas de diseño e implementación para la manifestación de este descriptor estuvieron en las diferentes formas solicitadas para socializar los resultados de las tareas del proyecto de investigación. Las distintas maneras fueron a partir de la comunicación escrita del proyecto y la expresión verbal del mismo (ver figura 16 y 17).

Figura 16

Momento en que los estudiantes comunicaron su proyecto de investigación de manera escrita



Figura 17

Momento en que los estudiantes comunicaron su proyecto de investigación de manera verbal



4.3 Síntesis de las características de diseño e implementación y oportunidades de ajuste

Con base en los logros obtenidos durante el proceso de *implementación* con los estudiantes, se seleccionaron algunas características para el proceso de *rediseño de la estrategia didáctica*, debido a que representaron una serie de *fortalezas* en el desarrollo del pensamiento crítico y

creativo desde la manifestación de sus respectivos descriptores. En la tabla 18 se sintetizó esta información, la cual se describió en los apartados 4.1 y 4.2.

Tabla 18

Síntesis de características de la estrategia didáctica de acuerdo con las fortalezas identificadas en el desarrollo del pensamiento crítico y creativo por fase

Característica	Fase	Pensamiento Crítico	Pensamiento Creativo
1. Presentación de situaciones cercanas al contexto de los estudiantes.	1	PC1.1: Vinculación de los saberes escolares con la experiencia. PC3.1: Apropiación de los temas. PC3.2: Conexión los saberes previos con los conceptos abordados. PC4.2: Argumentos para desarrollar ideas, resolver dudas y expresar saberes.	C2.1: Estrategias de justificación de procedimientos. C3.1: Puntos de vista frente al tema. C4.1: Centralización de la información recibida y las respuestas entregadas. C5.1: Orden en el desarrollo de las tareas.
	2	PC1.1: Apropiación de saberes. PC3.1: Apropiación de los temas. PC4.2: Argumentos para desarrollar ideas, resolver dudas y expresar saberes.	C5.1: Interiorización de los conceptos y desarrollo de múltiples formas de comunicación.
	3	PC1.1: Apropiación de saberes. PC4.1: Reconocimiento del problema como algo propio y personal. PC4.2: Argumentos para desarrollar ideas, resolver dudas y expresar saberes.	C2.1: Desarrollo y mejoría de resultados. C4.1: Centralización de la información recibida y las respuestas entregadas C5.1: Distintas formas de comunicación.
2. Vinculación de saberes previos con los propuestos a dialogar desde el aporte de las disciplinas escolares.	1	PC3.1: Exposición y discusión de ideas.	C1.1: Representación de ideas. C3.1: Argumentos en espacios de discusión.
	2	PC1.1: Vinculación de los saberes escolares con la experiencia.	C1.1: Vinculación de los saberes escolares con la experiencia.
	3	PC1.1: Relacionar los saberes escolares con la experiencia. PC3.1: Exponer y debatir ideas.	C1.1: Representación de ideas y vinculación de los saberes escolares con la experiencia.

Característica	Fase	Pensamiento Crítico	Pensamiento Creativo
3. Diálogo permanente entre maestros- investigadores y estudiantes desde roles activos.	1	PC1.1: Surgimiento y nutrición continua de las ideas y el producto. PC4.1: Métodos y procedimientos para solucionar problemas. PC4.2: Argumentos para desarrollar ideas.	C1.1: Discusión y reflexión, delimitación de ideas y objetivos deseados. C2.1: Obtención del interés y elección de la estrategia más efectiva para alcanzar el objetivo de la tarea. C5.1: Interiorización de los conceptos.
	2	PC1.1: Surgimiento y nutrición continua de las ideas y el producto. PC4.2: Argumentos para desarrollar ideas.	C2.1: Coordinación eficiente de las intervenciones y desarrollo de respuestas. C4.1: Ideas sumergidas en el contexto.
	3	PC1.1: Surgimiento y nutrición continua de las ideas y el producto. PC4.2: Desarrollo de proyectos y argumentos para discutir ideas.	C1.1: Procesos de internalización y expresión de ideas. C2.1: Planteamiento de problemas y formulación de preguntas y objetivos. C4.1: Ideas sumergidas en el contexto.
4. Proposición proyectos de investigación.	3	PC3.1: Obtención de información y formulación de conclusiones. PC3.2: Planteamiento y verificación de hipótesis. PC4.2: Desarrollo de argumentos para la resolución de problemas desde el contexto inmediato.	C1.1: Representación de ideas. C2.1: Desarrollo y mejoría de resultados. C3.1: Argumentos en espacios de discusión. C4.1: Productos sumergidos en el contexto. C5.1: Múltiples formas de expresión.
5. Establecer espacios estratégicos de trabajo individual y grupal, donde el trabajo en equipo permita a cada estudiante representar un rol.	1	PC4.1: Diferentes procedimientos para llegar a conclusiones. PC4.2: Formulación de argumentos para desarrollar ideas.	C2.1: Orden en el desarrollo de las tareas. C5.1: Orden en el desarrollo de las tareas.
	3	PC4.2: Optimización del tiempo.	C2.1: Mejoramiento del producto de investigación.
6. Presentación de las orientaciones e información brindada desde lo escrito, verbal e icónico	1	PC3.1: Representación variada y reconstrucción de interpretaciones. PC4.1: Procedimientos y resultados.	C1.1: Representación de ideas. C3.1: Argumentos en espacios de discusión. C4.1: Acciones preventivas frente al tema y respuestas idóneas para el contexto.

Característica	Fase	Pensamiento Crítico	Pensamiento Creativo
	2	PC1.1: Apropiación de saberes PC4.2: Formulación y solución de preguntas, además de la interacción constante con los especialistas.	C1.1: Representación de ideas. C3.1: Argumentos en espacios de discusión.
	3	PC3.2: Hipótesis y la verificación o negación de ellas.	C1.1: Procesos de internalización y expresión de ideas. C2.1: Planteamiento de problemas y formulación de preguntas y objetivos.
7. Proposición de tareas de introducción en el tema y de síntesis.	1	PC1.1: Determinación de elementos para el desarrollo de conclusiones. PC3.1: Identificación de elementos para construir conclusiones. PC4.2: Formulación de argumentos para el desarrollo de ideas.	C3.1: Creación de estrategias para llevar a cabo otras tareas. C4.1: Creación de ideas sumergidas en el contexto.
	2	PC4.2: Formulación de argumentos para desarrollar ideas.	C4.1: Productos sumergidos en el contexto.
	3	PC4.2: Retroalimentación de la propuesta, progresión en los ciclos de investigación y compartir ideas.	C2.1: Desarrollo y mejora de resultados.
8. Formulación de preguntas de diferente naturaleza (abiertas e indagatorias).	1	PC3.2: Conexión de los saberes previos con los conceptos abordados.	C1.1: Discusión y reflexión, delimitar ideas e ir hacia objetivos deseados. C2.1: Orden en el desarrollo de las tareas. C4.1: Centralización de la información recibida y las respuestas entregadas. C5.1: Orden en el desarrollo de las tareas.
	2	PC3.2: Planteamiento y verificación de hipótesis. PC3.1: Exposición de ideas. PC4.2: Expresión de saberes.	C1.1: Puntos de vista frente al tema. C3.1: Puntos de vista frente al tema.
	3	PC3.2: Conexión de los saberes previos con los conceptos abordados.	C1.1: Discusión y reflexión, delimitar ideas e ir hacia objetivos deseados.

Característica	Fase	Pensamiento Crítico	Pensamiento Creativo
			C2.1: Orden en el desarrollo de las tareas. C4.1: Centralización de la información recibida y las respuestas entregadas. C5.1: Orden en el desarrollo de las tareas.
9. Promover procesos de socialización nominal y plenario.	1	PC3.1: Exposición, discusión de ideas y expresión natural. PC4.2: Planteamiento y refutación de ideas, resolución de dudas y expresión de saberes.	C1.1: Puntos de vista frente al tema. C2.1: Estrategias de justificación de procedimientos. C5.1: Interiorización de los conceptos y desarrollo de múltiples formas de comunicación.
	2	PC4.2: Planteamiento y refutación de ideas, resolución de dudas y expresión de saberes.	C1.1: Puntos de vista frente al tema. C3.1: Puntos de vista frente al tema. C5.1: Distintas formas de comunicación.
	3	PC4.2: Retroalimentación de la propuesta, progresión en los ciclos de investigación y compartir ideas.	C1.1: Puntos de vista frente al tema. C2.1: Estrategias de justificación de procedimientos. C3.1: Puntos de vista frente al tema. C5.1: Distintas formas de comunicación.
10. Dirección de los procesos desde lo general a lo específico.	1	PC4.1: Consecución de manera progresiva al objetivo planteado.	C2.1: Estrategias para atender resultados esperados. C3.1: Obtención del interés en los estudiantes.
11. Conversación con especialistas en el tema.	2	PC1.1: Apropiación de saberes. PC3.1: Apropiación de saberes. PC4.2: Argumentos para desarrollar ideas, resolver dudas y expresar saberes.	C1.1: Puntos de vista frente al tema. C3.1: Puntos de vista frente al tema. C4.1: Ideas sumergidas en el contexto.

Nota: En esta tabla se colocó información que no se describió de manera puntual en los apartados 4.1 y 4.2 para evitar reiteraciones.

Así mismo, en la tabla 19 se organizaron las debilidades y oportunidades de mejora al diseño e implementación. Se mostraron características que imposibilitaron la evidencia de algunos descriptores en las respuestas de los estudiantes. Sin embargo, se mencionó el *insuficiente tiempo de ejecución*, aspecto mejorado desde la ampliación de la temporalización; y la *ineficiencia del trabajo en grupo e individual*, que obtuvo resultados positivos, pero también negativos. Como oportunidad de mejora para esta última, se consideró la elección de momentos estratégicos, donde haya trabajos por grupos y de manera individual, con el fin de facultar la expresión de ideas o argumentos de los estudiantes. Fueron mejoras dirigidas a promover ambientes para compartir resultados y realizar diferentes tareas para promover diversas formas de comunicación.

Tabla 19

Síntesis oportunidades de mejora de la estrategia didáctica de acuerdo con las debilidades identificadas en el desarrollo del pensamiento crítico y creativo por fase

Debilidad	Fase	Descriptores PC y C	Oportunidad de mejora
1. Falta de progresión en los niveles de abstracción.	3	PC1.1: No hay nivel de abstracción progresista. PC4.2: No se logró evidencia desde el nivel de abstracción en los estudiantes.	Vincular las fases colocando el proyecto de investigación como transversal, es decir, que se haga desde el inicio, sin dejar de lado las otras fases. Orientar la presentación de resultados hacia la justificación de los métodos usados, adoptando la secuencia: breve descripción de la propuesta, necesidad que emerge del problema, alternativas de solución y finalmente los resultados deseados.
2. Desviación del tema central y pérdida del interés.	2	C5.1: Falta de intervención por parte de los estudiantes	Mejorar el diseño de las tareas asociadas a la participación de agentes externos para brindar información sobre el tema y su gestión en el aula, de tal manera que se conviertan en espacios de aprendizaje cautivadores para los estudiantes, cuyo punto de partida sea una prueba diagnóstica empleada con el fin de conocer los intereses de los participantes, además de la articulación de toda la propuesta. Así, los estudiantes comparten lo aprendido, lo que proporciona calidad e interés por el hacer.
	3	PC1.1: Ideas por parte de los estudiantes sobre temas diferentes.	Seleccionar material con información concreta que capte el interés de los estudiantes. Seleccionar preguntas que dirijan la discusión hacia los ejes centrales.

Debilidad	Fase	Descriptorios PC y C	Oportunidad de mejora
3. Tiempo de ejecución insuficiente.	3	PC3.1: Tiempo insuficiente.	Ampliar el tiempo de ejecución de la fase para formular conclusiones de manera más autónoma y con evidencia empírica sobre la problemática en el contexto local que posibilite presentar la información recolectada de manera más concreta.
4. Falta de variedad para comunicar ideas no orales o escritas.	1	C1.1: Falta de variedad para comunicar ideas no orales o escritas por parte de los estudiantes.	Promover el uso de varias formas de expresión, donde realicen productos adicionales al dibujo. Por ejemplo, obras de teatro o títeres, origami, construcción de maquetas, composición de canciones, entre otros.
5. Sin evidencia de descriptorios.	2	C2.1: Ninguna evidencia.	Ajustes de diseño encaminados hacia proponer tareas que requieran productos tangibles y observables, con el fin de ser mejorables.

Desde el marco teórico surgieron algunas características para el diseño e implementación de una estrategia didáctica, centradas en la educación STEAM, situaciones problemáticas reales, habilidades del siglo XXI y la perspectiva histórico-cultural.

La primera característica presente en el desarrollo de una propuesta didáctica fueron los desafíos de la humanidad, enmarcados en un contexto real y cercano a los estudiantes, como la emergencia ecológica y económica ocasionada por los RE (Tytler et al., 2018; UNESCO, 1999; Botero, 2018). Esta característica se anexó en la tabla 19 como una fortaleza, nombrada *presentación de situaciones cercanas al contexto de los estudiantes*. El planteamiento anterior fue relacionado con el nivel de integración STEAM de Yakman (2010), en el cual las disciplinas se interrelacionan a partir de un problema del contexto de los estudiantes, atendiendo reflexivamente la organización curricular.

Dado que una de las cualidades de esta propuesta fue emplear el enfoque STEAM, se tomaron ideas de Nadelson y Seifert (2017), Cano y Ángel (2020), Sanders (2008) y Kennedy y Odell (2014), partiendo de la integración en un contexto específico. Por lo tanto, se trascendió hacia la fusión de contenidos y conceptos de algunas disciplinas, visto desde las fortalezas como *vinculación de saberes previos con los propuestos a dialogar desde el aporte de las disciplinas escolares*. En el caso de Thibaut et al. (2018), acogieron las dos características anteriores y

propusieron un enfoque interdisciplinar que inicia por un problema o cuestión real, y posteriormente se centra en los contenidos y habilidades interdisciplinares. Mientras que Vargas (2006) planteó como necesario diferenciar entre conceptos cotidianos y científicos.

Debido a que las habilidades del siglo XXI que requieren los estudiantes, con el fin de mejorar sus oportunidades en el sistema educativo, en el mundo del trabajo y en la vida (Maggio, 2018; Meller, 2016), son numerosas, se delimitaron al pensamiento crítico y el creativo. Estas habilidades permiten encaminar ciudadanos no solo hacia el ser productivos sino con la capacidad de tomar decisiones y con justicia social (Taylor, 2016).

La siguiente característica se centró en las ideas de MEN et al. (2022), referidas a las experiencias de aprendizaje activo, integró diversas áreas de conocimiento, desarrollando competencias para la vida y conexiones con dinámicas y desafíos del contexto. Esta característica se consideró como el *diálogo permanente entre maestros-investigadores y estudiantes desde roles activos*, apoyados en Solovieva (2019) y D-Vincenzi et al. (2020), quienes hicieron énfasis en la práctica educativa como una visión dialéctica y dinámica del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde se incluyó de forma interactiva los roles de estudiantes y maestros. De esta manera, Botero (2018) propuso las metodologías activas como eje rector de las prácticas educativas. En este punto, con la iniciativa los estudiantes fueron protagonistas de su propio aprendizaje (MEN et al., 2022). Para esta propuesta se sintetizó como *proposición de proyectos de investigación*.

Otra característica, dirigida a trabajar problemáticas ambientales de una forma individual y colectiva (Pascuas et al., 2017), se presentó como fortaleza (*trabajo en equipo, de tal manera que cada estudiante representa un rol rotativo*) y debilidad (*ineficiencia del trabajo en grupo e individual*). Los ajustes a la estrategia didáctica se encaminaron hacia estrategias puntuales que solidifiquen este aspecto colaborativo. En este sentido, se estableció la característica *establecer espacios estratégicos de trabajo individual y grupal, donde el trabajo en equipo permita a cada estudiante representar un rol*.

Por otro lado, Karpov (2005) manifestó que existen dos tipos de instrumentos: psicológicos y físicos, idea que dio paso a la siguiente característica, relacionada con las anteriores: *Presentación de las orientaciones e información brindada desde lo escrito, verbal e icónico*. Son presentadas a los estudiantes y posteriormente dominadas por ellos gracias a la mediación externa, pasando por el proceso de internalización. Así, se presentó la mediación como determinante del desarrollo

mental que fue la forma en que los profesores les presentaron la cultura a los infantes. En este sentido, Solovieva (2019) afirmó que “el desarrollo del estudiante depende en gran medida de la forma de enseñanza y del método elegido por los maestros. En otras palabras, aplicadas al tema de enseñanza-aprendizaje: así como es la enseñanza, será el desarrollo del niño” (p. 18).

Como se explicó anteriormente, esta propuesta didáctica partió de la inmersión en un contexto problemático medioambiental, una pregunta esencial, objetivos de enseñanza y aprendizaje, la vinculación de conocimientos previos, nuevos conocimientos y diferentes asignaturas. Se consideró el carácter de la realización de actividades de exploración y síntesis, contemplado como *proposición de tareas de introducción en el tema y de síntesis*, dentro de las cuales fue necesario atender a la *formulación de preguntas de diferente naturaleza (abiertas e indagatorias)*. También, un producto final o resultado y presentación de los productos, característica contemplada como *promover procesos de socialización nominal y plenario* (Botero, 2018; Sanmartí, 2022).

Hubo dos características emergentes, ya que no fueron catalogadas dentro de las propuestas por los diferentes autores referenciados. Estuvieron dirigidas a la *dirección de los procesos de lo general a lo específico y conversación con especialistas en el tema*. Por el contrario, se recogieron dos características desde el marco teórico que no se ejecutaron, pero fueron seleccionadas para generar ajustes: La primera, actividades de aplicación a nuevas situaciones, es decir, llevar lo que se aprendió a otros contextos, contrastarlo con otras situaciones, etcétera. La segunda, construir nuevos conocimientos de manera significativa, donde se ve como necesario secuenciar los aprendizajes previos y la autorregulación de las dificultades. Se seleccionan los conocimientos más importantes en función de lo que sea indispensable para resolver el problema inicial.

Desde los planteamientos de Sanmartí (2022), surgió la primera debilidad, sujeta a la característica de una unidad didáctica de ir desde lo concreto a lo abstracto. Si bien las actividades de síntesis se presentaron como fortalezas, la manera de estructurar de lo simple a lo complejo nombrada como falta de *progresión en los niveles de abstracción*, se manifestó como una debilidad. Su oportunidad de mejora apuntó hacia vincular las fases colocando el proyecto de investigación como transversal, es decir, que se haga desde el inicio, sin dejar de lado las otras fases, además de orientar la presentación de resultados hacia la justificación de los métodos usados.

Entre otras debilidades y oportunidades de mejora se destacaron cuatro. La primera, *desviación del tema central y pérdida del interés*, se percibió como una debilidad dado que, las respuestas de algunos estudiantes se dirigieron de manera reiterada al consumo de AEE y no a la problemática de la gestión de los RAEE en el posconsumo (ver anexo 2). Además de seleccionar recursos que ayuden a focalizar la temática desde el inicio, se sugiere hacer un uso más efectivo de la encuesta diagnóstica para identificar algunos conocimientos, intereses, necesidades y percepciones de los alumnos (Rodríguez y Ramos, 2008), que posibilite una mejor conexión con la temática de estudio.

La segunda, *tiempo de ejecución insuficiente*, se pensó como una oportunidad de mejora desde la ampliación de este en todas las tareas, sobre todo en la tercera fase, con el fin de que los estudiantes formulen conclusiones de manera más autónoma y con evidencia empírica sobre la problemática en el contexto local, que posibilite la presentación de la información recolectada de manera más concreta.

La tercera, *falta de variedad para comunicar ideas no orales o escritas*, se consideró dentro de los ajustes de diseño a la estrategia didáctica, en pro de la participación de los estudiantes, a través de respuestas a las orientaciones que promuevan el uso de varias formas de expresión. Se sugiere que, como parte de los productos a entregar, se incluyan otras opciones adicionales al dibujo, por ejemplo, obras de teatro, títeres, origami, construcción de maquetas, composición de canciones u otros.

La cuarta, *sin evidencia de descriptores* o evidencia de un cumplimiento débil también se ajustó desde el diseño, se encaminó hacia la proposición de tareas que requieran productos tangibles y observables, con el fin de ser mejorables (descriptor C2.1). También es importante considerar aquellos descriptores con cumplimiento débil en todos los estudiantes a partir de una revisión minuciosa de los enunciados de las tareas, para garantizar que éstas propicien el desarrollo de esos aspectos de los pensamientos crítico y creativo. Asimismo, recuperar los indicadores de análisis y autorregulación que hacen parte de la propuesta de Facione (2007) para el pensamiento crítico, pero que no fueron considerados dentro de la estrategia implementada.

4.4 Discusión con los antecedentes

Al poner en diálogo los resultados hallados con las propuestas de investigación delimitadas en la revisión de literatura (ver apartado 1.2), se encontró que autores como Guevara (2016), en el proyecto de aula incluyeron el cine foro con un video sobre los problemas ambientales por la mala gestión de los residuos electrónicos. Esto le permitió resaltar la importancia de abrir espacios para la reflexión, puesto que logró que los participantes, al darse cuenta del desconocimiento que tenían sobre el daño ambiental por los RAEE, fuesen tomando otro nivel de conciencia ambiental. Una estrategia similar se tomó en consideración en la fase uno del presente proyecto para reconocer los residuos electrónicos como un problema, lo que posibilitó un interés, discusión y reflexiones sobre el tema por parte de los estudiantes (ver anexo 4). Además, fue una estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo (ver apartados 4.1 y 4.2), dado las líneas de discusión y la participación que se logró en esta fase.

Otro factor para resaltar del cine foro propuesto por Guevara (2016) es el trabajo discursivo en torno a la película Wall-E, con la cual logró que los estudiantes identificaran consecuencias que trae descuidar el medio ambiente, como el daño ambiental en el planeta si se hace el mal uso de los artefactos tecnológicos. También logró que los estudiantes identificaran posibles escenarios de contaminación en su comunidad, factor que se tomó en consideración en el proceso de diseño de la estrategia desarrollada en este trabajo. En el sentido de incluir aparatos de esa película en el proceso de discusión inicial, posibilitó el camino para crear sensibilización en los estudiantes frente a la problemática, y desarrollaran estrategias de investigación para profundizar en ella.

De manera similar, Castrillón y Muñoz (2015) en su propuesta construyeron tareas para identificar el impacto ambiental que genera la obsolescencia programada al reflexionar sobre el consumo responsable de dispositivos electrónicos por parte de los estudiantes. Entre las diferentes estrategias que usaron incluyeron el video-foro para promover diálogos, discusiones y consensos orientadas a la identificación del impacto que generan los RAEE en el medio ambiente y a la invitación al consumo responsable. Con este lograron en los estudiantes la apropiación del tema, y que empezaran a configurarse propuestas de acción sociopolítica, e identificaran tendencias a favor y en contra de la obsolescencia programada. En contraste con los resultados obtenidos en la propuesta de cine foro que se planteó desde este trabajo, se encontraron coincidencias en torno a que se identificó apropiación del tema por parte de los participantes, se desarrollaron posturas y se abrieron caminos de acción para el cuidado ambiental.

Estas iniciativas sentaron los precedentes para determinar el cine foro como una estrategia necesaria en las propuestas de concientización ambiental, dado que permitió la delimitación de las características de diseño en la propuesta planteada. Aunque estos autores no tuvieron como eje central el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, sus propuestas se enmarcaron en el trabajo de posturas similares, como el desarrollo de una postura sociocrítica (Castrillón, Muñoz, 2015) que corresponde con habilidades relacionadas al pensamiento crítico, sienta las bases para predecir el desarrollo que se logró en cuanto a los descriptores de esta habilidad.

Otro aspecto para resaltar fue el papel que cumplieron las Matemáticas en estas propuestas. Se destacó que aportaron en proyectos de integración interdisciplinar, desde problemáticas ambientales, a partir principalmente del análisis estadístico. Autores como Camargo (2021) las incluyeron para realizar una revisión de los estudios presentados en el documento “Comportamiento de la recolección de basuras en Bogotá durante el período de transición (primer semestre de 2018)” (p. 104). El trabajo incluyó análisis de datos y gráficos a través de los cuales los estudiantes establecieron comparaciones entre las diferentes cantidades de basura generadas, y reflexiones sobre la forma en ello afecta a sus comunidades.

Esta propuesta fue un insumo para incluir el análisis estadístico dentro de la estrategia didáctica de este proyecto, ya que es un eje para dimensionar la generación de los RAEE y comprender a mayor escala la problemática ambiental que se desprende de ello. Así mismo, se presentó para el desarrollo del pensamiento crítico desde sus descriptores, debido a que brinda herramientas para justificar procedimientos y generar ideas. Lo que representó un insumo y fuente de inspiración para el trabajo de las Matemáticas en estrategias de integración.

Además, aunque no se implementaron procesos de análisis estadísticos, en cierta medida tuvo visibilidad el proceso de análisis de datos en la fase tres, donde los estudiantes construyeron encuestas y entrevistas para entender una problemática de su barrio o comunidad. Ordenar la información les ayuda a identificar ideas y sacar conclusiones, eje central en el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.

Por otra parte, en los trabajos revisados no se evidenciaron estrategias significativas en los pensamientos matemáticos como el numérico, métrico o espacial. Para determinar el potencial de estos en el cumplimiento de objetivo de investigación, se construyeron tareas donde se incluyó la medición de masa y longitudes, la ejecución de operaciones y la identificación de la relación entre

las medidas de objetos. Esta estrategia se situó principalmente en la fase uno, donde se logró potenciar el desarrollo del pensamiento crítico a partir de la descripción y justificación de procedimientos para llegar a resultados y analizar información (ver anexo 4).

En síntesis, de la discusión con los antecedentes se extrajeron propuestas para el diseño como el cine foro, el análisis estadístico y la inclusión de procesos matemáticos desde actividades prácticas, que se presentaron como coincidencias en los resultados positivos en el proceso de implementación. Permitted delimitar múltiples características de diseño e implementación como: *el desarrollo de discusiones generales, presentación de situaciones cercanas al contexto del estudiante y diálogo permanente entre maestros-investigadores y estudiantes.*

5 Consideraciones finales

En este capítulo se presentan las conclusiones que responden a la pregunta de investigación y permiten alcanzar el objetivo: *establecer las características para que una estrategia didáctica con enfoque STEAM, direccionada a residuos electrónicos, aporte al desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en estudiantes de quinto grado de la I. E. La Esperanza en la ciudad de Medellín.* Esta meta se logró delimitando las características de diseño e implementación desde el reconocimiento de fortalezas y debilidades evidenciadas en las respuestas de los estudiantes, al realizar las tareas propuestas para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo (ver anexo 4).

En la estrategia didáctica se tuvieron en cuenta algunas características de diseño e implementación para lograr procesos de integración interdisciplinar desde la educación STEAM. Se determinó, como eje articulador, una problemática ambiental debido a la inadecuada gestión de los RAEE. A la vez, se utilizaron descriptores para reconocer el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, los cuales permitieron identificar su logro. A modo de cierre, se describieron las características que propiciaron resultados positivos mientras que se consideró que otras debían ser ajustadas, lo que permitió establecer características que brindan resultados más favorables que los hallados en esta investigación y determinar criterios para rediseñar la estrategia didáctica.

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores, se puede concluir que al incorporar en el diseño de estrategias didácticas características como: *presentación de situaciones cercanas al contexto de los estudiantes y vinculación de saberes previos*, se generan espacios de discusión,

donde los estudiantes manifiestan sus ideas de manera abierta, brindan reflexiones y creaciones que evidencian el desarrollo paralelo entre el pensamiento crítico y el creativo.

Se precisa desde la propuesta de diseño, incorporar características que guíen el proceso de implementación, de forma que tomen en consideración y permita al docente anteponerse a los posibles escenarios que puedan surgir en el acto educativo. Algunas de ellas son: *diálogo permanente entre maestros-investigadores y estudiantes desde roles activos, variedad para comunicar ideas orales y escritas, y ubicación constante en el tema central y predominio del interés*. Este tipo de características permitieron el desarrollo del pensamiento crítico, ya que los estudiantes volvieron constantemente sobre sus pensamientos con el fin de revalidarlos, mejorarlos o cambiarlos.

Con características abiertas donde el docente organiza y gestiona, pero no controla totalmente las situaciones, surgieron resultados de originalidad y espontaneidad, concernientes al pensamiento creativo, ya que no se limitaron las posibilidades de creación y reflexión de los estudiantes, sino que se posibilitan espacios de autorreflexión para la emergencia de propias y espontáneas. Entre estas se encuentran: *dirección de los procesos desde lo general a lo específico, formulación de preguntas de diferente naturaleza (abiertas e indagatorias), y promover procesos de socialización nominal y plenario*.

Se identifica como relevante tener en consideración características donde se recomienden acciones específicas para incluir en el diseño. En este caso se sugieren: *proposición de proyectos de investigación, conversación con especialistas en el tema, tiempo de ejecución suficiente y tareas de introducción en el tema y de síntesis*. Es importante resaltar que estas brindan resultados para ambos pensamientos, dado que posibilitan espacios de socialización, discusión y construcción de saberes, condiciones que se encontraron potenciales para el pensamiento crítico, y permiten guiar a los estudiantes desde orientaciones espontáneas, lo que fue más potencial para el desarrollo del pensamiento creativo.

Por otra parte, de las dificultades detectadas en el proceso de implementación, surgieron diferentes posibilidades de mejora que permitieron hacer ajustes y proponer nuevas características de diseño e implementación. Entre estas se encuentra el trabajo en equipo, que se presenta como impedimento en los procesos de creación y desarrollo de reflexiones personales, ya que fueron necesarios espacios donde el estudiante volviera sobre sus propios pensamientos sin la ayuda o

guía de alguien más, con el fin de lograr percepciones y construcciones personales sobre los diferentes temas de discusión, principalmente los relacionados a la necesidad de producir menos RAEE. Al proponer solo espacios de trabajo grupal se limita esta posibilidad, por lo que, para obtener mejores resultados se ajusta esta propuesta a *establecer espacios estratégicos de trabajo individual y grupal, donde el trabajo en equipo permita que cada estudiante represente un rol.*

Asimismo, se propuso ajustar el tiempo de forma considerable, ya que en espacios donde se pretenda establecer diálogos constantes y sea importante que se dé cabida a la creación emergente y espontánea, el despliegue requiere más tiempo del que, en ocasiones, se estima. Por último, se identificó como productiva el planteamiento de proyectos para la creación y apropiación de ideas, pero se considera que pudo ser de mayor provecho, por lo que se ajustó como eje transversal a toda la propuesta y no solo como una fase de ella.

De modo general, se concluye que las características para el desarrollo de una estrategia didáctica con enfoque STEAM son:

- Presentación de situaciones cercanas al contexto de los estudiantes.
- Vinculación de saberes previos con los propuestos a dialogar desde el aporte de las disciplinas escolares.
- Diálogo permanente entre maestros-investigadores y estudiantes desde roles activos.
- Proposición de proyectos de investigación.
- Establecer espacios estratégicos de trabajo individual y grupal, donde el trabajo en equipo permita a cada estudiante representar un rol.
- Presentación de las orientaciones e información brindada desde lo escrito, verbal e icónico.
- Proposición de tareas de introducción en el tema y de síntesis.
- Formulación de preguntas de diferente naturaleza (abiertas e indagatorias).
- Promover procesos de socialización nominal y plenario.
- Dirección de los procesos desde lo general a lo específico.
- Conversación con especialistas en el tema.
- Progresión en los niveles de abstracción.
- Ubicación constante en el tema central y predominio del interés.
- Flexibilidad en el tiempo de ejecución.
- Variedad para comunicar ideas orales y escritas, posibilitando la libre y cómoda expresión.

- Evidencia total de los descriptores

Por último, se resalta el papel de las Matemáticas en el diseño y desarrollo de la propuesta. En este caso, no aparece como una disciplina aislada o predominante sobre las demás, sino como parte de un todo integrado que se desarrolla y emerge con carácter de elemento fundamental para la solución de problemas reales. Los momentos que llevaron a los estudiantes a incluir las Matemáticas para comprender el fenómeno y justificar sus argumentos, permitieron que reconocieran la disciplina de manera emergente y necesaria para lograr sus tareas, en este caso, comprender un fenómeno o justificar un argumento. Esto los llevó a participar y preguntar por procesos o conceptos matemáticos que se les dificultaban o desconocían.

En este sentido, se trabajaron conceptos nuevos como capacidad, área, volumen, masa y peso, también se fortalecieron procesos relacionados con las operaciones matemáticas, como división y multiplicación. Además, el pensamiento crítico y creativo, como habilidades transversales a las disciplinas STEAM, se desarrollan a partir de los procesos que se deben ejecutar desde cada una de las áreas. En el caso de las Matemáticas, no solo favoreció la planificación de estrategias para hallar el área, capacidad y volumen, sino también la comprensión y aplicabilidad de estos, que surgió por la necesidad de usar y comprender los conceptos desde una situación contextual. El aporte de las Matemáticas se evidenció con mayor potencial el descriptor de justificación de resultados, puesto que contribuyó a que los estudiantes dimensionaran, comprendieran y posteriormente explicaran la situación propuesta.

5.1 Reflexiones sobre la práctica

En el marco de la práctica pedagógica se reconocieron algunas dificultades educativas que trascienden los problemas que afronta la Educación Matemática como campo aislado, para examinar las coyunturas educativas a nivel mundial, donde se reconoce que las estrategias y el trabajo por disciplinas se ha vuelto insuficiente para formar estudiantes. Particularmente, la enseñanza enfocada en contenidos disciplinares se presenta como descontextualizada y sin sentido. Esta crisis permite comprender que no basta con formar ciudadanos matemáticamente

competentes, es necesario pensar en otras posibilidades de enseñanza que correspondan a lo que necesitan los estudiantes hoy.

En este sentido, cuestionar la efectividad de las prácticas educativas actuales lleva a explorar dinámicas que emerjan con la finalidad de superar estos problemas y atender las nuevas demandas formativas. Bajo este panorama, la interdisciplinariedad aparece como una de las múltiples posibilidades educativas para formar en contextos, en la construcción entre pares, en el desarrollo de habilidades y de valores. Pero principalmente, reconoce la necesidad del diálogo de saberes para reflexionar y entender problemáticas reales dotando así de sentido cada uno de los conocimientos que emergen de los diferentes saberes escolares.

Del mismo modo, el diálogo entre disciplinas convoca a los docentes a pensar en las clases de Matemáticas como algo más que un espacio de socialización de saberes específicos es reconocerlas como un lugar para formar seres humanos integrales; sujetos críticos y creativos. De esta manera, ser docentes de Matemáticas implica reconocerse con un papel de agente que forma para la vida, piensa en las necesidades de los estudiantes y direcciona sus procesos en el aula para suplirlas.

5.2 Aportes a la práctica educativa y a la investigación en Educación Matemática

El cambio de un currículo disciplinar, basado en contenidos, a uno interdisciplinar, basado en competencias y habilidades, llevado a cabo por múltiples instituciones educativas de Colombia, ha representado un reto en las prácticas docentes. Generar este tipo de transformaciones no es sencillo, requiere revolucionar el esquema tradicional y salir de la zona de confort en la que se han encontrado algunos docentes por varios años. Implica emprender un camino hacia lo desconocido, por senderos en proceso de construcción. Por ello, desde esta propuesta investigativa, se piensa en características que ayuden a docentes a desarrollar sus estrategias de aula, en pro de los modelos educativos que surgen para responder a las nuevas demandas sociales, políticas, culturales y económicas.

Las características delimitadas se dan bajo unas condiciones particulares, con el objetivo de brindar herramientas teóricas en los procesos de diseño en la Institución Educativa la Esperanza, dado que en el momento del desarrollo de esta propuesta se encontraba en proceso de cambio

curricular y en búsqueda de nuevas estrategias de aula que hicieran efectiva esa nueva promesa educativa. No obstante, las características de diseño e implementación delimitadas no solo son un insumo para la institución educativa, sino para todos aquellos docentes que, bajo circunstancias semejantes, requieran desarrollar prácticas de aula para una formación interdisciplinaria. Representan un punto de partida para modificarlas y adaptarlas a circunstancias parecidas, de forma que otros docentes en contextos similares puedan hacer uso de ellas.

Asimismo, desde este proyecto investigativo se invita a pensar en el proceso de diseño en correlación con su implementación. En esta interacción se reconoce que, al implementar un diseño, los resultados no siempre son los esperados, pero de estas contrariedades surgen nuevas oportunidades para mejorar continuamente la práctica educativa.

Por otra parte, este trabajo, pensado por docentes de Matemáticas en formación, brinda un panorama diferente sobre la Educación Matemática, ya que ayuda a desligarse del marco tradicional de la educación por contenidos y disciplinas, donde se busca principalmente potenciar la apropiación de conceptos matemáticos, para posicionarse bajo un modelo integral donde las Matemáticas representan un papel importante en la solución de problemas reales y desarrollo de habilidades. Las Matemáticas no se conciben simplemente como una herramienta para realizar cálculos, sino como un proceso que emerge de forma necesaria y conjunta con las demás áreas al momento de tratar problemas del contexto real.

5.3 Limitaciones del estudio

Durante el desarrollo de la propuesta se presentaron dificultades metodológicas para dar respuesta a la pregunta de investigación. Entre ellas se resaltan las siguientes:

- El marco teórico y el diseño e implementación de la estrategia de aula se realizaron en paralelo debido al tiempo con el que se disponía, por lo que algunos elementos que hubieran servido para el diseño se quedaron por fuera; no obstante, esto se considera en los ajustes.
- Para el desarrollo del pensamiento crítico se excluyeron algunas subcategorías de las propuestas por Facione (2007), debido que, en compañía del pensamiento creativo, los descriptores para el diseño, implementación y análisis se hacían extensos en relación con el tiempo con el que se contaba. Además, en la institución no se habían desarrollado

propuestas con el objetivo de trabajar estos pensamientos, por lo que llegar a categorías de mayor abstracción como la autorregulación requiere un proceso más extenso, que se puede lograr si se siguen implementando estrategias que potencien el desarrollo de estas habilidades.

- Al trabajar con estudiantes de grado quinto en la segunda mitad del año escolar en una institución que tiene separadas la sede de bachillerato de las de primaria, no se contó con la posibilidad de ampliar los tiempos de ejecución de la propuesta cuando fue necesario y no se pudo aplicar una entrevista u otro instrumento de recolección de información cuando se consideró importante obtener otros datos para complementar el análisis de los descriptores, una vez finalizada la implementación.
- En el proceso de recolección de datos era pertinente grabar todas las sesiones de clase, ya que se desarrollaron múltiples espacios de discusión y socialización verbal que no se registraron, por lo que no entraron en el proceso de análisis de la información. Eran potenciales para el reconocimiento de los descriptores del pensamiento crítico y creativo.

5.4 Recomendaciones y perspectivas futuras de investigación

La propuesta presentada abre el panorama para pensar en los procesos de implementación de aula que permitan el trabajo desde la interdisciplinariedad, en particular desde el enfoque STEAM, más cuando las demandas educativas actuales exigen estos cambios. En pro de continuar con la línea de investigación se tejen caminos en torno a la indagación de características de diseño que logren incluir todas las categorías del pensamiento crítico o que posibiliten en desarrollo de otras habilidades que se presentan hoy como fundamentales para la formación de los futuros ciudadanos.

Se propone desarrollar propuestas de investigación que se enmarquen en el campo interdisciplinar de forma que se piense en las Matemáticas como algo más que un compendio de conceptos y procedimientos difíciles y abstractos para que se enmarque en su utilidad para la vida. También se abre un camino amplio a recorrer en torno a la inclusión de forma más representativa de otras áreas STEAM como la tecnología. En este sentido, pueden surgir preguntas como:

- ¿Qué características de diseño e implementación se requieren para lograr en los estudiantes niveles de abstracciones que permitan evidenciar la autorregulación, como la categoría del pensamiento crítico, desde una estrategia STEAM enfocada en temas ambientales?
- ¿De qué manera aporta cada una de las disciplinas STEAM al desarrollo del pensamiento crítico y creativo desde las características establecidas en esta propuesta de investigación?
- ¿Cómo se fortalece la argumentación en los estudiantes a partir de una estrategia didáctica STEAM enfocada en la pérdida de la biodiversidad?

5 Referencias

- ACS Recycling. (2020). *Basura electrónica, origen y peligro*. ACS Recycling. [https://acsrecycling.es/basura-electronica/#%C2%BFDe donde viene la basura electronica](https://acsrecycling.es/basura-electronica/#%C2%BFDe%20donde%20viene%20la%20basura%20electronica)
- Agudelo, A. (2019). Integración Curricular para el Proyecto de Educación Ambiental de la Institución Educativa San Miguel. [Tesis de Especialización en Educación Ambiental, Fundación Universitaria los Libertadores]. Fundación Universitaria los Libertadores. <http://hdl.handle.net/11371/2590>
- Aguerrondo, I. (2009). Conocimiento complejo y competencias educativas. IBE. *Documentos de trabajo sobre problemas curriculares* N.º, 8. Unesco. https://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Working_Papers/knowledge_compert_ibewpci_8.pdf
- Alvarez, P. A. (2018). Ética e investigación. *Boletín Redipe*, 7(2), 122-149. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/434>
- Bakker, A. (2018). What is design research in education?. In *Design research in education* (pp. 3-22). Routledge. <https://www.routledge.com/Design-Research-in-Education-A-Practical-Guide-for-Early-Career-Researchers/Bakker/p/book/9781138574489>
- Barra, N. F. (2019). ¿Qué es la Educación STEM/STEAM y porqué es importante? La República Steam. <https://medium.com/la-repblica-steam/qu%C3%A9-es-la-educaci%C3%B3n-stem-steam-y-porqu%C3%A9-es-importante-c9a086898738>
- Betancur V. L. y Franco, M. D. (2011). Transversalizar el tema de residuos sólidos en el currículo escolar: una propuesta para afrontar las problemáticas ambientales en la vereda Caunzal. [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia]. *Repositorio Institucional Universidad de Antioquia*. <https://hdl.handle.net/10495/22412>
- Botero, J. (2018). Educación STEM: introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. *STEM Educación Colombia*. <https://www.stemeducol.com/libro>
- Bridat, A. M., Rosa, M. A., Burgos, B. A., Arán, L. R., y Cruz, C. E. Impacto de los residuos tecnológicos a la salud y el medio ambiente. *Multidisciplinas de la Ingeniería*, (10), 36-45. <https://multidisciplinasdelaingenieria.com/A%C3%B1o%20VI.%20No%2010/PDF/Art-04%2036-45.pdf>
- Cáceres, N. M., & Sapuyes, N. B. (2019). La educación STEM/STEAM como alternativa para las reformas educativas: una aproximación a su estado del arte desde la perspectiva filosófica. In *Educación STEM/STEAM:: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres*

-
- críticos* (pp. 13-26). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8093332>
- Cano Vásquez, L. M., y Ángel Uribe, I. C. (2020). Medellín Territorio STEM+ H: un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6205>
- Cárdenas Martínez, L. D., (2019). La creatividad y la educación en el siglo XXI. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 12(2), 211-224. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561068684008>
- Castrillón, M. C. y Muñoz, C. C. (2015). La obsolescencia programada: ¿el fin de una crisis económica o el inicio de una problemática ambiental? reflexiones que incentivan la formación sociopolítica de los estudiantes. [Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia]. *Repositorio Universidad de Antioquia*. <https://hdl.handle.net/10495/28136>
- Colom, A. J., Castillejo, J. L., Pérez a, P. M., Sarramona J., López, J. S., y Touriñán J. M. (2012). Creatividad, educación e innovación: emprender la tarea de ser autor y no sólo actor de sus propios proyectos. *Revista de investigación en educación*, 10(1), 7-29. <https://revistas.uvigo.es/index.php/reined/article/view/1906>
- Colom, R. (2012). Inteligencia y creatividad. En *Creatividad y neurociencia cognitiva. International Marketing & Communication*, 37-43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3885123>
- CONPES, D. (2018). Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Documento CONPES, 3918, 1-73. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-inquiry-and-research-design/book246896>
- Cuervo B. M. y Gutiérrez R. A., (2016). La ecología como práctica educativa interdisciplinar entre Educación física y tecnología. *Praxis Pedagógica*, 16(18), 91-99. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.16.18.2016.91-99>
- Da Silva Z. M., Vaz A. C. N., Nüernberg A.C., Linartevis, M. A., Pereira, W. L. y Krelling, L. M. (2021). Ações da educação ambiental: reflexões e práticas na escola. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, 8(1), 30-54. <https://doi.org/10.20396/tsc.v8i1.15336>
- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., ... & Nanzhao, Z. (1997). *La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional*

-
- sobre la Educación para el Siglo Veintiuno. unesco. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Díaz Barriga, F., (2001). Habilidades de pensamiento crítico sobre contenidos históricos en alumnos de bachillerato. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6(13), 1-19. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14001308.pdf>
- DNP. (2019). *La Agenda 2030 en Colombia*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://ods.dnp.gov.co/>
- Donalo (2018). Economía circular y RSE caminan de la mano. Donalo, *Reciclar si, pero mejor Reutilizar*. <https://blog.donalo.org/2018/06/20/economia-circular-y-rse-caminan-de-la-mano/>
- Drake, R. (2021). *Última hora ambiental*. NATURALEZA aprendizaje ambiental activo. <https://www.naturalizaeducacion.org/2021/12/01/educacion-ambiental-para-reducir-nuestra-basura-electronica/>
- Espinosa Escobar N. (2020). Las baterías como residuos tecnológicos contaminantes: Un reto de la educación ambiental. *Espiral, Revista de Docencia e Investigación*, 9(1):71-5. <http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/ESPIRAL/article/view/2442>
- Estrada, R. F. (2010). La enseñanza de la física y las matemáticas: un enfoque hacia la educación ambiental. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(4), 435-440. https://www.researchgate.net/publication/46254163_La_ensenanza_de_la_fisica_y_las_matematicas_un_enfoque_hacia_la_educacion_ambiental
- Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante? *Insight assessment*, 22, 23-56. <https://www.insightassessment.com/article/pensamiento-critico-que-es-y-por-que-es-importante?lang=es>
- García Jiménez, E., Gil Flores, J., & Rodríguez Gómez, G. (1994). Análisis de datos cualitativos en la investigación sobre la diferenciación educativa. *Revista de Investigación educativa*, 23, 179-213. <https://hdl.handle.net/11441/77867>
- Graham, A., Powell, M., Taylor, N., Anderson, D. y Fitzgerald, R. (2013). Investigación ética con niños. *Centro de Investigaciones de UNICEF - Innocenti*. https://www.observatoriodelainfancia.es/oia/esp/documentos_ficha.aspx?id=7385
- Guerrero Bejarano, M. A. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Guevara, L. (2016). Posibilidades y potencialidades para disminuir el deterioro ambiental que producen los dispositivos tecnológicos (televisión, computador, celulares, DVD) en la

-
- Institución Educativa Primavera [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Manizales]. IR-UCM. <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/155>
- Gutiérrez, M. (2011). “Método” de investigación etnográfica: observación participante. *Cátedra de Investigación Científica del Centro de Investigación en Política Criminal*. 127. <https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2019/05/m%C3%A9todo-de-observaci%C3%B3n-etnogr%C3%A1fica-observaci%C3%B3n-participante.pdf>
- Helvacı, S. C., & Helvacı, I. (2019). An Interdisciplinary Environmental Education Approach: Determining the Effects of E-STEM Activity on Environmental Awareness. *Universal Journal of Educational Research*, 7(2), 337-346. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1204636>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación*, 4, 310-386. México: McGraw-Hill Interamericana. <http://hdl.handle.net/20.500.12799/4264>
- Humberstone, J. (2017). Buenas prácticas para el destino final de los residuos electrónicos. *Realidad y Reflexión*, 17(45), p. 77-92. <http://hdl.handle.net/10972/3185>
- I. E. La Esperanza (2022). Ciencias naturales, Matemáticas, Tecnología y Emprendimiento. Institución Educativa La Esperanza. <https://www.ielaesperanza5.edu.co/index2.php?id=3821&idmenutipo=664>
- Karpov, Y. V. (2005). *The neo-Vygotskian approach to child development*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/neovygotskian-approach-to-child-development/689200D25144E7D415A0ADE3FF93FB6D>
- Kennedy, T. J, y Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258. <http://www.icasonline.net/sei/september2014/p1.pdf>
- Maggio, M. (2018). XII congreso latinoamericano de educación: habilidades del siglo XXI, camino hacia el futuro. *Santillano*. <https://fundacionsantillana.com/historico/habilidades-para-el-siglo-xxi-cuando-el-futuro-es-hoy/>
- Magro, C. (2017). *21 habilidades: Veintiuno: ¿qué te gustaría aprender en el colegio?*. Santillana Global, SL. https://books.google.com.co/books/about/21_habilidades.html?id=V3jXuQEACAAJ&redir_esc=y
- Meller, P. (2016). *Una introducción a las habilidades escolares para el siglo 21 (1 Ed.)*. Cieplan. Santiago. https://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/02/Una_introduccion_a_las_habilidades_escolares_del_siglo_21.pdf

-
- Minambiente (s.f.). *Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/>
- MEN, OEI y Parque Explora. (2022). Visión STEM+: Educación expandida para la vida. MEN. <https://colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/principios-orientadores-y-competencias-que-promueve-stem#:~:text=En%20enfoco%20STEM%2B%20busca%20que,la%20responsabilidad%20de%20sus%20acciones.>
- Molina, M., Castro, E., Molina, J., y Castro, E. (2011). «Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(1), 75-88, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/243824>
- Monroy, M. (1998). El pensamiento didáctico del profesor: Un estudio con profesores de ciencias histórico-sociales del Colegio de Bachilleres y del Colegio de Ciencias y Humanidades. [tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. *Repositorios de tesis DGBSDI*. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000167191
- Montealegre, R., (2005). La actividad humana en la psicología histórico-cultural. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 23, 33-42. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=79902304>
- Montoya, J. I., (2007). Primer avance de investigación. Acercamiento al desarrollo del pensamiento crítico, un reto para la educación actual. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (21). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220390001>
- Moore, T., Johnson, C., Peters-Burton, E., y Guzey, S. (2015). The need for a STEM road map. En Johnson CC, Peters-Burton EE, Moore TJ (Eds.). *STEM road map: a framework for integrated STEM education*. 3-12. *Routledge*. https://www.researchgate.net/publication/348925120_The_Need_for_a_STEM_Road_Map
- Morales Zúñiga, L. C. (2014). El pensamiento crítico en la teoría educativa contemporánea. *Actualidades investigativas en educación*, 14(2), 591-615. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44731371022>
- Morales, R. F. (2021). ¿Y tú qué desechas?: Una discusión de aspectos medioambientales en la clase de matemáticas. *Revista Educación y Ciudad*, (40), 99-111. <https://revistas.idep.edu.co/index.php/educacion-y-ciudad/article/view/2459>
- Mori, K. (2020). El reto educativo del siglo XXI: el enfoque STEAM en la Cuarta Revolución Industrial. *Futuro Hoy*, 1(1), 19-21. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4299184>

-
- Nadelson L. S. & Seifert A. L. (2017) Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Obando, G., Arboleda, L. C., y Vasco, C. E., (2014). Filosofía, matemáticas y educación: una perspectiva histórico-cultural en educación matemática. *Revista Científica*, 3(20), 72-90.
- Ojeda de López, J., Quintero, J., y Machado, I. (2007). La ética en la investigación. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 9(2), 345-357. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99318750010>
- Orrú, S. E. (2012). Bases conceptuales del enfoque histórico-cultural para la comprensión del lenguaje. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 38(2), 337-353. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052012000200021>
- Pascuas, Y. S., Garcia, B., y Chico, D. C. (2017). Un enfoque crítico que subyace tras la problemática ambiental generada por los residuos electrónicos. *Amazonia Investiga*, 6(10), 201-205. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/736>
- Patiño Garzón, L. (2007). Aportes del enfoque histórico cultural para la enseñanza. *Educación y educadores*, 10(1), 53-60. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/676>
- Paul, R., y Elder, L. (2005). Estándares de competencia para el pensamiento crítico. Estándares, Principios, Desempeño, Indicadores y Resultados. *Con una Rubrica maestra en el pensamiento crítico*, 20(3). <https://www.calameo.com/books/00257945237629dd3b327>
- Pereira, M. T. (2020). Aplicação da metodologia STEAM no ensino e aprendizagem de química e gestão ambiental. *Processos de organicidade e integração da educação brasileira*, 5, 24-37. <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/aplicacao-da-metodologia-steam-no-ensino-e-aprendizagem-de-quimica-e-gestao-ambiental>
- Pérez, Y., y Ramírez, R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos: Fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista de investigación*, 35(73), 169-194. : <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140388008>
- Piñeiro, J. L., Pinto, E., y Díaz-Levicoy, D. (2015). ¿ Qué es la Resolución de Problemas?. *Boletín REDIPE*, 4(2), 6-14. <http://funes.uniandes.edu.co/6495/>
- Plaza, J., Uriguen, P., & Bejarano, H. (2017). Validez y confiabilidad en la investigación cualitativa. *Revista Arjé*, 11(21), 344-349. <https://es.scribd.com/document/374991697/Validez-y-Confiabilidad-de-La-Investigacion-Cualitativa>

-
- Poggioli, L. (1999). Enseñando a aprender. *Módulo la metacognición. Fundación Polar*, 32. <https://bibliofep.fundacionempresaspolarg.org/publicaciones/manuales/ense%C3%B1ando-a-aprender/>
- Polya, G., y Zugazagoitia, J. (1965). Cómo plantear y resolver problemas [título original: How To Solve It?]. México: Trillas. 215 págs. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 3(8), 419-420. <https://www.redalyc.org/pdf/4576/457644946012.pdf>
- Quintana Peña, A. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa. En Quintana Peña, A. y Montgomery, W. (Eds.) *Psicología tópicos de actualidad*, 65-73. Lima: UNMSM. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2724>
- Quiñones, L. (2019, 17 abril). Los desechos electrónicos, una oportunidad de oro para el trabajo decente. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2019/04/1455621>
- Radford, L. (2006). Semiótica y educación matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, 1(1), 7-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33509902>
- Rinaudo, M. C., y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (22). <https://revistas.um.es/red/article/view/111631>
- Rincón, D. (2017, diciembre 18). ¿Qué es la basura electrónica y cuáles son sus riesgos para la salud?. *Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/salud/que-es-la-basura-electronica-y-cuales-son-sus-riesgos-para-la-salud-162986>
- Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., y García Jiménez, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. *Editorial Aljibe*. https://cesaraguilar.weebly.com/uploads/2/7/7/5/2775690/rodriguez_gil_01.pdf
- Rodríguez Sabiote, C., Lorenzo Quiles, O., y Herrera Torres, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 15(2), 133-154. <https://www.redalyc.org/pdf/654/65415209.pdf>
- Rodríguez, A. E., y Ramos, M. I. C. (2008). Educación Ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(2), 1-11. <https://doi.org/10.35362/rie4622009>
- Rodriguez, J. R. (2003). Paradigmas, enfoques y métodos en la investigación educativa. *Investigación educativa*, 7(12), 23-40. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/8177>

-
- Sánchez Martínez, M. C. (2019). Utilización de las tabletas digitales en la Educación Primaria. [Tesis de doctorado, UVIGO]. *Repositorio institucional da UVIGO*. <http://hdl.handle.net/11093/1369>
- Sánchez, M. J., Fernández, M., y Díaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista científica UISRAEL*, 8(1), 107-121. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>
- Sanders, M. E. (2008). Stem, stem education, stemmania. <http://hdl.handle.net/10919/51616>
- Sandoval Casilimas, C. A. (1996). Investigación cualitativa. <https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/manual%20colombia%20cualitativo.pdf>
- Sanmartí, N. (2022, 03 de setiembre). ¿Qué tener en cuenta al diseñar y aplicar proyectos STEM? [video]. *Youtube*. https://www.youtube.com/watch?v=wGMgXb45j8I&ab_channel=NovelesSTEAM
- Santaella, M. (2006). La evaluación de la creatividad. *SAPIENS*, 7(2), 89-106. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1317-58152006000200007
- Silva, U. (2010). *Los residuos electrónicos (RE) en la Sociedad de la Información en Latinoamérica*. En Cyranek, G. y Silva, U. (Eds.), *Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe*. 19-39. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190020>
- Solórzano, F. y García, A. (2016). Fundamentos del aprendizaje en red desde el conectivismo y la teoría de la actividad. *Revista Cubana de Educación Superior*, 35(3), 98-112. <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/3488>
- StEP, I. (2014). Solving the E-waste Problem. <https://www.step-initiative.org>
- Summo, V., Voisin, S., y Téllez-Méndez, B.A. (2016). Creatividad: eje de la educación del siglo XXI. *Revista Iberoamericana De Educación Superior*, 7(18), 83-98. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2016.18.177>
- Syahmani, S., Hafizah, E., Sauqina, S., Adnan, M. B., & Ibrahim, M. H. (2021). STEAM approach to improve environmental education innovation and literacy in waste management: Bibliometric research. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 3(2), 130-141. <http://journals.ums.ac.id/index.php/ijolae>
- Talizina, N., Solovieva, Y., y Quintanar, L. (2010). La aproximación de la actividad en psicología y su relación con el enfoque histórico-cultural de LS Vigotsky. *Novedades educativas*, 230, 4-8. http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/neuropsicologia/resources/LocalContent/108/1/Actividad_psic.pdf

-
- Taylor, P. C. (2016). *Why is a STEAM curriculum perspective crucial to the 21st century?* Research Conference 2016 - Improving STEM Learning: What will it take? https://research.acer.edu.au/research_conference/RC2016/9august/6
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Depaepe, F. et al. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Torres L. B., Mesina C. N., Salamanca S. B., y Sepúlveda S. C. (2016). Efectos de la enseñanza interdisciplinaria en la educación ambiental sobre los conocimientos, valores y actitudes ambientales de estudiantes de segundo ciclo básico. *Revista Complutense de Educación*, 27(3), 1139-1155. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/47551/48827>
- Torres, M., Salazar, F. G. y Paz, K. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación. *Repositorio UDGVirtual*, 3, 1-21. <http://148.202.167.116:8080/jspui/handle/123456789/2817>
- Tytler, R., Symington, D., Williams, G., & White, P. (2018). Enlivening stem education through school-community partnerships. *Stem education in the junior secondary: The state of play*, 249-272. <https://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30105104>
- Valero-Matas, J. A., Valero-Oteo, I., Coca, J. R., & Laurencio Leyva, A. (2016). Creatividad y educación para el siglo XXI desde una perspectiva sociológica. *RIPS. Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*, 15(2), 201-222. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=38049062010>
- Vygotsky, L. S. (1987). *The collected works of LS Vygotsky: Problems of the theory and history of psychology* (Vol. 3). Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4613-1655-8>
- Vygotsky, L. S., Cole, M., & Luria, A. R. (1996). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: crítica. http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Vygotsky_Unidad_1.pdf
- Wallas, J. P. y Rossman, J. (2014). Las fases y procesos del pensamiento creativo. WEEE Forum. (2022). Día Internacional de los Residuos Electrónicos. Foro RAEE. <https://weee-forum.org/>
- Yakman, G. (2008). *STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education

Yakman, G. (2010). What is the point of STE@ M?—A Brief Overview. *Steam. STEAM Education*, 7.

https://www.academia.edu/8113832/What_is_the_Point_of_STEAM_A_Brief_Overview_of_STEAM_Education

Yakman, G., y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., & Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, (41). <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

6 Anexos

Anexo 1. Entrevista para los docentes

Entrevista para docentes

Día: 07/08/2022 **Hora:** 10:45

Lugar: I. E. La

Esperanza, sede San Martín
Entrevistado/cargo: Docente a cargo del grupo quinto

Tema: Interdisciplinariedad y problemas ambientales

Pregunta 1 ¿Qué propuestas sobre educación ambiental se han implementado en la sede?, ¿Se ha tenido en cuenta el papel de los residuos sólidos?, ¿Se ha tenido en cuenta el papel de los residuos electrónicos?, ¿de qué manera?

Apuntes

- Se recoge durante toda la semana el material reciclado, principalmente hojas de papel y se entrega los jueves a una familia de la comunidad que se dedica al reciclaje.
- Se recogen las tapas plásticas y las botellas para hacer manualidades, como macetas o recipientes para guardar cosas.
- Se siembra.
- Los residuos electrónicos no representan una prioridad en la institución, no hay iniciativas al respecto.

Pregunta 2 En los documentos oficiales de la institución se considera que los proyectos ambientales son un eje potencial de integración, ¿está de acuerdo con esta postura?, ¿cómo se podría ver reflejado esto en la práctica?

Apuntes

- Está de acuerdo, cada nodo genera un proyecto por año, entre los diversos proyectos se han realizado algunos de educación ambiental. También se trabaja desde la clase de emprendimiento y en los días celebres.

Pregunta 3 Los planes de área proponen trabajar por nodos, desde su rol en la institución ¿qué dificultades y potencialidades ha tenido o ha percibido al implementar esta propuesta?

Apuntes

- Dificultades: se presentan problemas para planear por nodos, dado que es muy difícil reunir a todos los profesores para ordenar los procesos. Hay algunos que no se motivan o no muestran interés por lo que el proceso se entorpece y se termina trabajando de forma individual.

Pregunta 4 Teniendo en cuenta lo anterior, ¿Qué dificultades y potencialidades encuentra en una propuesta de integración interdisciplinaria enfocada en la resolución de problemas ambientales para la clase de matemáticas?

Apuntes

- El horario está dividido por disciplinas y al momento de evaluar los procesos también se debe hacer por disciplina.
- Potencialidades: Se reduce el trabajo y se brinda una formación más acorde a los estudiantes.

Pregunta 4 Teniendo en cuenta lo anterior, ¿Qué dificultades y potencialidades encuentra en una propuesta de integración interdisciplinaria enfocada en la resolución de problemas ambientales para la clase de matemáticas?

Apuntes

- No ve ninguna dificultad ya que desde ese tipo de propuesta se puede trabajar la medida, las proporciones, las cantidades, la estadística. Le parece una propuesta muy potencial.

- Pregunta 5** ¿Qué elementos del pensamiento matemático es necesario reforzar o desarrollar en sus estudiantes?, ¿Qué habilidades considera que es necesario potenciar en sus estudiantes?
- Apuntes**
- Con los estudiantes se debe trabajar la pereza, se deben motivar más, ya que en ocasiones no realizan los procesos porque no tiene interés ni motivación.
 - Trabajar sobre los hábitos de estudio.
 - Hay que reforzarlos las operaciones básicas

Entrevista para docentes

Día: 07/08/2022 **Hora:** 12:00

Lugar: I. E. La Esperanza, sede Comuneros **Entrevistado/cargo:** Docente a cargo del grupo segundo

Tema: Interdisciplinariedad y problemas ambientales

Pregunta 1 ¿Qué propuestas sobre educación ambiental se han implementado en la sede?, ¿Se ha tenido en cuenta el papel de los residuos sólidos?, ¿Se ha tenido en cuenta el papel de los residuos electrónicos?, ¿de qué manera?

Apuntes

- Se recoge durante toda la semana el material reciclado, principalmente hojas de papel y se entrega los días a una familia de la comunidad que se dedica al reciclaje.
- Se recogen las tapas plásticas y las botellas para hacer manualidades, como macetas o recipientes para guardar cosas.
- Se siembra y se celebran los días especiales como día del árbol y día del agua a partir de un acto cívico donde se proponen diversas actividades.
- Hay un niño o niña por grado que se encarga de gestionar el cuidado del medio ambiente institucional, se les denomina protectores del medio ambiente.
- Los residuos electrónicos no representan una prioridad en la institución, no hay iniciativas al respecto.

Pregunta 2 En los documentos oficiales de la institución se considera que los proyectos ambientales son un eje potencial de integración, ¿está de acuerdo con esta postura?, ¿cómo se podría ver reflejado esto en la práctica?

Apuntes

- Sí está de acuerdo, se van introduciendo temas ambientales en las diferentes clases, por ejemplo, se habla de la suma y resta desde el cuidado de recursos naturales.

Pregunta 3 Los planes de área proponen trabajar por nodos, ¿qué dificultades y potencialidades ha tenido o ha percibido al implementar esta propuesta?

- Dificultades: No se trabajan los contenidos disciplinares desde cada nodo, se va articulando de forma espontánea los temas de otras áreas cuando surge la oportunidad dentro del aula de clase.

Apuntes No hay un trabajo constante del nodo. No hay una adecuada capacitación, por lo que no se cuenta con las herramientas conceptuales para llevar a cabo la propuesta a la práctica.
- Potencialidades: Se potencia el trabajo colaborativo y la solución de problemas reales, habilidades que le sirven mucho a los estudiantes.

Pregunta 4 Teniendo en cuenta lo anterior, ¿Qué dificultades y potencialidades encuentra en una propuesta de integración interdisciplinaria enfocada en la resolución de problemas ambientales para la clase de matemáticas?

Apuntes - Dificultades: el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes que surjan directamente de la propuesta, no que sean implementadas en ella.
- Potencialidades: trabajo integral y solución de problemas reales.

Pregunta 5 ¿Qué elementos del pensamiento matemático es necesario reforzar o desarrollar en sus estudiantes?, ¿Qué habilidades considera que es necesario potenciar en sus estudiantes?

Apuntes - Es necesario reforzar la suma y la resta. apenas están en el proceso de aprender a multiplicar.

Anexo 2. Encuesta diagnóstica para los estudiantes

ENCUESTA DIAGNÓSTICA PARA LOS ESTUDIANTES DE QUINTO GRADO DE LA I. E.
LA ESPERANZA

1. ¿Cuál es la materia que más te gusta?, ¿por qué?

2. ¿Qué materia disfrutas menos?, ¿por qué?

3. ¿Qué te gustaría aprender o estudiar en la clase de Matemáticas?

4. ¿Qué aparatos tecnológicos usas (celulares, computadores, tabletas, televisores, PlayStation...)?

5. ¿Consideras que es necesario cuidar el medio ambiente? Justifica tu respuesta.

6. ¿Qué acciones o prácticas realizas para cuidar el medio ambiente?

7. ¿Qué elementos consideras que dañan el medio ambiente?

8. ¿Sabes qué pasa con los artefactos tecnológicos cuando son desechados?

9. ¿Qué hacen en tu casa con los artefactos tecnológicos que ya no sirven?

10. ¿Te gustaría aprender nuevas estrategias para cuidar el medio ambiente?, ¿por qué?

Anexo 3. Revisión de antecedentes de investigación

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
Nancy Rocío Espinosa Escobar (2019)	Las baterías como residuos tecnológicos contaminantes: Un reto de la educación ambiental	Enfoque mixto, con énfasis en la investigación acción	Promover conocimientos, actitudes y hábitos que minimicen el impacto ambiental que genera la basura tecnológica (Espinosa, 2019, p.71).	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia de Educación ambiental, Mora, Quitiaquez y Rengifo (2012) - Teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva, Avendaño, (2013) -Septipo saber de Morín, González y Díaz, (2006) 	La Estrategia de Educación Ambiental, permitió promover conocimientos para modificar actitudes y hábitos en torno a una adecuada disposición de las baterías de equipos tecnológicos, ya que representan un foco de contaminación debido a los metales que hacen parte de su composición (Espinosa, 2019).
Luz Elena Guevara Erazo (2016)	Posibilidades y potencialidades para disminuir el deterioro ambiental que producen los dispositivos tecnológicos (televisión, computador, celulares, DVD) en la Institución Educativa Primavera	Investigación cualitativa de tipo interpretativa.		<ul style="list-style-type: none"> - Principios de la complejidad, Morín, (1995) -El decreto 1860, PRAE, (1994) - Sostenibilidad del planeta desde el uso adecuado de los recursos, Maya, (1995) -Sobre la ciencia, Bunge, (1960) - TIC, Galvis, (2008) 	Con la propuesta se delimitó la poca conciencia ambiental, el poco conocimiento y la falta de prácticas de los estudiantes y la comunidad educativa sobre el cuidado del medio ambiente. Además, se abrió la posibilidad a continuar con la implementación de estrategias que aporten al cuidado del medio ambiente desde el tratamiento de los residuos electrónicos (Guevara, 2016).
Rodolfo Fabián Estrada Guerrero (2010)	La enseñanza de la física y las matemáticas: un enfoque hacia la educación ambiental		En este trabajo se presenta un análisis reflexivo acerca del papel que juega la enseñanza de las ciencias en un contexto de conciencia social/ambiental, se estudia el caso particular de la física y las matemáticas (Estrada, 2010, p.435).	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio climático y desarrollo limpio. Secretaría para América Latina y el Caribe, Brasil, Guía del ICLEI, (2010) - Sobre los problemas ambientales, Protection Agency, (2010) - Modelos matemáticos, Vega, (2008) 	Este análisis muestra que la ciencia no solo se limita a la generación de nuevos conocimientos, también puede aplicarse a la creación de una conciencia social que repercute en el bienestar de una sociedad y, por qué no, en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de un país (Estrada, 2010, p. 435).

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
				<p>-Educación Ambiental, Bendala, Pérez, (2004)</p>	
<p>Ruben Felipe Morales Camargo (2021)</p>	<p>¿Y tú qué desechas? Una discusión de aspectos medioambientales en la clase de matemáticas.</p>		<p>Reflexionar alrededor del papel de las matemáticas en el reconocimiento de la necesidad de disminuir la cantidad de residuos producidos en casa. (Camargo, 2021, p. 100)</p>	<p>- Perspectiva socio cultural en educación matemática, Skovsmose (1999) - Enfoque empleado para EA, Sauvé y Orellana (2001); García (2017) - Estadísticas, Unidad Administrativa. Especial de Servicios Públicos (UAESP) (s.f.) - Entropía, escuela de Matemáticas, Skovsmose (1999)</p>	<p>No se estableció una solución al problema, pero sí un acercamiento, viéndolo como una situación política y social que requiere de acciones concretas y que puede ser analizada desde aspectos medioambientales y matemáticos. La transformación de las narrativas estudiantiles da cuenta de que los elementos utilizados, desde las matemáticas, potencian la reflexión y dinamizan la apropiación de la idea de lo ambiental en tanto proceso de construcción y relación permanente con el medio, mientras favorecen, la aparición de actitudes, compromisos y competencias propias de la educación ambiental. (Morales, p. 109)</p>
<p>Alicia Magdalena Bridat Cruz, María Alejandra Rosas Toro, Brissa Angélica Burgos Sánchez, Luis Raymundo Arán Sánchez, Cruz Estrada Luis David (2019)</p>	<p>Impacto de los residuos tecnológicos a la salud y el medio ambiente</p>	<p>Investigación diagnóstica, instrumento encuesta.</p>	<p>Diagnosticar en la comunidad tecnológica del área de Sistemas y Computación, si tienen el conocimiento de qué hacer con los productos eléctricos/electrónicos obsoletos o en desuso, ya que algunos contienen sustancias peligrosas dañinas para la salud y medio ambiente (Bridat et al. 2019, p. 37).</p>	<p>- Estadísticas sobre residuos electrónicos, Aguilar, (2016) - Contaminación de los aparatos electrónicos, Benítez, (2010) - Importancia de reciclar, Ester, (2012) - La Basura Electrónica: computadoras, teléfonos celulares, televisiones, Griselda, (2010)</p>	<p>Los estudiantes encuestados están muy desinformados, en cuanto a las consecuencias de la generación constante de los aparatos electrónicos (Cruz et al. 2019, p. 44).</p>

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
<p>Marcia Regina Rodrigues da Silva Zago, Ana Claudia Nüernberg Vaz, Marcia Aparecida Linartevis da Cruz, Welson Luiz Pereira y Lígia Marcelino Krelling (2021)</p>	<p>Acciones de educación ambiental: reflexiones y prácticas en la escuela</p>	<p>La metodología describe aspectos de carácter cualitativo y de observación participante, con trazos de educación maker en un enfoque STEAM.</p>	<p>Reflexionar a través de la experiencia educativa de EA para que las actividades de investigación y las discusiones sobre los problemas ambientales en torno al consumo y la eliminación se replantearan en el colectivo (da Silva et al., 2021, p. 31).</p>	<p>- TIC, Blikstein (2018) - Educación Ambiental, Segura (2001); UNESCO (2005); Curitiba (2006) - Gestión y tratamiento de residuos, Loureiro (2013); Layrargues (2013); Song y Zeng (2015); Abrelpe (2021); (Lourenco, Coelho, 2012) - STEAM y Educación Maker Feinstein, Kirchgässler (2015) - Tecnologías digitales de información y comunicación (TDIC), (Lourenco, Coelho, 2012); Carvalho (2001)</p>	<p>Los resultados revelaron una participación más activa de todos los actores, en busca de posibles formas de minimizar el impacto de los residuos en el entorno escolar. ((da Siva et at. 2021, p. 30)</p> <p>Las actividades de EA desarrolladas bajo el sesgo de la investigación, abrieron espacios para el conocimiento científico, el conocimiento interdisciplinario, relacionándolos con los temas integradores, medio ambiente, ética, ciudadanía, pluralidad cultural, tecnologías, sostenibilidad, ciudadanía y ética, creando una sinergia en la educación para los estudiantes y educadores del espacio escolar. (da Siva et at. 2021, p. 51)</p>

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
<p>Beatriz Torres Rivera, Nicol Calderón, Brigitte Salazar, Carla Sepúlveda (2016)</p>	<p>Efectos de la enseñanza interdisciplinaria en la educación ambiental sobre los conocimientos, valores y actitudes ambientales de estudiantes de segundo ciclo básico.</p>	<p>Metodología cualitativa de tipo cuasiexperimental.</p>	<p>Evaluar el efecto de la enseñanza interdisciplinaria en la Educación Ambiental, sobre los conocimientos, valores y actitudes ambientales, de estudiantes de sexto curso básico de un establecimiento municipal de la ciudad de Los Ángeles, en Chile (Torres, 2016, p. 1139).</p>	<p>ley N°19.300 (2007) sobre EA -Arqueología y Estadística, BARCELÓ, (2007) - Ejes fundamentales de la educación ambiental, Benavides et al. (2014) -Interdisciplinariedad, Carvajal, (2010) - Educación, interdisciplinariedad y pedagogía, Chacón, (2006) - La Educación Ambiental: una herramienta para la protección y conservación del entorno, Colón, (2011)</p>	<p>Los resultados indican que un grado mayor de interdisciplinariedad genera mejores conocimientos, valores y actitudes ambientales, por lo que se recomienda implementar estrategias interdisciplinarias en el aula al momento de realizar Educación Ambiental. (Torres, 2016, p. 1139).</p>
<p><u>Lucelly Betancur Valencia y Damaris Franco Muñoz</u> (2011)</p>	<p><u>Transversalizar el tema de residuos sólidos en el currículo escolar: una propuesta para afrontar las problemáticas ambientales en la vereda Caunzal, Sonsón, Colombia</u></p>	<p>Enfoque cualitativo direccionada por la geografía. La recolección de la información se llevó a cabo desde la observación, entrevistas, encuestas, una propuesta pedagógico-didáctica.</p>	<p>Vincular la temática de residuos sólidos domiciliarios en la construcción de conocimientos desde las diferentes áreas del saber en los grados tercero, cuarto y quinto del Centro Educativo Rural “Caunzal”, mediante la aplicación de una propuesta pedagógico-didáctica. (Betancur y Franco, 2011, p.13).</p>	<p>- Aprendizaje significativo, Ausubel (1973; 1976; 2002) - PRAE, C. E. R. Caunzal (s.f.). - Aprender con la “R”, Castaño 2010. - Estrategia didáctica, Díaz, y Hernández (2001) - Plan de sensibilización ambiental, González et al. (2010) - Escuela Nueva., Lev Vigotsky (1933), Piaget (1947), Ausubel (1963);</p>	<p>Se identificaron estrategias de solución que al ser aplicadas contribuyeron a la disminución de la problemática en la escuela y comunidad. La aplicación de la propuesta pedagógico-didáctica se convirtió en una herramienta indispensable para la construcción de conocimientos frente al uso y disposición de residuos sólidos. Las problemáticas ambientales requieren de una intervención interdisciplinar desde la escuela teniendo en cuenta tanto a los estudiantes como a la comunidad, haciéndolos partícipes en el trabajo desde las diferentes áreas del saber. (Betancur y Muñoz, 2011, p.42)</p>

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
				<p>- Método de proyecto. Kilpatrick, (1918) Freinet (1928); Dewey (1886).</p>	
<p>Paola Andrea Muñoz Higueta y Maria Cecilia Castrillon Giraldo (2015)</p>	<p>La obsolescencia programada: ¿El fin de una crisis económica o el inicio de una problemática ambiental? Reflexiones que incentivan la formación sociopolítica de los estudiantes</p>	<p>Metodología cualitativa, estudio de caso instrumental, en la que la información es tratada haciendo uso de la técnica de análisis de contenido.</p>	<p>Analizar los posibles aportes a la formación sociopolítica de una propuesta educativa que promueve en los estudiantes reflexiones sobre la obsolescencia programada de dispositivos electrónicos y sus efectos en el ambiente (Castrillón y Muñoz, 2015, p.74)</p>	<p>- Enseñanza de las ciencias, Martínez y Parga (2013). - Formación en ciencias y aspectos sociopolíticos, Hodson, (2004). - Acciones sociopolíticas. - Actitudes y reflexiones críticas sobre las dimensiones de la Naturaleza de la Ciencia, Kolstø, (2001)</p>	<p>Se evidencian en los estudiantes construcción de enunciados sustantivos y sustentados en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, el reconocimiento de algunos aspectos correspondientes con la naturaleza de la ciencia y el planteamiento de propuestas de acción institucional sobre los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Castrillón y Muñoz, 2015).</p>
<p>Máriam Trierveiler Pereira (2020)</p>	<p>Aplicación de la metodología STEAM en la enseñanza y aprendizaje de la química y la gestión ambiental: Procesos de organicidad e integración de la educación brasileña</p>	<p>Metodología STEAM y Aprendizaje Basado en problemas (ABP).</p>	<p>Aplicar la metodología STEAM en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la disciplina Química y Gestión Ambiental del curso técnico en Química integrado en la escuela secundaria del Instituto Federal de Paraná, campus Umuarama (Pereira, 2020, p.26).</p>	<p>- STEM, Lorenzin y Bizerra (2016) - STEAM, Martínez (2017); Riley (2014); Mantecón (2018); Segura (2016) - Aprendizaje Basado en problemas, Souza y Dourado (2015) - Autonomía, Freire (2011) - Investigación y juego, Saviani (2012); Alves (2004) - Educación integral, Rohden (1998), Morin (2011)</p>	<p>Con la aplicación de la metodología STEAM, los estudiantes lograron percibir que todos los temas del plan de estudios de la disciplina en cuestión estaban interrelacionados y asociados a su día a día (Pereira, 2020, p. 35). El proyecto logró cumplir con los propósitos de enseñanza-investigación- extensión, además de integrar contenido STEAM a través de la diversión. A través de esta metodología fue posible realizar varias publicaciones en eventos científicos y, de esta forma, evidentemente, se pudo concluir que el rol del docente no es solo el de asesor, sino también el de aprendiz. (Pereira, 2020, p. 35)</p>

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
Sevcan Candan Helvaci e Ismail Helvaci (2019)	An Interdisciplinary Environmental Education Approach: Determining the Effects of E-STEM Activity on Environmental Awareness	Metodología cualitativa y análisis de contenido.	Determinar el efecto de una educación realizada con una actividad E-STEM en la conciencia ambiental de los estudiantes y sus opiniones sobre las disciplinas E-STEM (Helvaci, 2019, p. 338).	- STEM, Ramaley (s.f).	La aplicación tuvo un efecto positivo en los participantes con respecto a E-STEM, las disciplinas y aplicación E-STEM. Este resultado coincide con los estudios en literatura que muestran que las aplicaciones STEM han desarrollado una actitud positiva. (Helvaci, 2019, p. 341)
Cristina Sánchez Martínez (2019)	<u>Utilización de las tabletas digitales en la Educación Primaria</u>	Metodología cualitativa y enfoque narrativo.	Analizar y conocer la utilización de la tableta digital en el alumnado de Educación Primaria, así como descubrir sus beneficios y controversias. Como reto final diseñar una propuesta de mejora (Sánchez, 2019, p. 6).	-TIC, Mertala (2019); Vongkulluksn, Xie y Bowman (2018); Wu, Li, Zhou, Tsai y Lu (2019); García y Cantón (2019); Drossel et al. (2017); Dalby y Swan (2019); Gorgoretti (2019); Orellana, Martín, Domínguez y Santin, (2016); García, Jurdi, y Nacher, (2018); Villani et al. (2018); Papadakis, Kalogiannakis y Zaranis (2018)	Entre los recursos TIC más interesantes, para apoyar el proceso de aprendizaje, se encuentra la tableta digital. Este dispositivo se utiliza, tanto en el ámbito educativo como familiar. Sin embargo, su uso no es sistemático. Además, la praxis se relaciona con escasos cambios metodológicos que supongan una verdadera transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre los beneficios asociados a la tableta destacan la inmediatez que ofrece el dispositivo y la motivación que produce en el alumnado. Como principales controversias cabe señalar el impacto negativo en la salud infantil o la generación de conductas adictivas. (Sánchez, 2019, p.10).

Autores	Título del trabajo	Metodología de investigación	Objetivo/ pregunta de investigación	Referentes teóricos	Conclusiones
<p><u>Márjory Cuervo Bernal y Alejandra Gutiérrez Rodríguez (2016)</u></p>	<p><u>La ecología como práctica educativa interdisciplinar entre educación física y tecnología.</u></p>		<p>Mostrar cómo la problemática actual del medio ambiente se puede abordar desde diferentes áreas del conocimiento, a partir de la necesidad de entender la interdisciplinariedad en el aula como factor trascendental para que el niño genere propuestas en su entorno (Cuervo y Rodríguez, 2016, p. 92).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interdisciplinariedad, Fernandez (2010) - Educación Ambiental, Gudynas y Evia (1995) - Filosofía ambiental. Noguera (2009) 	<p>Es de importancia tomar en cuenta disciplinas como la educación física y la tecnología para abordar problemáticas ambientales, puesto que ello permite generar respuestas a nivel crítico y analítico con mayor solidez y veracidad (Cuervo y Gutiérrez, 2016).</p>
<p>Syahmani Syahmani, Ellyna Hafizah, Sauqina Sauqin, Mazlini Bin Adnan, Mohd Hairy Ibrahim (2021)</p>	<p>STEAM Approach to Improve Environmental Education Innovation and Literacy in Waste Management: Bibliometric Research. <u>Indonesian Journal on Learning and Advanced Education</u></p>	<p>Investigación bibliométrica.</p>	<p>Encontrar el estado actual de las artes de la alfabetización ambiental a través de una investigación bibliométrica (Syahmani et al, 2021, p. 130).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alfabetización ambiental, Zsóka et al. (2013) - Alfabetización medioambiental, Maurer y Bogner, 2020) - STEAM, Perignat and Katz (2019) Buonincontro. - Gestión de residuos, Kaza et al. (2018) 	<p>Los autores animan a que más investigadores contribuyan a esta área teniendo en cuenta el éxito anterior de STEAM y lo que se necesita para preparar a los ciudadanos con conocimientos medioambientales, especialmente en la gestión de residuos. STEAM debería convertirse en la alternativa para mejorar la alfabetización medioambiental en el aspecto de los contenidos científicos y la competencia en materia de EDS, especialmente en el contexto de la gestión de residuos. Esta enseñanza debería integrarse en contextos relacionados, como las asignaturas de ciencias, sociología o artes, para lograr la EDS a través de la educación (Syahmani, 2021).</p>

g Anexo 4. Estrategia didáctica**Sesión 1****FASE 1: Identificación del Problema****Presentación de la Propuesta**

Se hace una breve descripción de lo que se trabajará alrededor de las sesiones y se conformarán los grupos de trabajo dispuestos para todo el proyecto. Los grupos estarán conformados por seis estudiantes, cada uno de los cuales cumplirá un rol determinado: vocero, encargado de los materiales, encargado del orden, relator (encargado de las notas y apuntes), asistente y creativo. Estos roles pueden variar en el desarrollo de cada actividad.

Momento 1: Cine foro

Objetivo: Reconocer los residuos electrónicos como un problema, a partir de algunas de sus causas (hiperconsumo) y consecuencias (problemas sociales y deterioro del entorno ambiental).

Objetivos de aprendizaje:

- Analizar imágenes y textos audiovisuales.
- Desarrollar la habilidad argumentativa y comunicativa.
- Desarrollar la atención, la creatividad y el pensamiento crítico.

Tiempo: 135 minutos.

Materiales: Se les dará el material para la bitácora, papel bond, marcadores y colores.

Diálogo Mediado por Videos

Con los grupos ya conformados se realiza un diálogo con los estudiantes mediado por un conjunto de videos.

Hiperconsumo e impacto social de los residuos electrónicos.

1. En la bitácora responde la siguiente pregunta y socializa con el grupo: ¿cuáles crees que son las consecuencias que ha traído el consumo excesivo y desenfrenado de tecnología a las personas?

2. <https://www.youtube.com/watch?v=VASywEuqFd8&t=61s>

¿Te parece que lo ilustrado en el video refleja la realidad de nuestro mundo?, ¿cómo crees que afecta ese estilo de vida a la sociedad?, ¿Se está haciendo un uso responsable de la tecnología?

Describe o dibuja en el portafolio una escena que te haya impactado.

3. <https://www.youtube.com/watch?v=Ilb1IC9gjjI&t=47s>

Escribe las respuestas y luego socializa:

¿Qué sucede en el video?

¿Qué sentiste al verlo y escucharlo?, ¿te imaginas cómo es vivir en la posición del niño del video?

Posibles daños a nuestro entorno:

1. ¿Qué pasaría con el mundo en el futuro si no regulamos el consumo y hacemos un tratamiento adecuado de los residuos electrónicos?

Discusión inicial sobre la película.

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

Teniendo en cuenta el video: ¿Crees que en algún momento nuestro planeta puede llegar a estar como en la película?, sí o no y ¿por qué?

¿Qué debemos hacer para evitar que esto suceda?

Dibuja junto a tus compañeros y compañeras el mundo que consideras mejor para vivir.

Cierre: discusión grupal sobre la actividad.

Sesión 2

Momento 2: Reconocimiento de Colombia en relación con los Residuos Electrónicos

Objetivo: Reconocer el estado en el que se encuentra Colombia en torno a la generación de residuos electrónicos.

Objetivos de aprendizaje:

- Desarrollar la capacidad de análisis e interpretación de información desde diferentes presentaciones (gráficas y textuales)
- Reconocer y dimensionar las unidades de medida de masa y área.

Tiempo: 270 minutos.

Materiales: Diario de campo, pesa, cinta métrica, calculadora.

Área y Masa

Volumen de generación de residuos electrónicos en Colombia de 2015 a 2021 (en miles de toneladas métricas)

En Colombia, la generación de residuos electrónicos alcanzó las 34 mil toneladas métricas en 2021. Durante ese año, Colombia se posicionó como uno de los mayores generadores de basura electrónica en América Latina y el Caribe.

Reconocimiento del Territorio: América Latina y el Caribe

(Dimensión espacial del territorio)

Juego de reconocimiento: https://world-geography-games.com/es/mundo_continentes.html

Asocia el continente con su superficie (en km^2). Guíate del mapa proyectado:

Asia:	42.549.000 <u>km²</u>
Antártida:	14.000.000 <u>km²</u>
Europa:	8.542.499 <u>km²</u>
África:	44.541.138 <u>km²</u>
Oceanía:	10.530.751 <u>km²</u>
América:	30.221.535 <u>km²</u>

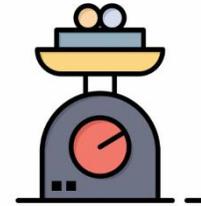
- ¿Cuál es el continente con mayor superficie?
- ¿Cuál es el continente con menor superficie?
- Ordena los continentes de mayor a menor superficie.
- ¿En qué lugar se encuentra América en el orden anterior?

Sesión 3

Reconocimiento del Sistema de Medida

Reconociendo el sistema de medida a partir del enunciado: 34 mil toneladas métricas de residuos electrónicos en el 2021

- Nos disponemos en los grupos para salir a la cancha y realizar la actividad.
- Estando en la cancha cada grupo distribuirá los roles a asumir con cada rompecabeza de roles.
- Recuerda consignar la información relevante y las preguntas en el diario de campo grupal.
- En los grupos se dispondrán a realizar la siguiente actividad:



1. Vamos a recoger objetos de igual o diferente masa hasta alcanzar una masa aproximada de 50 kg, ¿Qué objetos seleccionaste?
2. Ahora, vamos a comprobar con la báscula si los objetos recolectados pesan 50 kg, ¿te dio exacto?, ¿faltan o sobran objetos? Equilibra tus materias hasta que alcances una masa exacta de 50kg
3. Vamos a tomar el conjunto de objetos hallados como un paquete. ¿Cuántos paquetes necesitamos para hallar 1.000 kg?
4. ¡1.000 kg equivalen a 1 Tm!
5. Con una cinta métrica y ordenando los objetos de tu paquete, determina el área que ocupan en el espacio.
6. ¿Qué área ocupa una Tm?



¡Reto!

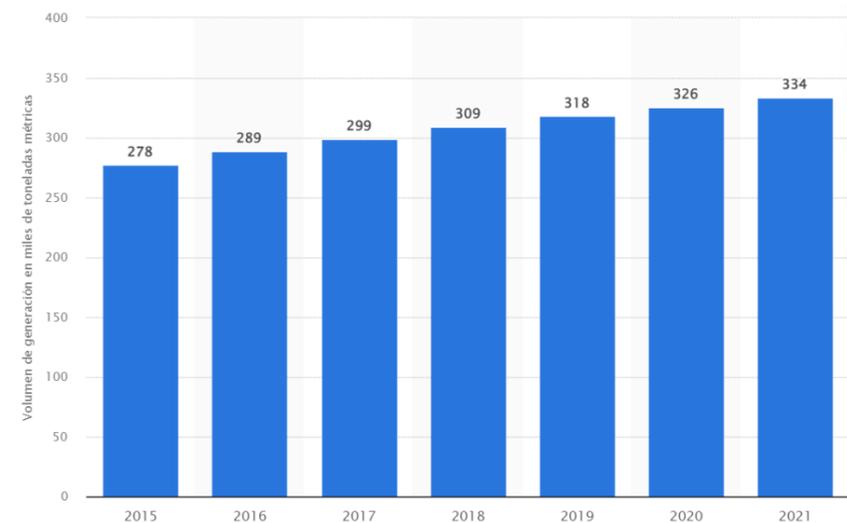
¿En qué lugar de tu institución caben las 34.000 toneladas métricas de residuos electrónicos del 2021? Recuerda que debes comprobar, este resultado no puede ser una suposición.

Comprobemos la respuesta:

- ¿Cuántos metros cuadrados tiene ese lugar?
- ¿Cuántos metros cuadrados ocupan las 34.000 toneladas métricas de residuos electrónicos?
- Compara las áreas anteriores. ¿En ese lugar caben las 34.000 toneladas de residuos electrónicos?
- Reflexión: ¿Te parece que esta cantidad de residuos electrónicos le hace bien al medio ambiente?, ¿crees que debemos generar basura al mismo ritmo o hay que buscar alternativas para disminuirla?

¡Pausa activa!**Tarea 4: Análisis Estadístico**

La siguiente tabla nos muestra el volumen generado de residuos electrónicos en Colombia de 2015 a 2021:



Analiza y discute con tus compañeros y compañeras la información brindada por el gráfico. Escribe en tu bitácora las conclusiones a las que llegaron.

Analicemos la información del gráfico:

1. Compara la cantidad generada de residuos electrónicos. ¿Cuánto ha aumentado entre el 2017 y el 2021?
2. ¿En qué año/años se dio el mayor aumento de residuos electrónicos?, ¿en qué año/años disminuyó?
3. ¿En cuánto estará la cantidad de residuos electrónicos para el 2025? Explica cómo hallaste el resultado.
4. ¿Qué acciones crees que debemos tomar para disminuir el aumento de residuos electrónicos para el 2022? En este sentido, ¿Cuánto volumen de residuos electrónicos crees que debemos generar para el 2022?

Cierre: discusión grupal sobre la actividad.

Sesión 4

FASE 2: Concientización

Momento 1: Encuentro virtual

Encuentro Virtual con Especialista de Punto Verde

Objetivo:

Reconocer iniciativas de ciudad sobre la gestión y recolección de residuos electrónicos.

Objetivo de aprendizaje:

- Reflexionar sobre los problemas que le causan los residuos electrónicos al medio ambiente.
- Plantear preguntas que permitan cuestionar la información brindada.
- Desarrollar argumentos que apoyan los planteamientos propios y ajenos sobre el problema discutido.

Tiempo: 90 minutos

Desarrollo

- Se brinda información a los estudiantes sobre la conversación con la fundación Puntos Verdes.
- Se solicita tomar apuntes y hacer preguntas.
- Espacio para un diálogo con la especialista, para solucionar dudas.

- Se finaliza con una ¿quién quiere ser millonario? sobre se afianzan los argumentos discutidos.

Instrumentos usados

Nombre:

Ingresa en este recuadro los apuntes de la información que consideres más relevante o de las ideas que te hayan impactado:

¿Qué preguntas me surgieron de la charla?

Escribe las respuestas que logramos obtener sobre las preguntas

Sesión 5

Momento 2: Encuentro Presencial

Encuentro Presencial con Conexión Ambiental

Objetivo: Conocer sobre iniciativas y estrategias de reconocimiento y gestión de residuos electrónicos que se realizan en la ciudad de Medellín.

Objetivo de aprendizaje:

Reflexionar sobre casos contextuales a partir de la argumentación y la formulación de preguntas relacionadas con los residuos electrónicos, utilizando diferentes medios para su realización.

Tiempo: 180 minutos.

Materiales: Hojas y lápiz

Tiempo: 90 minutos.

Se realiza un encuentro presencial con un especialista de Conexión ambiental, en donde se presenta a los estudiantes información relevante sobre estrategias de ciudad que permiten mitigar los problemas ambientales por la mala gestión de los residuos peligrosos, haciendo énfasis en los residuos electrónicos. Se realizan actividades para diferenciar los diferentes residuos peligrosos. se finaliza con una reflexión grupal sobre la experiencia vivida y los conocimientos adquiridos.

Sesión 6

FASE 3: Mini Proyecto de Investigación

Momento 1: Problema de Investigación

Identificación de un Problema

Objetivo: Proponer un problema de investigación.

Objetivo de aprendizaje:

- Desarrollar las habilidades de interpretación, argumentación y reflexión.
- Cuestionar los hábitos o costumbres propias y de la comunidad en la que se habita.

Tiempo: 180 minutos.

Materiales: Hojas, lápices, computadores.

Junto a cada grupo se desarrolla un proyecto de investigación. Se analizarán algunos casos que contarán los vecinos de la comunidad acerca de lo que hacen con los residuos electrónicos y, a continuación, se propone una o varias soluciones si es necesario.

Primera fase de la investigación:

Planteamiento del problema: ¿Qué queremos saber?, ¿Por qué lo queremos saber?

Teniendo en cuenta las discusiones realizadas hasta el momento, se propone a los estudiantes determinar un problema de investigación en relación con los problemas ambientales o sociales debido a los residuos electrónicos que se pueda o esté generando en su comunidad o barrio. Para guiar esta propuesta se les contará a los

estudiantes: ¿qué es un problema de investigación y cómo determinarlo? Se les brindará un espacio en el aula de sistemas para que discutan con sus compañeros sobre los intereses que los motivan para que así puedan consultar y delimitar la idea.

- Para iniciar se orientará a los estudiantes sobre qué es un problema de investigación y cómo determinarlo
- Después se brindará un espacio de discusión en los grupos para determinar el problema de investigación. Se orienta a partir de la siguiente pregunta: ¿Qué quiero saber o entender sobre mi comunidad en relación con los residuos electrónicos? (ideas: ¿Cuáles son sus prácticas?, ¿Cuáles son sus concepciones?, ¿Cómo perciben estos problemas?)
- Posterior, se les orientará sobre la forma de transformar ese problema en una pregunta de investigación que les permita emprender el camino hacia la búsqueda de una solución.
- Espacio final para que planteen la pregunta de investigación.

Sesión 7

Momento 2: Recolección de Información

Construcción e implementación de instrumentos de recolección de datos

Objetivo: Conocer sobre el problema de investigación a partir de la construcción e implementación de instrumentos de recolección de información.

Objetivos de aprendizaje:

Desarrollar la capacidad de plantear rutas de soluciones a problemas contextuales desde medios teóricos y prácticos.

Tiempo: 180 minutos

Materiales: papel reciclable y lápiz.

1. Se discute y presentan los posibles instrumentos de recolección de información para investigar sobre el problema planteado por cada grupo, ¿qué es un instrumento de recolección de información?, ¿cómo usarlo y en qué momento?
2. Diálogo a cargo de los docentes que guiarán la construcción de los instrumentos de recolección de información. Identificar qué debemos preguntar para recolectar la información necesaria en nuestra investigación.
 - ¿cómo construir una entrevista?, ¿que debe contener?, ¿cómo debemos preguntar?
3. Diseña y construye instrumentos desde herramientas tecnológicas.
4. Posibles preguntas de la entrevista: *¿qué sabe sobre residuos electrónicos?, ¿qué tipo de aparatos eléctricos o electrónicos tiene en su casa (computadores, celulares, microondas, tabletas...)?, ¿qué hace con los aparatos electrónicos cuando ya no los usa?, ¿cómo cree que podemos ayudar en la reducción de problemas ambientales y de salud por los residuos electrónicos?*
5. Haz la entrevista a un total de 5 a 6 personas. Puedes grabar, escribir o tomar fotos al lugar y a las personas, pero pide autorización antes de hacerlo. Cuéntales a las personas por qué las entrevistaste, y ayúdanos a conocer más sobre el problema.

Sesión 8

Momento 3: Socialización de Investigación

Socialización Micro Proyecto de Investigación

Objetivo: Socializar la propuesta y la información obtenida con los instrumentos construidos y proponer una posible solución.

Objetivos de aprendizaje:

1. Desarrollar la capacidad de comunicar ideas estructuradas, de forma que permitan dar cuenta de los resultados obtenidos al recoger la información.
2. Desarrollar el pensamiento crítico desde la capacidad de plantear soluciones que se desprendan de la información recolectada.

Tiempo: 60 minutos

Se abre un pequeño espacio de socialización para que los estudiantes presenten la información recolectada y piensen en una posible solución desde los datos adquiridos. El espacio se propone de manera grupal de forma que todos los estudiantes puedan aportar en las soluciones de los diferentes problemas.

Anexo 5. Ejemplo matriz análisis de la información

Fase 2

Fase 2, momento 1 y 2															
Descriptor	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Síntesis fortalezas	Síntesis de debilidades:	
<p>FC11: Comprende y expresa la relevancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, eventos, criterios.</p>	<p>No porque se genera humo (el humo contamina el medio ambiente) (video 1 PV)</p> <p>Que uno no debe de reciclar [entregar] los objetos tecnológicos a las personas que pasan por un carro pidiendo cosas que, hay que reciclar en otra parte [en los</p>	<p>Hay que reciclar todo lo que se pueda, que las pantallas tienen metal pesado, que si uno pone el celular en partes inadecuadas se puede explotar. (B4, p.11)</p>	<p>No porque se contamina (video 1 PV)</p> <p>hay señores que pasan recogiendo eso [residuos voluminosos]. ¿Que nos recomiendan? (Video EC)</p>	<p>Reciclar los bombillos, pilas, chips, baterías, computadores, neveras, televisores. (B2, p.9)</p> <p>El cobre es un conductor de energía por eso se lo roban de las instalaciones publicas. (Video EC)</p>	<p>No botar los aparatos electrónicos a la basura como las pilas, el celular, etc. (B5, p.11)</p>	<p>no botar los aparatos a la basura. (B1, p.9)</p>	<p>no se puedan echar las pilas a la basura, pero mucha gente la hace (video 1 PV)</p>	<p>yo meto las pilas en la nevera para volverlas a usar. (Video EC)</p>					<p>no porque el agua se contamina (video 1 PV)</p> <p>hay que reciclar los residuos tecnológicos para no contaminar el medio ambiente y todo, y para volver a hacer otros electrodomésticos (B3, p.15)</p>	<p>Tuvo una participación de 9 estudiantes. Los estudiantes comprenden la importancia de hacer una disposición adecuada de los RAEE para el cuidado del medio ambiente, esto lo expresan desde diferentes propuestas relacionadas a depositar los RAEE en un recipiente aparte de los demás residuos, identificar y hacer uso de los diferentes puntos de recolección en la ciudad, separar los elementos de los RAEE de forma adecuada y aprovechar los AEE completamente antes de desecharlos. Además, hacer un reconocimiento del daño</p>	<p>Tres de los estudiantes no desarrollaron este ítem</p> <p>DISEÑO:</p> <p>IMPLEMENTACIÓN:</p>

Materiales: aula de clase.

Anexo 6. Rediseño de la estrategia didáctica

FASE 1:

Reconocimiento del problema

Guía para docentes

En esta fase, los estudiantes, con ayuda del docente, reconocen las diferentes problemáticas ambientales y sociales que se generan por la gestión y el uso inadecuado de los residuos eléctricos y electrónicos. El interés se guía hacia la problemática, de forma que los estudiantes planteen un problema de investigación desde elementos identificados en su entorno (casa, barrio o comunidad).

La fase se divide en tres momentos. Adicionalmente, se propone iniciar con un espacio de apertura al proyecto, en el que se brinden a los estudiantes orientaciones generales sobre el tema central, los métodos de trabajo, y los objetivos a lograr. El trabajo es mayoritariamente grupal, por lo que se recomienda conformar los grupos desde el principio, de cuatro a seis integrantes, cada uno cumplirá un rol determinado: vocero, encargado de los materiales, encargado del orden, relator (encargado de las notas y apuntes), asistente y creativo. Estos roles pueden variar en cada actividad.

Teniendo los grupos, se les explica en qué consisten las bitácoras grupales, siendo estas un instrumento donde se recopilan sus producciones y notas en función del proyecto de investigación. Estos instrumentos pueden ser en forma de portafolio o libro.

Duración estimada	
135 minutos	Para el desarrollo del cine foro
270 minutos	Para el análisis de enunciados
180 minutos	Para la delimitación del problema de investigación

Orientaciones didácticas

En el **primer momento**, se recomienda ordenar las preguntas y vídeos sugeridos (o buscar otros similares) en la guía para estudiantes, en una presentación para proyectar de forma que el docente oriente las sesiones, a la vez que los estudiantes tengan el material para seguir las indicaciones.

En este momento, se aborda la discusión con preguntas que promuevan la interacción, además de discutir y sintetizar la información de cada video antes de pasar al siguiente. Los espacios de socialización se consideran con tiempo para la discusión al interior de cada grupo, para que los estudiantes concierten las ideas que el vocero socializa antes los demás grupos.

También, se propone realizar un póster alusivo a los fragmentos que llamaron la atención de los estudiantes.

Alrededor del **segundo momento**, se utiliza el video beam para orientar el trabajo con el juego virtual, se hace con la participación individual de los estudiantes, después se disponen en los grupos para desarrollar las preguntas y concertar respuestas de forma grupal.

También, se cuenta con cintas métricas y mínimo dos básculas, además de que el espacio para trabajar esté despejado de pupitres. Se proponen múltiples ejercicios que cuentan con guías más concretas para posibilitar el trabajo autónomo en los grupos. El docente puede orientar las ideas que emerjan en cada grupo, además de dedicar espacios para dialogar sobre conceptos como masa, peso, volumen y capacidad, también orientar la comprensión de datos estadísticos.

El **último momento**, está destinado al reconocimiento del problema, por lo que es fundamental el diálogo del docente con los estudiantes.

Asimismo, es necesario orientar sus ideas hacia la formulación de preguntas y objetivos de investigación, por lo que es fundamental la participación del docente como orientador y colaborador de la propuesta de investigación de los estudiantes.

¡Vamos bien!

FASE 1

Reconocimiento del problema

Guía para estudiantes

Momento 1

Video foro

Objetivo de aprendizaje:

Reconocer los residuos electrónicos como un problema, a partir de algunas de sus causas (hiperconsumo) y consecuencias (problemas sociales y deterioro del entorno ambiental).

Materiales:

Papel kraft, marcadores, cinta métrica y colores.

Videos y preguntas:

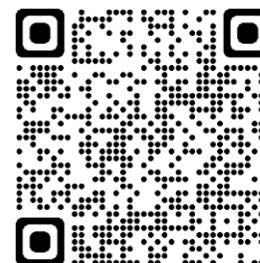
Respondamos la siguiente pregunta y socialicemos con el grupo:

¿Cuáles crees que son las consecuencias que ha traído el consumo excesivo y desenfrenado de tecnología a las personas?

Observemos los siguientes videos y discutamos las preguntas:

1. Moby & The Void Pacific Choir - 'Are You Lost in The World Like Me?':

<https://www.youtube.com/watch?v=VASywEuqFd8&t=61s>

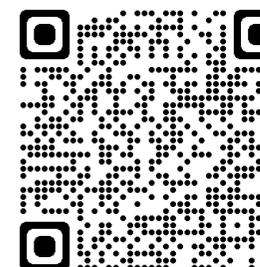


¿Lo ilustrado en el video refleja la realidad de nuestro mundo?, ¿cómo afecta ese estilo de vida a la sociedad?, ¿se está haciendo un uso responsable de la tecnología?

Describe o dibuja en papel reciclable una escena que te haya impactado.

2. System failure:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ilb1IC9gjjI&t=47s>



¿Qué sucede en el video?, ¿qué sentimos al verlo y escucharlo?,

¿Imaginamos cómo sería vivir en la posición del niño del video?

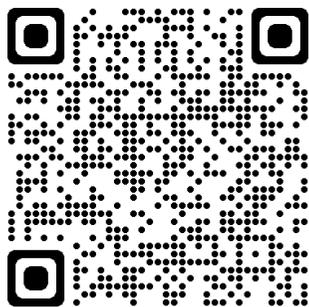
Respondamos la siguiente pregunta y socialicemos con el grupo:

¿Qué pasaría con el mundo en el futuro si no regulamos el consumo y hacemos un tratamiento adecuado de los residuos electrónicos?

Dialoguemos un poco sobre la película, ¿que conocemos sobre la película Wall-E?

3. Wall-E Sound Design Task:

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



¿En algún momento nuestro planeta puede estar como en la película?, ¿por qué?, ¿qué debemos hacer para evitar que esto suceda?

Dialoguemos con nuestros compañeros de grupo sobre el mundo que consideremos mejor para vivir y dibujemos en papel reciclable. Tengamos en cuenta el tamaño y los colores que vamos a utilizar, porque es para mostrarlo a personas que nos ayudan a vivir en un mundo sin contaminación.

¡Vamos que podemos!

Cierre:

Hablemos con el resto de los compañeros sobre la actividad.

¿Qué nos gustó?, ¿qué hicimos?, ¿cómo nos sentimos?

Momento 2

Reconocimiento de la generación de residuos electrónicos en Colombia

Objetivo de aprendizaje:

Reconocer el estado en el que se encuentra Colombia en torno a la generación de residuos electrónicos.

Materiales:

Bitácora, computador, video beam, altavoces, 2 básculas y cinta métrica, papel reciclable y lápiz.

1. Analicemos el siguiente enunciado y resaltemos las palabras desconocidas.

34 mil toneladas métricas de residuos electrónicos en el 2021

Según datos de Statista “**Volumen de generación de residuos electrónicos en Colombia de 2015 a 2021 (en miles de toneladas métricas):** En Colombia, la generación de residuos electrónicos alcanzó las **34 mil toneladas métricas en 2021**. Durante ese año, Colombia se posicionó como uno de los mayores generadores de basura electrónica en **América Latina y el Caribe.**”

2. Reconocimiento del Territorio: América Latina y el Caribe (Dimensión espacial del territorio)

- Ingreseemos al siguiente enlace: https://world-geography-games.com/es/mundo_continentes.html y asociemos el nombre del continente con su respectivo lugar geográfico.
- Asociemos el continente con su superficie (en km²). Nos guiamos espacialmente con el mapa del juego:

Continente	Superficie
Asia ■	□ 42.549.000 km ²
Antártida ■	□ 14.000.000 km ²
Europa ■	□ 8.542.499 km ²
África ■	□ 44.541.138 km ²
Oceanía ■	□ 10.530.751 km ²
América ■	□ 30.221.535 km ²

- Respondamos las siguientes preguntas y las agregamos a la bitácora junto con las respuestas que coloquemos.:
 - a) ¿Cuál es el continente con mayor superficie?
 - b) ¿Cuál es el continente con menor superficie?
 - c) Ordena los continentes de mayor a menor superficie. ¿En qué lugar se encuentra América en el orden anterior?

4. Reconocimiento del Sistema de Medida: Reconociendo el sistema de medida a partir del enunciado “34 mil toneladas métricas de residuos electrónicos en el 2021”

- a. Vamos a recoger objetos de igual o diferente masa hasta alcanzar una masa aproximada de 50 kg, ¿qué objetos seleccionaste?
- b. Ahora, vamos a comprobar con la báscula si los objetos recolectados pesan 50 kilogramos (kg), ¿nos dio exacto?, ¿faltan o sobran objetos? Equilibremos hasta alcanzar una masa exacta de 50 kg.
- c. Tomemos el conjunto de objetos hallados como un paquete, ¿cuántos paquetes necesitamos para hallar 1.000 kg?
- d. ¡1.000 kg equivalen a 1 Tm!
- e. Con una cinta métrica y ordenando los objetos del paquete, determinemos el área que ocupan.
- f. ¿Qué área ocupa una Tm?

¡Reto!

¿En qué lugar de la institución caben las 34.000 toneladas métricas de residuos electrónicos generadas en Colombia entre 2015 y 2021?



Recordemos que debemos comprobar este resultado, no puede ser una suposición.

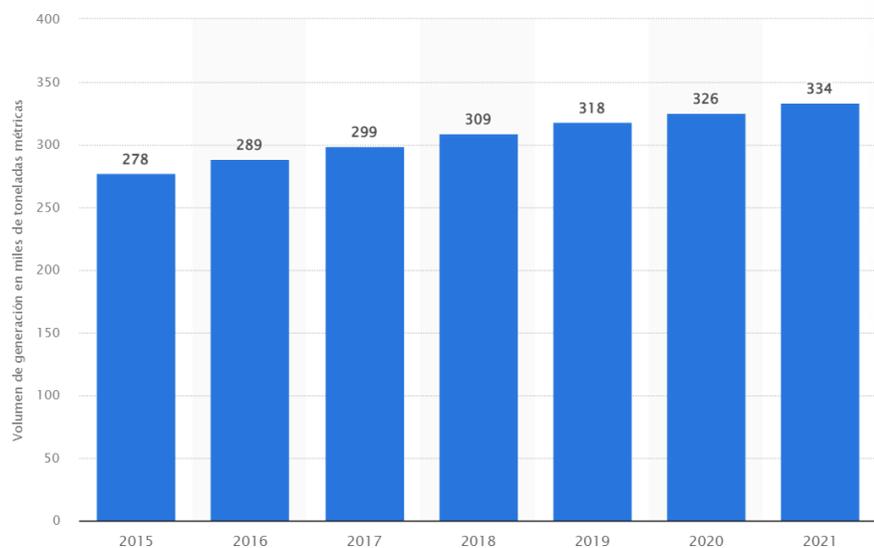
Comprobemos la respuesta:

- ¿Cuántos metros cuadrados tiene ese lugar?
- ¿Cuántos metros cuadrados ocupan las 34.000 toneladas métricas de residuos electrónicos?
- Comparemos las áreas anteriores. ¿En ese lugar caben las 34.000 toneladas de residuos electrónicos?
- Reflexión: ¿Esta cantidad de residuos electrónicos le hacen bien al medio ambiente?, ¿crees que podemos generar basura al mismo ritmo o hay que buscar alternativas para disminuirlo?

¡Vamos por buen camino!

5. Análisis Estadístico

La siguiente tabla nos muestra el volumen de residuos electrónicos generado en Colombia entre 2015 y 2021:



Vamos a analizar y discutir con nuestros compañeros la información brindada por el gráfico. Luego, escribimos las conclusiones a las que llegamos.

Analicemos la información del gráfico:

1. Comparemos la cantidad de residuos electrónicos generada. ¿Cuánto ha aumentado entre el 2017 y el 2021?
2. ¿En qué año/años se dio el mayor aumento de residuos electrónicos?, ¿en qué año/años disminuyó?
3. ¿En cuánto estará la cantidad de residuos electrónicos para el 2025? Expliquemos cómo hallamos el resultado.
4. ¿Qué acciones creemos que debemos tomar para disminuir el aumento de residuos electrónicos para el 2022? En este sentido, ¿cuánto volumen de residuos electrónicos crees que debemos generar para el 2022?

¡Vale la pena lo que estamos haciendo!

Cierre:

Hablemos con los demás compañeros sobre la actividad

Momento 3

Identificación de un problema de investigación

Objetivo de aprendizaje:

Proponer un problema de investigación.

Materiales:

Bitácora, lápices, computadores.

2. Determinemos el problema que queremos investigar respondiendo las siguientes preguntas.
 - ¿Te interesa reconocer el problema en tu casa, barrio o comunidad?, ¿por qué?
 - ¿Qué queremos conocer o entender sobre la mala gestión de los RAEE en nuestras casas, barrios o comunidades?, ¿cuáles son sus prácticas?, ¿cuáles son sus concepciones?, ¿cómo perciben estos problemas?
3. ¿Cómo plantear una pregunta de investigación? El trabajo conjunto con el docente es importante para comprender cómo convertir el problema de investigación en pregunta.
4. ¿Cómo pasar de una pregunta de investigación a un objetivo

Teniendo en cuenta las discusiones desarrolladas hasta el momento, determinemos un problema ambiental por la mala gestión de los RAEE que hayamos visto en nuestras casas, barrios o comunidades.

Pasos por seguir:

1. ¿Qué es un problema de investigación? Con las orientaciones del docente se determinará qué es un problema de investigación a partir de las siguientes preguntas: ¿Qué queremos saber?, ¿Por qué lo queremos saber?
de investigación?
5. ¿Qué pasos debo seguir para lograr mi objetivo de investigación?

¡Vamos súper bien!

Cierre:

Socialicemos y justifiquemos nuestra propuesta a los demás grupos.

FASE 2

Labores de campo

Guía para docentes

En esta segunda fase, los estudiantes se apropian del problema identificado en la fase anterior.

Este objetivo se logra a partir de tres momentos. **El primero**, dirigido al análisis y construcción del instrumento de recolección de la información que les permita a los estudiantes llegar al objetivo de su investigación. **El segundo**, corresponde a conocer las estrategias que han utilizado algunas organizaciones especializadas para identificar el estado en el que se encuentra Medellín en torno a la generación de residuos electrónicos e iniciativas para mitigar este fenómeno, enfocando algunos instrumentos de recolección de información utilizados. En **el tercero**, se ajusta y aplica el instrumento de recolección de información en mínimo 12 personas de la comunidad de estudio.

El **primer momento** estaría dirigido a explicar a los estudiantes lo que son los instrumentos de recolección de información, cuáles hay, qué propiedades tienen y cómo se usan, con el fin de que identifiquen y seleccionen alguno o algunos. Se recomienda hacerlo desde una sala de informática, donde los estudiantes trabajen

individualmente a partir de ejemplos prácticos con ayuda de los computadores, afianzando una cercanía con estos instrumentos. Luego, se propone iniciar de manera grupal con la construcción de las

preguntas guía, mientras se realiza un proceso de mediación por cada grupo, donde las preguntas abiertas son detonadores de su creatividad. Finalmente, se disponen para la digitalización de los instrumentos.

El **segundo momento** puede dividirse de acuerdo con la cantidad de organizaciones que se vinculen a la propuesta didáctica. En estos encuentros los estudiantes participan de forma activa, tomando nota y formulando preguntas (u otra tarea) acerca de experiencias e instrumentos para que tengan en cuenta su eficacia al momento de construir sus propios instrumentos. Estas preguntas y sus respectivas respuestas también son registradas.

El **tercer momento** puede dedicarse al ajuste de los instrumentos, considerando lo observado en los encuentros con las organizaciones. Finalmente, estos instrumentos se aplican en horario extraclase, obteniendo la información requerida en la propuesta investigativa.

FASE 2

Labores de campo

Guía para estudiantes

Momento 1

Construcción de instrumentos de recolección

Objetivo de aprendizaje:

Desarrollar la capacidad de plantear rutas de soluciones a problemas contextuales desde medios teóricos y prácticos.

Materiales:

Bitácora, computadores, papel reciclable y lápiz.

¡Sigamos los siguientes pasos!

Paso 1: Tomemos nota sobre, ¿qué es un instrumento de recolección de información?, ¿cómo usarlo y en qué momento?

Paso 2: Dialoguemos acerca de la construcción de los instrumentos de recolección de información e identifiquemos qué debemos preguntar para que sean efectivos. Por ejemplo, ¿cómo construir una entrevista?, ¿que debe contener?, ¿cómo debemos preguntar?

Paso 3: Diseñemos y construyamos un instrumento desde herramientas tecnológicas.

Paso 4: Podemos plantear preguntas como estas: *¿qué sabe sobre residuos electrónicos?, ¿qué tipo de aparatos eléctricos o electrónicos tiene en su casa (computadores, celulares, microondas, tabletas...)?, ¿qué hace con los aparatos electrónicos cuando ya no los usa?, ¿cómo cree que podemos ayudar en la reducción de problemas ambientales y de salud por los residuos electrónicos?*

¡Lo estamos haciendo muy bien!

Cierre:

Socialicemos y justifiquemos nuestra propuesta a los demás grupos.

Momento 2

Encuentro con organizaciones especializadas

Objetivos de aprendizaje:

- Reflexionar sobre los problemas que le causan los residuos electrónicos al medio ambiente.
- Plantear preguntas que permitan cuestionar la información brindada.
- Desarrollar argumentos que apoyan los planteamientos propios y ajenos sobre el problema discutido.

Materiales:

Bitácora, papel reciclable y lápiz.

Para el encuentro con el o los especialistas diligencia la siguiente guía:

Nombre: _____

Ingrese en este recuadro los apuntes de la información que consideremos importante o ideas que nos hayan impactado:

¡Tenemos un espacio para un diálogo con la especialista para solucionar dudas! ¿Qué preguntas nos surgieron de la charla?

Escribamos las respuestas que logramos obtener sobre las preguntas.

Momento 3

¡Estamos cerca de lograrlo!

Ajuste y aplicación de instrumentos de recolección

Objetivo de aprendizaje:

Reflexionar sobre la información recolectada, que permita consolidar rutas de soluciones a problemas contextuales desde medios teóricos y prácticos.

Materiales:

Bitácora, computadores, papel reciclable y lápiz

¡Sigamos los siguientes pasos!

Paso 1: Saquemos los registros que tomamos en las charlas con las organizaciones.

Paso 2: Comparemos los instrumentos que se utilizaron en sus iniciativas con el nuestro.

Paso 3: Mejoremos nuestro instrumento, atendiendo a las características que facilitan o evitan su efectiva ejecución.

Paso 4: Apliquemos nuestro instrumento a 12 personas mínimamente. Podemos grabar, escribir o tomar fotos al lugar y a las personas, pero pedimos autorización antes de hacerlo. Contemos a las personas por qué las entrevistamos, y ayudémosles a conocer más sobre el problema.

FASE 3

Generación de ideas de solución

Guía para docentes

En esta fase el estudiante analiza y saca conclusiones para darle cierre a la propuesta de investigación. Para finalizar, se elabora una carta o informe donde se proponen posibles soluciones que se desprendan de la información recolectada y los análisis hechos del problema detectado. Esta carta o informe se puede enviar a algunas organizaciones, de forma que se finalice con acciones concretas que les permitan a los estudiantes reconocer su papel como sujeto participante de la vida pública, además de la importación de la construcción de saberes que permitan entender la realidad en la que habitan.

Esta fase se divide en dos momentos. **El primero**, se centra en brindar orientaciones para analizar la información; y **el segundo**, para elaborar conclusiones y buscar soluciones al problema detectado.

En el **primer momento**, se realiza un diálogo constante con los diferentes grupos de trabajo, de forma que se brindan orientaciones para la comprensión y análisis cualitativo de la información detectada. Se recomienda abrir espacios de participación con todo el

grupo, donde se discuten conceptos y procesos sobre análisis de información, dando diferentes ejemplos sobre casos cercanos al contexto que los estudiantes eligieron.

Para dar cierre, se abre un espacio de socialización, donde cada grupo expone sus avances, de forma que realicen procesos de coevaluación y autoevaluación, con el fin de retroalimentar y ajustar el análisis parcial de la información. En estos espacios de comunicación, el papel del docente es de observador o moderador, de forma que se facilite la interacción entre los estudiantes.

En el **segundo momento**, el docente promueve espacios generales donde realiza orientaciones sobre el significado e importancia de las conclusiones y de cómo desarrollarlas. Es fundamental permitir espacios de discusión al interior de los grupos, donde la participación del docente sea activa en pro de que las ideas de los estudiantes surjan con mayor espontaneidad. Posterior a estos diálogos, es pertinente realizar orientaciones dirigidas a sus planteamientos y dudas.

Posteriormente, se brindan asesorías personalizadas por grupos para discutir y orientar la redacción de las cartas o informes. Se propone una socialización de la propuesta a la comunidad educativa y remitir las cartas o informes a algunas organizaciones o potenciar una mayor difusión pública de ello.

FASE 3

Comunicación del Problema

Guía para estudiantes

Momento 1

Análisis de la información

Objetivo de aprendizaje:

Analizar la información recolectada con los instrumentos.

Materiales:

Bitácora, papel kraft, papel iris, marcadores y computadores.

Analicemos los datos obtenidos con los instrumentos de recolección de información de la fase anterior. Para ello sigamos estos pasos:

Paso 1: Leamos y elaboremos conjuntos para etiquetar las respuestas obtenidas, ya sea por números o letras (por ejemplo: R1, R2, R3 o P1, P2, P3), esto nos permitirá ordenar la información con facilidad.

Paso 2: Ordenemos la información teniendo en cuenta las características comunes de cada una de las respuestas. Podemos guiarnos con estas preguntas: ¿en qué se parecen las respuestas?, ¿cuáles son sus diferencias? Podemos agruparla con la etiquetación.

Paso 3: Comencemos a analizar con ayuda de la información separada, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❖ ¿Cuál es la información más importante de las respuestas que obtuvimos?, ¿cómo nos ayuda esta información a responder nuestra pregunta de investigación?
- ❖ Comparemos la información con los conceptos trabajados sobre los RAEE en los momentos anteriores, ¿qué podemos interpretar de esas respuestas?
- ❖ ¿Por qué creemos que se dieron estas respuestas?

Paso 4: Expliquemos el análisis de la información: con los datos anteriores vamos a construir un texto, apoye de tus compañeros y del docente para hacerlo.

Paso 5: Seleccionemos la información más relevante y elaboremos un mapa mental o afiche en el papel kraft, categorizamos ideas con el papel iris, o podemos realizar una presentación con ayuda de algún programa del computador, para que mostremos a los demás grupos nuestros avances. Recordemos usar gráficos e imágenes para expresar la información con mayor claridad.

Paso 6: Presentemos nuestra propuesta a los demás grupos y tomemos apuntes de las recomendaciones que nos hagan. Recordemos estar atentos a las demás presentaciones y sugerir ideas para la mejora de sus proyectos.

Paso 7: ¡Mejoremos nuestro texto de análisis de información con base en las sugerencias que nos hicieron los demás grupos!

Momento 2

Campana publicitaria

Objetivo de aprendizaje:

Crear una campaña publicitaria, donde se tenga un diseño publicitario, mascota, medio de difusión y punto de recolección de residuos electrónicos.

Materiales:

Bitácora, papel kraft, papel iris, computadores, marcadores, y lápiz.

¡Efectuemos una campaña!

Preguntemos al docente qué es y cómo se realiza el objetivo, mensaje y diseño publicitario. También es pertinente cuestionar acerca de los medios de difusión que podemos utilizar para publicar nuestras creaciones. Recordemos tomar nota de las respuestas que recibamos por parte del profesor, ya que la información será añadida a la bitácora.

Teniendo claro los conceptos anteriores, procedemos a establecer un objetivo relacionado con la generación y gestión de RAEE, creación del mensaje teniendo en cuenta el público al que va dirigido, un diseño publicitario (imagen o video), materializados en un flyer, collage, presentación o cortometraje con base en las formas y colores adecuados y un medio para publicarlo, podemos utilizar redes sociales que visitemos con frecuencia.

Preparemos muy bien todo lo que hemos elaborado, porque participaremos de un concurso para elegir cuál grupo dirige la campaña institucional. Para esto, debemos elaborar o adoptar una mascota representativa para la comunidad.

¡Lo hacemos excelente!

Momento 3

Formulación de conclusiones

Objetivo de aprendizaje:

Sacar conclusiones partiendo de los análisis hechos de la información recolectada.

Materiales:

Bitácora, papel kraft, papel iris, computadores, marcadores, y lápiz.

Vamos a realizar dos tareas

1. En la primera tarea vamos a formular conclusiones sobre las problemáticas que presenta la población elegida, con base en los datos obtenidos.
2. Como segunda tarea, vamos a elaborar, en papel kraft o computador, un esquema que sintetice las conclusiones para presentarlas a los demás grupos, con el fin de obtener sugerencias para producir el resultado final. De igual manera, brindamos sugerencias a los otros grupos para nutrir sus proyectos.

¡Vamos muy bien!

Momento 4

Socialización de la propuesta e información obtenida

Objetivo de aprendizaje:

Socializar la propuesta y la información obtenida con los instrumentos construidos y proponer una posible solución.

Materiales:

Bitácora, papel kraft, papel iris, computadores, marcadores, y lápiz.

Preguntemos a nuestro docente:

- ❖ ¿Qué es una carta?, ¿qué es un informe?, ¿qué elementos tiene cada uno?, ¿cómo los podemos escribir?
- ❖ ¿Qué es un procesador de texto?

Ahora, sigamos estos pasos:

Paso 1: Con los insumos de las respuestas anteriores, escribamos una carta o un informe dirigido a algunas organizaciones, contando lo que hicimos con referencia en la situación de los residuos electrónicos y las posibles soluciones para reducir la problemática ambiental que causan. La podemos escribir inicialmente en papel reciclable y luego pasarla a procesado de texto.

Paso 2: Seleccionemos la información más relevante de nuestro proyecto y elaboremos un mapa mental o afiche en el papel kraft categorizamos ideas con el papel iris, o podemos realizar una presentación con ayuda de algún programa del computador, para quemostremos a nuestras familias, compañeros del resto del colegio y docentes el proceso que llevamos, los resultados que obtuvimos y qué concluimos de esta investigación.

Paso 3: Si en el paso anterior nos dan ideas de posibles soluciones, editamos la carta o el informe.

Paso 4: Una vez lista la carta, pedimos al docente que nos ayude a enviarla a diferentes organizaciones.

Paso 5: Verifiquemos que todo esté listo.

¡Lo logramos!

Anexo 7. Participación en eventos académicos



LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y LA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

CERTIFICA QUE:

KEYNER DUVAN PRADA PEREA

PARTICIPÓ COMO PONENTE

EN EL "6TO ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA" EIEM-6
REALIZADO EN MODALIDAD HÍBRIDA (PRESENCIAL-VIRTUAL), ENTRE LOS DÍAS 20 Y 21 DEL MES DE OCTUBRE DE 2022


Decano Facultad de Ciencias de la Educación


Coordinador Lic. Matemáticas
Coordinador General EIEM


Coordinador del Comité Científico, EIEM



CERTIFICAN QUE

LAURA MARCELA AGUDELO AGUDELO

CÉDULA DE CIUDADANÍA - 1020475301

PARTICIPÓ COMO

PONENTE

EL ENFOQUE EDUCATIVO STEAM ORIENTADO A LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS: UNA
ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y HABILIDADES DEL SIGLO XXI

EN EL



QUE SE LLEVÓ A CABO EL
10 DE SEPTIEMBRE DE 2022

ALIADOS:



COLECTIVO NACIONAL DE EDUCACIÓN STEM
+57 304 4901896 | +57 300 2090042
en equipo@conastem.org
conastem.org



CERTIFICAN QUE
KEYNER DUVAN PRADA PEREA

CÉDULA DE CIUDADANÍA - 1010121205

PARTICIPÓ COMO
ASISTENTE



QUE SE LLEVÓ A CABO EL
10 DE SEPTIEMBRE DE 2022

ALIADOS:



COLECTIVO NACIONAL DE EDUCACIÓN STEM
+57 304 4901896 | +57 300 2090042
equipo@conastem.org
conastem.org



LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y LA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

CERTIFICA QUE:

LAURA MARCELA AGUDELO AGUDELO

PARTICIPÓ COMO PONENTE

EN EL "6TO ENCUENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA" EIEM-6
REALIZADO EN MODALIDAD HÍBRIDA (PRESENCIAL-VIRTUAL), ENTRE LOS DÍAS 20 Y 21 DEL MES DE OCTUBRE DE 2022

Decano Facultad de Ciencias de la Educación

Coordinador Lic Matemáticas
Coordinador General EIEM

Coordinador del Comité Científico EIEM

