


	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, 23 de julio de 2021

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Julián Mauricio Álvarez Yaguara, con C.C. No. 1.075.213.018 de Neiva,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Contribución de las Analogías y las Cuestiones Sociocientíficas en la Enseñanza de Conceptos Básicos de Electricidad a Estudiantes de Grado Quinto de Básica Primaria en el Colegio Gimnasio los Ángeles en Neiva, Huila, presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de

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

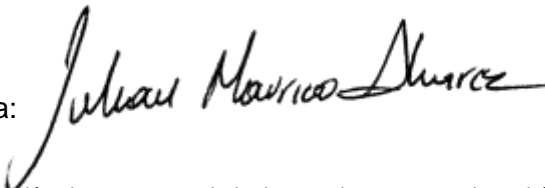
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.





- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Contribución de las Analogías y las Cuestiones Sociocientíficas en la Enseñanza de Conceptos Básicos de Electricidad a Estudiantes de Grado Quinto de Básica Primaria en el Colegio Gimnasio los Ángeles en Neiva, Huila.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Álvarez Yaguara	Julián Mauricio

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mosquera	Jonathan Andrés

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en Educación.

FACULTAD: Facultad de Educación.

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Educación.

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2021

NÚMERO DE PÁGINAS: 192





TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

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

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

MATERIAL ANEXO:

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

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Electricidad	Electricity
2. Circuitos	Circuits
3. Cuestiones sociocientíficas	Socio-scientific issues
4. Concepciones	Conceptions

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este estudio muestra los resultados de una investigación más amplia llevada a cabo con niños y niñas de grado quinto de básica primaria, acerca de sus concepciones sobre los temas de electricidad y circuitos eléctricos. Dicha investigación fue desarrollada bajo un enfoque mixto, basado en un diseño de tipo cuasi-experimental. Las técnicas de análisis de datos fueron el análisis de contenido y el análisis estadístico correlacional. La recolección de la información se realizó mediante la aplicación de cuestionarios, la observación participante y la intervención didáctica mediada por las TIC. Este estudio permite entender la importancia de la implementación de didácticas alternativas en el aula de ciencias y favorecer el acercamiento al saber científico de manera experiencial desde temprana edad.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This research study shows the results of a broader investigation carried out with a group of students from fifth grade. This study was conducted to identify their conceptions on the topics of electricity and electrical circuits. It was developed under a mixed approach, based on a quasi-experimental design. The data analysis techniques were content analysis and correlational statistical analysis. The information was collected through the application of questionnaires, participant observation and didactic interventions mediated by ICTs. The results allow us to understand the relevance of the implementation of alternative didactics in the science classroom and support the approach to scientific knowledge in an experiential way from an early age.

APROBACION DE LA TESIS



Gerardo Andrés Perafán Echeverri



Omar Aubrelío Melo Cruz

CONTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS Y LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS EN
LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD A ESTUDIANTES DE
GRADO QUINTO DE BÁSICA PRIMARIA EN EL COLEGIO GIMNASIO LOS ÁNGELES
EN NEIVA, HUILA

JULIÁN MAURICIO ÁLVAREZ YAGUARA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRIA EN EDUCACIÓN, PROFUNDIZACIÓN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN
UNIVERSITARIA
NEIVA, 2021

CONTRIBUCIÓN DE LAS ANALOGÍAS Y LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS EN
LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD A ESTUDIANTES DE
GRADO QUINTO DE BÁSICA PRIMARIA EN EL COLEGIO GIMNASIO LOS ÁNGELES
EN NEIVA, HUILA

JULIÁN MAURICIO ÁLVAREZ YAGUARA

ASESORADO POR:

Dr(c). JONATHAN ANDRÉS MOSQUERA

LINEA DE INVESTIGACIÓN: LAS TIC Y EL PROCESO DE APRENDIZAJE

Tesis de grado para optar al título de Magíster en Educación, Línea Docencia e Investigación
Universitaria

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MAESTRIA EN EDUCACIÓN, PROFUNDIZACIÓN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN

UNIVERSITARIA

NEIVA, 2021

AGRADECIMIENTOS

Durante este largo proceso, en el que decidí fortalecer mis conocimientos y avanzar en mi formación profesional, muchas personas hicieron posible que este sueño se edifique a través de este proyecto investigativo. Mis agradecimientos y mi sincero aprecio:

A mi Madre y mi Padre, Trinidad y Héctor, quienes me enseñaron con un estricto amor, que la vida le prepara a cada persona lo que dio en su momento a los demás. Mis primeros maestros.

A mi asesor, Jonathan Andrés, por su apoyo incondicional, su paciencia y a sus excelentes capacidades académicas e investigativas. Cada orientación suya está plasmada en este escrito.

A todos y cada una de las personas que orientaron los seminarios de la Maestría, docentes idóneos, Maestros ejemplares, seres humanos sin igual. Fuerza en el arduo camino de inspirar estudiantes.

Al Grupo PACA de la Universidad Surcolombiana, por el interés en ofrecer educación de calidad, pertinente y mejorar sus procesos para lograr estándares de Alta Calidad. Profesores Nelson y Jairo, ¡adelante!

DEDICATORIA

A mis hijos, Matías y Samantha, lo más puro de mí, la motivación para continuar mejorando integralmente; yo soy su espejo y deseo que cada vez que se miren en él, observen que a pesar de las situaciones adversas y de los momentos en los que faltan las sonrisas, la calma, la verdad y la constancia son las virtudes que les permitirán ser felices.

Los amo inmensamente.

RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO (RAE)

Tipo de modalidad de grado	Trabajo de grado.
Tipo de entrega	Magnético.
Nivel de circulación	Universidad Surcolombiana.
Acceso al documento	Biblioteca Universidad Surcolombiana.
Título	Contribución de las analogías y las cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de conceptos básicos de electricidad a estudiantes de grado quinto de básica primaria en el colegio Gimnasio los Ángeles en Neiva, Huila.
Estudiantes	Julián Mauricio Álvarez Yaguara.
Asesor	Jonathan Andrés Mosquera.
Coasesor	No aplica.
Filiación	Licenciado en Ciencias Naturales: Biología, Química y Física, Magister en Educación y docencia Universitaria, Candidato a Doctor en Educación en Ciencias Naturales. Docente e Investigador Junior adscrito al Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana.
Disciplina	Educación en Ciencias.
Área de estudio	Didáctica de la Física.
Grupo/Semillero de Investigación	No aplica.
Publicación	Álvarez, J (2021). <i>Contribución de las analogías y las cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de conceptos básicos de electricidad a estudiantes de grado quinto de básica primaria en el colegio Gimnasio los Ángeles en Neiva, Huila</i> (Tesis de Maestría). Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
Síntesis	Este proyecto de investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, basado en un diseño de tipo cuasi-experimental. Las técnicas de análisis de datos fueron el análisis de contenido y el análisis estadístico correlacional. Por su parte, la recolección de la información se realizó mediante la aplicación de cuestionarios, la observación participante y la

	<p>intervención didáctica mediada por las TIC para la enseñanza de conceptos básicos de electricidad y circuito eléctrico. Finalmente, se midió los aportes de la intervención a partir de un cuestionario final, que se contrastará con el inicial, para evaluar el impacto de la propuesta didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas. La investigación, inicialmente se da con la validación del cuestionario, seguidamente las concepciones iniciales del estudiantado del Grupo Control y del Grupo Intervención, después se presenta el diseño y aplicación de la intervención didáctica, y finalmente la progresión de las concepciones de los y las estudiantes con base en la aplicación del cuestionario al finalizar la intervención de aula basada en analogías y cuestiones Sociocientíficas y mediada por las TIC. Este estudio ha permitido entender la importancia de la implementación de didácticas alternativas en el aula de ciencias y en especial, favorecer el acercamiento al saber científico de manera experiencial desde temprana edad.</p>
<p>Palabras clave</p>	<p>Electricidad, carga eléctrica, cuestiones sociocientíficas (CSC), enfoque Ciencias, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), corriente eléctrica.</p>
<p>Fuentes</p>	<p>El presente trabajo cuenta con ciento catorce (114) fuentes bibliográficas.</p>
<p>Problema</p>	<p>Existen una serie de dificultades en el aprendizaje de la Física que limitan la comprensión no solo de la asignatura, son también del entorno. Específicamente enlista para el tema de circuitos eléctricos debilidades como considerar que la corriente eléctrica es un fluido que sale del generador y circula por el circuito; confundir diferencia de potencial con intensidad de corriente; problemas terminológicos derivados del lenguaje de la propia ciencia, por ejemplo, pensar que la resistencia eléctrica es una fuerza que se opone a la corriente eléctrica.</p> <p>Asimismo, la asignatura de Física se considera una de las de mayor dificultad en los colegios del país debido a que quienes orientan la materia son en su mayoría licenciados en matemáticas. La enseñanza de la física no es solo matemática. En la cartilla de los estándares del Ministerio de Educación Nacional (MEN) una de las competencias básicas que debe desarrollar el estudiante es “utilizar las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones”. Pero el resto de los mostrados en el documento son de tipo cualitativo. Adicionalmente, para el caso de la Física, el único conocimiento que deberían fortalecer los educandos, referente a circuitos eléctricos, es la capacidad de relacionar “voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema”; sin embargo, no hay un trabajo fuerte en el</p>

	<p>fortalecimiento de conceptos, habilidades y competencias básicas en los niveles de básica primaria, referentes a los temas relacionados a la electricidad.</p> <p>Adicionalmente, El Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, en su prueba Saber 11, pretende medir el grado en el que el estudiante establece relaciones de semejanza y diferencia con su contexto a través de las competencias propias de las Ciencias Naturales: 1) Explicación de fenómenos, 2) Uso comprensivo del conocimiento científico y 3) la Indagación.</p> <p>Específicamente, para la primera competencia una de las evidencias del aprendizaje es que el estudiante debe elaborar explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema electrónico, argumentando a partir de los modelos básicos de circuitos. Para la segunda competencia, el estudiante debe realizar dos tareas, relacionar los componentes de un circuito en serie y en paralelo con sus respectivos voltajes y corrientes, además, relacionar los distintos factores que determinan la dinámica de un sistema o fenómeno (condiciones iniciales, parámetros y constantes) para identificar su comportamiento, teniendo en cuenta las leyes de la física. Finalmente, en la tercera competencia, la más compleja, el estudiante debe observar, relacionar variables y patrones, construir procedimientos, proponer alternativas de solución a problemas, concluir ideas y evaluar procesos. Todo esto sin un previo acercamiento al conocimiento científico por parte de los estudiantes a partir de su realidad.</p>
<p>Pregunta problema</p>	<p>¿Cómo la implementación de una Unidad Didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas, y mediada por las TIC, contribuye al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en estudiantes de grado quinto de básica primaria al interior del Colegio Gimnasio Los Ángeles en Neiva, Huila?</p>
<p>Objetivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • General: <p>Contribuir al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad mediante la implementación de una Unidad Didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas, y mediada por las TIC con estudiantes de grado quinto de básica primaria al interior del Colegio Gimnasio Los Ángeles en Neiva, Huila.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Específicos

	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer las concepciones al inicio y al final del proceso formativo del estudiantado de grado quinto de básica primaria sobre conceptos básicos de electricidad. - Implementar una Unidad Didáctica basada en el uso de analogías y cuestiones sociocientíficas y mediada por las TIC, para la enseñanza de conceptos básicos de electricidad con estudiantes de grado quinto. - Evaluar la contribución de las analogías y las cuestiones sociocientíficas al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en el campo de la física.
Población	Estudiantes de grado Quinto de básica primaria del colegio Gimnasio los Ángeles de la ciudad de Neiva en el año 2020.
Metodología	La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, basado en un diseño de tipo cuasi-experimental. Las técnicas de análisis de datos serán el análisis de contenido y el análisis estadístico correlacional. Por su parte, la recolección de la información se realizará mediante la aplicación de cuestionarios, la observación participante y la intervención didáctica mediada por las TIC para la enseñanza de conceptos básicos de electricidad y circuito eléctrico. Finalmente, se medirán los aportes de la intervención a partir de un cuestionario final, que se contrastará con el inicial, para evaluar el impacto de la propuesta didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas.
Resultados	En este apartado se presentan los resultados obtenidos de la investigación, inicialmente la validación del cuestionario, seguidamente las concepciones iniciales del estudiantado del Grupo Control y del Grupo Intervención, después se presenta el diseño y aplicación de la intervención didáctica, y finalmente la progresión de las concepciones de los y las estudiantes con base en la aplicación del cuestionario al finalizar la intervención de aula basada en analogías y cuestiones Sociocientíficas y mediada por las TIC.
Conclusiones	Este estudio ha permitido entender la importancia de la implementación de didácticas alternativas en el aula de ciencias y en especial, favorecer el acercamiento al saber científico de manera experiencial desde temprana edad. Así, se implementó una secuencia de aula en donde se usaron analogía y Cuestiones Sociocientíficas para promover un aprendizaje activo, en el cual el estudiantado pudiera construir sus saberes desde el análisis de situaciones del entorno y reconociendo como la electricidad se hace participe en su vida cotidiana, pudiera fortalecer algunas concepciones, movilizar otras y construir nuevas. En este orden de ideas, como fue evidente en el apartado de resultados, la intervención didáctica contribuyó de manera significativa en las concepciones del

	<p>estudiantado participante, y se logró apreciar el desarrollo de actitudes y emociones más favorables hacia la ciencia estudiada. Por otro lado, se logró identificar las concepciones del estudiantado antes y después de la intervención didáctica, comparando las dificultades previas entre dos muestras de la población participante, y posteriormente como dichas concepciones se movilizaron por impacto de la propuesta implementada y por acción también de asuntos como el aprendizaje ambiental, el cual, no se puede desconocer en este tipo de estudios. Ahora bien, a manera de síntesis se reconoce que si bien las concepciones del estudiantado en el GI se movilizaron de posturas reduccionistas hacia paradigmas próximos a un nivel de conocimiento científico deseable, persisten aún algunas dificultades que deben ser atendidas con la continuación de intervenciones de aula como la propuesta, en donde se autoevalúe el proceso de manera constante y se atienda a la diversidad de ritmos de aprendizaje en el aula, favoreciendo el reconocimiento del contexto por parte del estudiantado, la apropiación del saber en la vida cotidiana, la explicación de fenómenos sociocientíficos y el desarrollo de habilidades sociales que garanticen un pensamiento crítico en los futuros ciudadanos hacia prácticas sustentables con el medio ambiente. Además, se propone que en nuevas propuestas educativas en torno a la enseñanza de la física y de las ciencias en general, se debe continuar abordando el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente – CTSA, ya que, como se evidencia en este estudio, su vinculación al aula aportar elementos formativos para los y las estudiantes, y se convierte en un insumo ideal para favorecer actitudes y emociones positivas hacia la ciencia, generando un pensamiento crítico reflexivo en el estudiantado y creando ambientes amenos para el aprendizaje.</p>
Tipo de trabajo	Investigación definida.
Autor del RAE y fecha de elaboración.	JMA 3 de junio de 2021.

Tabla de contenido

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2	JUSTIFICACIÓN.....	23
3	OBJETIVOS.....	28
3.1	General.....	28
3.2	Específicos.....	28
4	ESTADO DEL ARTE.....	29
4.1	Investigaciones de orden Internacional.....	29
4.2	Investigaciones de orden Nacional.....	45
4.3	Regional o Local.....	53
5	MARCO TEÓRICO.....	56
5.1	Enseñanza de las Ciencias.....	56
5.2	Enseñanza y Aprendizaje de la Física.....	58
5.3	Dificultades en la Enseñanza y Aprendizaje de la Física.....	59
5.4	Aprendizaje Mediado por las TIC.....	60
5.5	Objeto Virtual de Aprendizaje – OVA.....	61
5.6	Modelización en las Ciencias.....	62
5.7	Sobre las Analogías en Ciencias Naturales.....	64
5.8	Pensamiento Crítico.....	67
5.9	Enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente - CTSA.....	69
5.10	Cuestiones Sociocientíficas (CSC).....	70
5.11	La Electricidad.....	72
6	METODOLOGÍA.....	75

6.1	Enfoque de la Investigación.....	75
6.2	Diseño de la Investigación.....	76
6.3	Técnicas e Instrumentos para recolección de la Información.....	77
6.3.1	Cuestionario.....	77
6.3.2	Observación participante.....	78
6.3.3	Intervención Didáctica.....	79
6.4	Métodos y Técnicas para Análisis de la Información.....	80
6.4.1	Análisis de Contenido.....	80
6.4.2	Software Atlas ti.....	81
6.4.3	Análisis Estadístico Correlacional.....	82
6.4.4	SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).....	82
6.5	Población Participante.....	82
6.6	Operacionalización de las variables.....	84
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
7.1	Validación de Cuestionario.....	85
7.2	Concepciones Iniciales.....	86
7.3	Diseño y Aplicación de la Secuencia Didáctica.....	93
7.4	Comparación de las Concepciones Iniciales y Finales del estudiantado.....	130
8	CONCLUSIONES.....	167
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	169
	ANEXOS.....	186

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La educación en ciencias ha exigido desde sus orígenes, el desarrollo de estrategias y pautas que favorezcan en el aula, la adquisición de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales en torno a los fenómenos de la vida cotidiana. Así mismo, en la actualidad, el enseñar y aprender ciencia se han matizado de un sentido más humanista (García y Parada, 2018), en donde la memorización abandona el protagonismo en las aulas, y la búsqueda de un pensamiento crítico y consciente se convierte en pilar del proceso formativo (Conceição et al., 2019). Así, es común hablar del desarrollo de competencias y habilidades de pensamiento científico, que favorezcan no solo el reconocimiento y explicación de los fenómenos naturales, sino que conduzcan a la reflexión y a la apropiación del conocimiento científico en las diferentes interacciones del ser humano.

En este orden de ideas, desde una perspectiva de las ciencias naturales y el abordaje de su enseñanza en un plano didáctico curricular, autores como Tacca (2011) expresa que, la enseñanza de las ciencias naturales debe darse a través del desarrollo de habilidades investigativas en el estudiante. Para este autor, este nuevo enfoque permite desarrollar diferentes rutas curriculares de acuerdo a las edades y capacidades del estudiantado, favoreciendo de manera progresiva un aprendizaje del mundo basado en la estructuración del pensamiento crítico y reflexivo del entorno que les rodea. Además, este mismo enfoque permitiría que tanto maestros como estudiantes generen una experiencia educativa transformadora en la que, el conocimiento científico se pueda transpolar y se haga tangible a la realidad y contexto de los y las estudiantes, llevando sus conocimientos a un plano interdisciplinar. Sumado a lo anterior, Araque (2010) plantea que el maestro o maestra debe generar un balance entre la memorización de conceptos y la aplicación del

aprendizaje activo, favoreciendo en los educandos, aprendizajes que surjan de sus dinámicas sensitivas y de sus experiencias educativas, para construir hábitos científicos (mediante la implementación de diversas herramientas didácticas y pedagógicas). Todo esto, transforma al maestro o maestra y a los y las estudiantes en aliados y artífices de su propio aprendizaje, generando procesos que favorezcan cambios profundos en el estudiante y en su visión del entorno que lo rodea.

Ahora bien, en virtud de las nuevas tendencias y exigencias en torno a la enseñanza de las ciencias, Couso et al., (2011) consideran que en la didáctica de este campo del saber se han evidenciado dos problemáticas centrales. La primera está relacionada con la falta de comprensión conceptual por parte de los y las estudiantes, y la segunda se debe a la visión limitada e inapropiada que estos tienen de la ciencia.

En respuesta a estas problemáticas, las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, han permitido establecer la necesidad de vincular al aula, enfoques didácticos más activos. Esta propuesta, se centra en la comprensión de modelos de la ciencia, y en el desarrollo de prácticas científicas o situaciones cotidianas que sean llamativas para el estudiantado (Couso et al., 2011). Así pues, la modelización y el trabajo experiencial que conlleva a la indagación, son metodologías relacionadas, que permiten la construcción y uso de modelos conceptuales para el cuestionamiento de la realidad. Dicha construcción, se hace mediante situaciones concretas que se hagan problemáticas e interesantes para los y las estudiantes. Además, bajo este tipo de metodologías activas, el estudiantado se apropia del saber y lo pone al servicio de su sociedad, lo que se denomina como el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (Torres y Solbes, 2016). Entonces, como acción concreta para garantizar el interés del estudiantado hacia la clase de

ciencias, asumir nuevas realidades educativas y fomentar el desarrollo del pensamiento crítico, las analogías y las cuestiones sociocientíficas (CSC), desde la modelización conceptual, son estrategias ideales para garantizar la comprensión conceptual y vivencial de los fenómenos científicos.

Así pues, para el proceso de enseñanza de la Física, diversos autores como Jiménez (2003) y Elizondo (2013), coinciden en que las diferentes estigmatizaciones que surgen en torno al estudio de áreas como la Física, radican principalmente en su relación con la parte numérica o matemática, motivo por el cual es tildada de aburrida, monótona, descontextualizada, etc.

Este desinterés sistemático por el aprendizaje de la Física, según Morales et al., (2015), se evidencia en el bajo rendimiento de los y las estudiantes, que posteriormente se ve reflejada en una predisposición negativa de los estudiantes hacia el aprendizaje de este área del conocimiento y en la poca proyección de la profesionalización en Física, por lo que es de vital importancia para el maestro generar diferentes metodologías de trabajo que permitan al estudiante acercarse al aprendizaje de la Física y los diferentes fenómenos y leyes que la rigen, comenzando principalmente por la orientación de su enseñanza a través de la contextualización de las diferentes temáticas y su vinculación con los procesos cotidianos de los educandos. Además, estos mismos autores consideran que en la enseñanza de la Física, es fundamental el proceso cognitivo del estudiante ya que, lo prepara para desenvolverse en un campo científico, a la vez que lo ayuda a enfrentarse de manera más asertiva a cuestiones sociales y culturales de su diario vivir. Además de que, a través de la física se logra satisfacer y abordar diferentes temáticas de interés individual o general delimitadas por la cultura y la sociedad en donde se desarrolla el individuo. También, Moreira (2014) considera que la enseñanza de la Física debe ser abordada desde una perspectiva

crítica, ya que esta ha perdido su identidad curricular de manera progresiva. Esto, ha hecho que el proceso de enseñanza de la Física sea reto de la educación contemporánea, dado que en la mayoría de los casos esta se ve envuelta en el tradicionalismo, centrandó su enseñanza únicamente en el docente. Además, es común ver el poco interés del profesorado por metodologías dialógicas, por el contrario, usan modelos conductistas y pasivos, en donde no se contextualiza la realidad social y cultural de los y las estudiantes, y se no incentiva el uso de diferentes herramientas y materiales didácticos. Todo esto, lleva a que los y las estudiantes vean la Física como una ciencia monótona y aburrida que no se relaciona con su entorno.

De acuerdo con Oñorbe y Sánchez (1996), las principales dificultades en la enseñanza de la Física están relacionadas con la forma como se están desarrollando las técnicas dentro del aula de clase. Estas prácticas de aula, han generado problemas de lenguaje y organización del currículo a desarrollar, en donde una de las mayores dificultades de los y las estudiantes se encuentra en la comprensión y la resolución de los problemas planteados. Así mismo, es frecuente la falta de claridad en los conceptos previos y fallas en la aplicación de fórmulas matemáticas. Por su parte, Jiménez (2003) plantea que son diversas las dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física en educación secundaria. Para esta autora, las principales dificultades están asociadas a la baja apropiación de contenidos conceptuales, producto de la interferencia entre el lenguaje matemático y el lenguaje cotidiano. En el mismo sentido, están aquellas dificultades relacionadas con los contenidos procedimentales, teniendo como principal causa, la dificultad que demuestran los estudiantes al identificar problemas, en donde deben analizar datos, establecer relación entre variables o emitir hipótesis a partir de observaciones, mediciones o realización de montajes.

Adicional a lo anterior, es necesario pensar en la naturaleza abstracta de la física y de las ciencias naturales. Así, se reconoce que en la asignatura de física es común encontrar dificultades en la comprensión de conceptos propios de la Ciencia. Esto conlleva a que el grado de aprendizaje de los contenidos de esta la materia, no sea satisfactorio y, de manera indirecta, se incide en la perspectiva que tienen los y las estudiantes hacia la Física. En dicha visión, los y las estudiantes consideran a la física como una materia o asignatura difícil y confusa. Por esto, aquellos conceptos abstractos de la física deben ser abordados por parte del docente de manera clara y explícita, sin perder el rigor académico que ameritan las Ciencias Naturales. Dentro de esos conceptos abstractos, Pro Bueno (2005) y Solbes et al., (2007) ubican al concepto energía, electricidad y circuito, por mencionar solo algunos de los que se tratarán a lo largo de esta investigación. Por lo anterior, Zapata (2008) establece una serie de dificultades relacionadas a estos conceptos. Por ejemplo, está el hecho de que los y las estudiantes adornan sus razonamientos y comportamientos con concepciones mágicas y “aires de peligrosidad” que les predispone negativamente hacia el aprendizaje. Así mismo, el estudiantado tiende a considerar el concepto corriente eléctrica como un fluido; utilizando modelos de tipo unipolar, que atenúan su interpretación. Además, usan indistintamente y sin precisión alguna, conceptos estructurantes como voltaje, electricidad, potencia y/o energía, llevándoles a confundir conceptos asociados como cortocircuito y circuito abierto. Por esto, en sus explicaciones el estudiantado considera que las pilas o los generadores son el lugar donde se “almacena” la electricidad o la energía; transformado a los demás elementos de un sistema, en auténticas “cajas negras” sobre las cuales no lograr explicar lo que realmente sucede. De ahí que, en las aulas y en su vida cotidiana, no les resulte fácil la representación simbólica de los circuitos y sus razonamientos se centren en partes específicas de un circuito, ignorando el resto del sistema.

A partir de lo expuesto, es necesario repensar la manera cómo se enseña a los y las estudiantes, y el tipo de estrategias pedagógicas y didácticas, que sean oportunas y pertinentes para favorecer concepciones próximas a un nivel deseable y al conocimiento científico. Entonces, dicho cambio inicia desde la práctica pedagógica de cada maestro o maestra, dado que, se requieren profesionales que sean versátiles en la manera en la cual presentan los contenidos en clase, y procuran mantener la motivación del grupo, favoreciendo competencias de pensamiento científico y razonamientos críticos. En relación a esto, Furió et al., (2001) consideran que uno de los mayores problemas que se presentan en la enseñanza de las ciencias y de la física en especial en secundaria, tiene que ver con una formación propedéutica. Según estos autores, en dicho sistema el principal objetivo es preparar a los estudiantes para los cursos posteriores. De esta manera, en las aulas de las ciencias experimentales (física, química, biología) se prioriza el componente conceptual sobre el procedimental y actitudinal. Es evidente entonces, que se deja de lado el enfoque sobre la interpretación de los fenómenos relacionados con la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente (CTSA), y se asume una postura que pretende formar estudiantes para acceder a carreras universitarias y en menor medida en función de una educación para futuros ciudadanos y ciudadanas.

Ahora bien, todas las dificultades reportadas anteriormente, han sido reconocidas en investigaciones a nivel internacional, nacional y local. Se destaca entonces, el trabajo de Pro Bueno y Rodríguez (2010), en donde reconocieron que la actitud hacia la física de los y las estudiantes frente al desarrollo de prácticas tradicionalistas, limita su nivel de aprendizaje de los fenómenos físicos. Además, estos autores reconocen que en el aprendizaje del concepto circuito eléctrico, el alumnado no sólo tiene un modelo alternativo, sino que lo usa en las interpretaciones y condiciona sus observaciones y predicciones hacia las representaciones de la física. Por su parte a nivel local,

González et al., (2014) reconocieron que en la enseñanza de los conceptos corriente eléctrica y circuito, se deben emplear estrategias alternativas como mapas conceptuales y redes semánticas en la evaluación. Para estos autores, estas estrategias son ideales para promover el interés en el estudiantado, favorecer competencias de pensamiento científico y lograr un aprendizaje significativo en los y las estudiantes. Además, se destaca que, entre las estrategias de mayor impacto de las empleadas por estos investigadores, están las analogías. El uso de analogías y sus resultados, permiten inferir la eficacia de estas estrategias en el aula de clase y en el laboratorio de Física. Estas estrategias didácticas, también promueven el intelecto creativo entre los y las estudiantes, debido a que ellas han sido usadas en la construcción de nuevos conocimientos en forma sistemática. De ahí, el énfasis para esta investigación de emplear la modelización de la ciencia, especialmente las analogías en la propuesta didáctica para abordar los conceptos relacionados al fenómeno de la electricidad.

Por otro lado, en la construcción de este problema es necesario reconocer la presencia de concepciones alternativas en el aula de física. De acuerdo con Pro Bueno (2009), las concepciones iniciales de los y las estudiantes suelen ser resultados de procesos fallidos en el aula o de una planificación superflua de los contenidos a tratar. Por ello, el mismo autor enfatiza en las principales dificultades conceptuales que tiene el estudiantado durante el aprendizaje de los circuitos eléctricos. Entre estas dificultades, está la asociación inadecuada entre energía y fuerza, el pensar que la energía sólo es la capacidad para producir trabajo mecánico y asociarla únicamente a los seres vivos y no a los inertes. Además, la mayoría de estudiantes tienden a identificar la energía como una entidad material de los sistemas que se gana, se pierde, se cambia o se gasta. Esto les lleva a no entender que existen cargas eléctricas positivas y negativas independientes, por el contrario, consideran que la corriente eléctrica es un fluido que sale del generador y circula por

el circuito, confundiendo conceptos como diferencia de potencial e intensidad de corriente. Finalmente, los y las estudiantes tienden a pensar en la resistencia eléctrica, como una fuerza que se opone a la corriente eléctrica, conllevando a concepciones alternativas de manera frecuente.

Todo lo anterior, lleva a que los y las estudiantes piensen en la física como ciencia desarticulada, de ahí que, pocas veces la lleven a su vida cotidiana. Además, cuando de explicar fenómenos eléctricos se trata, tienden a presentar confusión en la identificación del problema, la relación entre las variables, la emisión de hipótesis, la observación y medición del fenómeno, y en consecuencia en el establecimiento de conclusiones. Es por esto, que Martínez y Moreno (2013) afirman que es de suma importancia una enseñanza enfocada desde los problemas socio-científicos, situaciones que la sociedad actual tiene que resolver y que la ciencia y la tecnología no pueden ignorar, tales como, repercusiones económicas, medioambientales y políticas de la problemática de la energía y su consumo en el mundo.

Ahora bien, Según el Ministerio de Educación Nacional, en los Estándares Básicos de Competencias (MEN 2004), uno de los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales debe ser, preparar personas para enfrentar los nuevos desafíos que propone la época en la cual vivimos, donde la ciencia y la tecnología ocupan un lugar muy importante. Por esta razón, es necesario que las personas tengan un conocimiento acerca de su propio entorno, de las diferentes situaciones y fenómenos que en él ocurren, y de esta manera asumir una posición crítica ante los diferentes desafíos que presenta la sociedad. En mérito de lo anterior, esta propuesta surge para articular el conocimiento científico desde niveles tempranos de la educación básica con las tecnologías de la información y la comunicación, dadas las condiciones de aislamiento nacional y el uso de didácticas alternativas para el desarrollo del pensamiento crítico sobre los fenómenos naturales.

Para lograr lo anterior, se parte del hecho de que en el departamento del Huila, las investigaciones en relación a la enseñanza y aprendizaje de conceptos asociados a la energía, como es la electricidad han sido escasas. En este sentido, se reportan los trabajos de González et al., (2014) con estudiantes universitarios, y los aportes de Rivas et al., (2016) y Torres et al., (2018), quienes implementaron estrategias para el aprendizaje de este tipo de conceptos y el desarrollo de actitudes pro-ambientales hacia los recursos energéticos, con estudiantes de grado sexto y séptimo de instituciones educativas en la ciudad de Neiva. Así, es claro que en la región no se han estudiado las concepciones que tienen los y las estudiantes hacia la electricidad y la energía eléctrica en niveles de formación, como es la básica primaria, en donde se forman habilidades como la curiosidad y se fortalecen emociones y actitudes positivas hacia la ciencia. Además, no se ha indagado entorno a la articulación de conceptos de manera transversal, en donde se haga uso de la modelización (analogías) para vincular aspectos a nivel físico, químico y biológico, y su relación con la Ciencia, la Tecnología, la sociedad y el Ambiente, es decir desde un enfoque CTSA.

Entonces, como eje didáctico de esta investigación se propone el enfoque CTSA. Este enfoque, se ha tenido en cuenta como un movimiento renovador en donde su mayor responsabilidad, es superar el carácter neutral que se atribuye a la ciencia y jugar un papel importante donde pueda involucrarse de manera total en la sociedad. Para ello, en el enfoque CTSA, se pueden apropiar situaciones del contexto para enseñar la ciencia y modelar conceptos. De ahí que, se piense en las Cuestiones Sociocientíficas (Torres y Solbes, 2016; Martínez, 2018) y en las analogías (García, 2003) como estrategias dinámicas, que permitan la contextualización a los y las estudiantes.

Finalmente, este problema se reconoce desde los resultados nacionales y locales en pruebas de medición externa como es la Prueba Saber 3°, 5°, 9° y 11°. En estas pruebas lideradas por el ICFES y el Ministerio de Educación Nacional (MEN), se caracterizaban hasta el año 2014, por ser evaluaciones que giraban en el campo de las ciencias naturales, sobre tres componentes: biología, física y química. Cada prueba, además de las competencias genéricas, evaluaba algunos aspectos de profundización correspondientes a estas disciplinas. Sin embargo, en el año 2012 se inició el proceso de modificación de los exámenes cuyo resultado se evidenció en 2014, a partir de la necesidad de que todas las pruebas Saber evaluaran las mismas competencias genéricas en todos los niveles de evaluación. Con ello, se buscó estandarizarlas en el sentido de que las condiciones de aplicación y el procesamiento de los resultados fueran uniformes, con el objeto de hacer un seguimiento sistemático de los resultados de la educación a través de los diferentes niveles, en lugar de hacer mediciones aisladas (ICFES, 2019).

En el departamento del Huila se emplea el calendario académico A, así pues, al revisar los resultados de las pruebas Saber 3°, 5° y 9° para los años 2014 y 2016, en las cuales se aplicó el componente de ciencias naturales, se reconoce que para el año 2014 el promedio general en esta prueba fue de 310 puntos en escala de 100 a 500. Por su parte, para el año 2016, el resultado promedio fue de 322 puntos. Sin embargo, este aumento no es registrado en los resultados de la Prueba Saber 11°, en donde cada año se evalúan las competencias en ciencias naturales. Así, para el año 2017 en el examen aplicado a los y las estudiantes bachilleres en Colombia, el promedio en ciencias naturales fue 49.87 puntos en escala de 0 a 100. Para el año 2018, el promedio fue 48.09 puntos y en el 2019 fue de 46.86 puntos. La disminución anterior, se registró también a nivel Huila y Neiva. En el departamento, la prueba de ciencias naturales tuvo un puntaje promedio en 2017 de

50.56 puntos, en 2018 fue de 49.24 y en 2019 de 48,62 puntos. Finalmente, en Neiva, los valores fueron 52.82 puntos en 2017, 51.67 puntos en 2018 y 51.27 puntos en el 2019.

Todos estos hallazgos, muestran un panorama débil a nivel nacional y en específico local, en el manejo de las competencias de pensamiento científico, las cuales son: uso y apropiación del conocimiento científico, explicación de fenómenos, e indagación.

Por último, los aportes reconocidos en este apartado y las realidades educativas en la región y en el contexto en donde se pretende aplicar la investigación, permiten establecer la siguiente pregunta problema:

¿Cómo la implementación de una Unidad Didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas, y mediada por las TIC, contribuye al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en estudiantes de grado quinto de básica primaria al interior del Colegio Gimnasio Los Ángeles en Neiva, Huila?

2 JUSTIFICACIÓN

El enfoque conceptual y los objetivos de esta investigación se articulan a las perspectivas de la educación en ciencias actuales. Las nuevas realidades formativas en ciencias naturales, propenden por una educación para la sostenibilidad, ya que el consumismo y los constantes avances tecnológicos desarrollados por la intervención del ser humano, han deteriorado el equilibrio ambiental, dejando a un lado los procesos formativos conscientes y desligando los aprendizajes a las realidades y contextos (Concepción et al., 2019). Por ello, al pensar en una educación en ciencias que promueva aprendizajes para la vida de manera significativa y bajo la construcción de un pensamiento crítico en los futuros ciudadanos, se deben incorporar temáticas vinculadas al ambiente, sus problemáticas, y tener en cuenta las relaciones existentes entre la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente (CTSA).

En relación a lo anterior, se toman a consideración los aportes de Carrascosa et al., (2014) y Torres (2014) al plantear que el enfoque CTSA, al ser incorporado en los currículos de ciencias, debe contribuir fundamentalmente a desarrollar en profesores y estudiantes una visión crítica frente a los graves problemas que se presentan en la época actual. Además, este enfoque metodológico en el aula de ciencias, permite el identificar causas y consecuencias de los problemas sociales y ambientales. Lo anterior, en articulación con la ciencia para favorecer el desarrollo de posibles soluciones en función de avanzar en una construcción social. Así pues, la importancia de las integraciones de las relaciones CTSA en el aula de ciencias, contribuyen a un cambio epistemológico de la ciencia y del trabajo científico. De igual forma, las cuestiones sociocientíficas

(CSC) favorecen una proximidad más amplia a la realidad de los y las estudiantes, y dan un sentido más lógico al interés de estos y estas hacia el conocimiento científico.

Por otra parte, autores como De Boer (2011) y Fensham (2011) plantean que es necesario desde el aula de ciencias, iniciar una búsqueda de soluciones acerca de diferentes problemas de orden social y ambiental, tales como el efecto invernadero o la dependencia energética. En este sentido, se debe involucrar todos los miembros responsables de la sociedad y la naturaleza (Solbes, 2019), dado que, cada uno se integra de manera independiente y colectiva al uso de recursos derivados del fenómeno de la electricidad para este caso. Por lo tanto, desde sus realidades sociales, reconocen las representaciones de la electricidad y sus procesos asociados, su transformación y sus diferentes mecanismos de pérdida y/o ganancia. De esta manera el componente Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, y la modelización por analogías dentro del campo de la enseñanza de las ciencias, se convierte en un elemento integrador en el aula de física, que puede favorecer el abordaje de los conceptos básicos de electricidad, valorando las diferentes aplicaciones de este fenómeno en las problemáticas de la sociedad actual.

Ahora bien, desde la mirada del Ministerio de Educación Nacional (MEN), esta investigación se hace pertinente, cuando este organismo considera que, dentro de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental, se deben incorporar aspectos propios de los entornos vivo (biología), físico (física y química), y de la ciencia, la tecnología y la sociedad. Esta finalidad de enseñanza, surge al reconocer que es necesario que el estudiante colombiano logre usar y comprender el conocimiento científico, explicando los fenómenos de la naturaleza e indagando por los procesos físicos y biológicos en su entorno (Estándares Básicos de Competencias – EBC, 2004). De esta manera, los conceptos básicos de la electricidad dentro de la

electrostática (cargas eléctricas en reposo) y la electrodinámica (cargas eléctricas fuera del reposo), se convierten en un eje estructurante para lograr dichas competencias. Este campo de la física, permite que el estudiante identifique los mecanismos propios de cada una de las disciplinas de las ciencias naturales, en específico las orientadas al entorno físico, para favorecer su interpretación desde el aula y llevarlas a las particularidades de los contextos del estudiantado.

Adema de lo anterior, según lo estipulado en los Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA (MEN, 2016) y en los Estándares Básicos de Competencias – EBC (MEN, 2004) para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en el grado 5° del Nivel de Básica Primaria, todo estudiante debe reconocerse como parte del universo y de la Tierra, identificando las características de la materia, los fenómenos físicos y las manifestaciones de la energía en el entorno. De acuerdo a esto, se evidencia una vez más, la importancia de la unificación de estas tres disciplinas en la enseñanza de conceptos estructurantes como electricidad. Es decir, se hace necesario en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la vinculación de un enfoque CTSA. Así mismo, se propone que el estudiantado comprenda que algunos materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica y otros no (denominados aislantes) y que el paso de la corriente siempre genera calor. Sumado a esto, la educación en ciencias en Colombia, debe propender en este nivel educativo, por el hecho de que los y las estudiantes articulen sus saberes a su cotidianidad. Por esto, los DBA establecen que el estudiante de grado 5°, debe comprender que un circuito eléctrico básico está formado por un generador o fuente (pila), conductores (cables) y uno o más dispositivos (bombillos, motores, timbres), los cuales deben estar conectados apropiadamente (por sus dos polos) para que funcionen y produzcan diferentes efectos. Entonces, a partir de estos documentos ministeriales enunciados, se espera que la educación en ciencias permita al estudiante, el analizar de manera crítica las implicaciones de la electricidad y sus usos. En otras palabras, el uso de

cuestiones sociocientíficas y analogías, permiten el cumplir dichos objetivos de aprendizaje y desarrollar en los y las estudiantes, competencias científicas y de pensamiento crítico.

Por todo lo anterior, se construye esta iniciativa de aula en educación en ciencias, esperando desarrollar una investigación en la cual se aborde la enseñanza de conceptos básicos de electricidad al interior del área de ciencias naturales, en particular en relación al entorno físico con estudiantes de grado quinto (5°), en donde se emplee un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), dada la contingencia sanitaria. Dicho OVA, contará con la implementación de estrategias didácticas basadas en la modelización de la ciencia, las analogías y las cuestiones sociocientíficas, todo bajo un enfoque de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).

Finalmente, la pertinencia de esta investigación se articula al estado actual de los resultados en pruebas externas a nivel nacional y local, como se presentó en el apartado anterior. Asimismo, y de acuerdo con lo estipulado en la misión de la Universidad Surcolombiana, cada graduado debe contar con una formación integral, en donde involucre un sentido crítico e investigador fundamentado en conocimientos disciplinares, que a su vez le permitan desarrollar procesos de construcción social, con un enfoque dirigido a diseñar estrategias hacia el desarrollo humano, social, sostenible y sustentable de la región. Entonces, el desarrollo de esta investigación favorece la construcción del perfil del graduado al interior de la Universidad Surcolombiana y se articula a las líneas formativas de la Maestría en Educación, en donde se propenden procesos que involucren una contextualización de los conocimientos con las diferentes problemáticas formativas y de la vida cotidiana. Todo esto, para generar un compromiso con el desarrollo integral de la región, y con la búsqueda de posibles soluciones a los temas relacionados con el proceso educativo. Es decir, que el emplear enfoques integradores como el de CTSA en el aula de las ciencias naturales, se

permitirá dar cumplimiento al perfil misional de nuestra casa de estudios y contribuir a la formación de profesionales en la educación con un pensamiento crítico y ambientalmente sustentable.

3 OBJETIVOS

3.1 General

Contribuir al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad mediante la implementación de una Unidad Didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas, y mediada por las TIC con estudiantes de grado quinto de básica primaria al interior del Colegio Gimnasio Los Ángeles en Neiva, Huila.

3.2 Específicos

- Reconocer las concepciones al inicio y al final del proceso formativo del estudiantado de grado quinto de básica primaria sobre conceptos básicos de electricidad.
- Implementar una Unidad Didáctica basada en el uso de analogías y cuestiones sociocientíficas y mediada por las TIC, para la enseñanza de conceptos básicos de electricidad con estudiantes de grado quinto.
- Evaluar la contribución de las analogías y las cuestiones sociocientíficas al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en el campo de la física.

4 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se presentan los principales estudios relacionados con el aprendizaje y la enseñanza del concepto estructurante electricidad en el campo de la física. Para ello, se han revisado distintas producciones académicas en el ámbito internacional, nacional y regional. De esta manera, de cada texto revisado se han identificado los objetivos, los aspectos metodológicos y los principales hallazgos a los que han llegado los autores, con el fin de referenciar algunas líneas de acción en este campo temático y las principales dificultades en el proceso de aula. Dichos antecedentes, en su mayoría fueron recopilados mediante la búsqueda en base de datos especializadas y de acceso libre, como son los portales Scholar Google, Scielo, Redalyc, Science Direct y Dialnet, en revistas indexadas como Enseñanza de las Ciencias, TED: Tecné, Episteme & Didaxis, Góndola, Eureka, Contexto y Educación, entre otras. De igual manera, se hizo la respectiva búsqueda en la plataforma de la Biblioteca Central de la Universidad Surcolombiana y en el repositorio de trabajos de grado de la Maestría en Educación y de programas de formación en educación en ciencias.

4.1 Investigaciones de orden Internacional

Existen diversos artículos y trabajos investigativos relacionados al uso de didácticas alternativas, como es el caso de las analogías, y de igual forma sobre cuestiones sociocientíficas (CSC) relacionadas a la enseñanza de los conceptos asociados a circuitos eléctricos: electricidad, intensidad de corriente, voltaje, resistencia eléctrica. Las fases exploratorias de estos trabajos, en

la mayoría de los casos, muestran errores en la interpretación de conceptos y el uso de términos inadecuados para explicar fenómenos eléctricos (Zapata, 2008), debido a las limitaciones comunicativas o del vocabulario por parte del estudiantado (de Pro y Rodríguez, 2010). Dichas limitaciones, guardan relación con las prácticas docentes, dado que muchas ocasiones, son los mismos docentes quienes no cuentan con las habilidades procedimentales para el trabajo en el laboratorio de física, como es el caso de la conexión de un voltímetro (Marrero y Fernández, 2012). Esta dificultad, conlleva a procesos de enseñanza y aprendizaje desarticulados, y orientados a contenidos conceptuales, que repercuten en el interés del estudiantado. Así mismo, el uso de diversos textos escolares en las aulas de clase, ha sido referenciados por autores como Alomá y Martins (2008). Estos autores consideran que la enseñanza de las ciencias ha estado limitada por la implementación en el aula, de material confuso, en donde no hay claridad sobre los conceptos y se promueven interpretaciones polisémicas, favoreciendo concepciones alternativas, como es el caso del concepto flujo eléctrico.

De ahí que, otros autores hablen de la importancia de fortalecer una educación científica crítica (Solbes y Torres, 2018), la cual de sentido al aprendizaje de los contenidos científicos inmersos en cuestiones sociales, ambientales, económicas y políticas. Es decir, contextualizar el conocimiento para que su aprendizaje sea significativo.

A partir de esta necesidad, algunos investigadores como Galagovsky y Greco (2009), han realizado investigaciones empleando analogías, observando qué en la mayoría de los casos, los y las estudiantes llegan a crear modelos mentales que representan con palabras o gráficos. Esta habilidad, permite consecuentemente, el construir significados relacionados con conceptos científicos que se hace abstractos bajo enfoques tradicionalistas (Fagúndez y Pérez, 2011).

A continuación, se reseñan algunas investigaciones del orden internacional sobre los aspectos expuestos anteriormente.

Tabla 2. *Antecedentes internacionales.*

TÍTULO	AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	PRINCIPALES HALLAZGOS
Propuesta didáctica en física: El concepto de flujo eléctrico (VZL)	Alomá, E. Martins, I. (2008).	Desarrollar una propuesta de secuencia didáctica que permita, a partir de las concepciones espontáneas de los estudiantes, un cambio conceptual del término flujo eléctrico hacia su significado en electromagnetismo.	Modalidad de investigación-acción como metodología orientada hacia el cambio educativo. La propuesta de secuencia didáctica se realizó a partir de los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica de textos universitarios de física, utilizando técnicas de análisis de contenido, así como también mediante la aplicación de un instrumento diagnóstico de concepciones alternativas a 50 estudiantes de ingeniería.	Los textos no poseen un lenguaje aclaratorio de la polisemia del término flujo; y una parte significativa de la muestra asocia flujo eléctrico con movimiento y no con líneas de fuerza. Tales resultados podrían generar posibles concepciones erróneas del término flujo en electromagnetismo.
Jugando con los circuitos eléctricos en tercer ciclo de Educación primaria	Zapata, M. (2008).	El diseño y la aplicación de la unidad didáctica “Jugando con los Circuitos Eléctricos” en	Se ha utilizado un modelo de planificación que se basa en cinco tareas: análisis del contenido objeto de enseñanza,	- Los niños y niñas del grupo han tenido problemas en la comunicación escrita y ello ha condicionado, en gran medida, la información recogida de sus hojas de trabajo.

(ESP)		educación primaria.	identificación de los posibles problemas de aprendizaje, selección de objetivos, establecimiento de la secuencia de enseñanza y selección de estrategias de evaluación.	<p>- También hay que tener en cuenta que cualquier cambio metodológico exige un periodo de adaptación por parte de los niños y niñas que, en nuestro caso, no hemos tenido tiempo de considerar.</p> <p>Los estudiantes durante la aplicación de la secuencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Han tenido problemas para montar un circuito con dos bombillas en paralelo. - No todos leen el guion; sólo se centran en los dibujos para hacer el montaje. - Tienen problemas en las “cuestiones para pensar” y, en general, en la comunicación escrita. - Usan términos inadecuados (confunden electricidad, energía, corriente) y algunos razonamientos extraños. - A pesar de verlo, tienen problemas para predecir qué ocurre si se afloja una bombilla, si se añaden más...
Uso de analogías para el "aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes (ARG)	Galagovsky, L. Greco, M. (2009)	Enseñar los niveles de organización de los seres vivos a través de la teoría de sistemas. Diseñar una analogía adecuada y establecer una planificación didáctica según los lineamientos del MDA.	se diseñó un Modelo Didáctico Analógico (MDA) que permitió desarrollar estos conceptos a partir de un juego de naipes, basado en la estructura y función de fábricas de diferentes alimentos, y de tablas para que los estudiantes pudieran realizar actividades de “correlación	El pensamiento analógico les permitió adquirir conocimiento sustentable sobre modelos complejos; es decir, crearon modelos mentales que representaron con palabras y gráficos, de categoría no isomórfica a las situaciones reales que representaban (el hombre, el árbol, los microorganismos, los ecosistemas). Es decir, los estudiantes pudieron hacer representaciones gráficas que son modelos abstractos con un lejano referente del mundo real.

		<p>Analizar la utilización de los lenguajes cotidiano y científico como tensión en la comunicación entre expertos y novatos. Evaluar la efectividad del aprendizaje de los estudiantes por utilización del MDA.</p>	<p>conceptual” entre seres vivos como el hombre, el árbol, los organismos unicelulares y los ecosistemas, y la analogía de la fábrica. Estas tablas se utilizaron luego para que los estudiantes construyeran por comparación los conceptos mencionados. A partir de ellos, los estudiantes diseñaron esquemas para representar sus modelos mentales sobre sistemas biológicos.</p>	
<p>Aprender competencias en una propuesta Para la enseñanza de los circuitos eléctricos En educación primaria (ESP)</p>	<p>de Pro Bueno, A. y Rodríguez, J. (2010).</p>	<p>El objetivo central del trabajo es el diseño de una unidad didáctica sobre el Estudio de los Circuitos Eléctricos en la Educación Primaria, su puesta en práctica, y la valoración de algunos de los efectos producidos en el aprendizaje del alumnado.</p>	<p>Tras revisar algunas propuestas y aportaciones en la relación con esta temática, decidimos adaptar la planteada por Pro (2008) para esta etapa educativa. Una vez elaborados los materiales, estudiamos cómo evolucionaron las sub-competencias en tres actividades prácticas: realización de montajes,</p>	<p>En resumen, existe una cierta relación entre la acción –los resultados obtenidos en los protocolos– y las respuestas a las «preguntas para pensar», pero las limitaciones comunicativas o de vocabulario del alumnado nos impiden saber su alcance.</p> <p>Por otro lado, no se detecta una mejora en el tiempo (hay un descenso significativo con los circuitos en paralelo) en la realización de montajes, lo que parece indicar que puede haber factores (tipo de montaje, de preguntas...) que sean determinantes para que la evolución no sea secuencial y positiva.</p> <p>El alumnado de la experiencia ha aprendido una serie de estrategias y éstas le valen para</p>

			<p>descripción de observaciones, realización de predicciones, interpretación de observaciones y predicciones, y uso de modelo de corriente eléctrica. Se emplean, además, protocolos de observación de las actividades, todas las libretas de trabajo del alumnado y el diario del profesor en el que anotaba el desarrollo, las incidencias, las cuestiones planteadas por los niños, las apreciaciones inmediatas de cada sesión.</p>	<p>desenvolverse en las «clases habituales». Pero, cuando necesitan otras (recordemos la incidencia ocurrida cuando debían contrastar la iluminación de los circuitos), tienen dificultad para utilizarlas si cambia el contexto donde la aprendieron.</p> <p>Es posible avanzar en el estudio de los circuitos eléctricos sin necesidad de introducir el modelo de corriente, pero hay que ser conscientes de que el alumnado no sólo tiene su modelo alternativo, sino que lo usa en las interpretaciones y condiciona, incluso, observaciones y predicciones. ¿Qué hubiera ocurrido si se hubiese cambiado la planificación, introduciendo antes la analogía?</p>
<p>La analogía y la construcción de significados científicos en la enseñanza de la física para estudiantes de ingeniería (VZL)</p>	<p>Fagúndez, T. Pérez, O. (2011).</p>	<p>- Determinar y analizar cómo los profesores utilizan las analogías para construir explicaciones y argumentaciones en el contexto de clases de mecánica universitaria para estudiantes de</p>	<p>Aproximación metodológica cualitativa y estudio instrumental colectivo de casos. Participantes: 3 profesoras experimentadas de física de una Facultad de Ingeniería. Los datos son relatos de episodios</p>	<p>Las analogías incorporadas permiten dotar de cierto significado inicial a los términos científicos involucrados; a la vez que pueden sugerir nuevas ideas y hacer más comprensibles los significados científicos.</p> <p>En términos generales en las clases de física analizadas las analogías son usadas para:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La construcción de significados relacionados con conceptos científicos abstractos. 2. Establecer el comportamiento de entidades y/o sistemas físicos.

		<p>ingeniería.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar las analogías presentes en las explicaciones elaboradas en clases universitarias por profesores experimentados de física en el contexto de una facultad de ingeniería. - Identificar y analizar la contribución de las analogías en las explicaciones para la construcción de significados científicos. 	<p>de clases de física de los primeros cursos recogidos a partir de grabaciones en video y notas de campo de las investigadoras (observadoras)</p> <p>Las explicaciones de las profesoras se han dividido en episodios en base a ser una unidad de contenido que tiene significado en sí mismo.</p>	<p>3. Establecer y/o referenciar un marco teórico de análisis.</p> <p>4. Como referencia para establecer una metodología y/o procedimiento.</p>
<p>Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato. (MXC)</p>	<p>Orlaineta, S. García-Salcedo, R. Sánchez, D. y Guzmán, J. (2012)</p>	<p>Promover el aprendizaje en los estudiantes de bachillerato mediante el empleo de un cómic que aborda algunos conceptos sobre electricidad. En particular, se trabajó con un cómic donde se</p>	<p>Este cómic forma parte de las actividades propuestas en una secuencia didáctica que incluye, además, una serie de actividades experimentales de bajo costo, discusiones grupales y de clases que pretenden inducir a la mejora de la comprensión de los</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoró la comprensión de los conceptos de corriente eléctrica, diferencia de potencial y resistencia eléctrica. Esto se refleja en la ganancia normalizada que obtuvieron ambos grupos. - Es factible emplear la secuencia didáctica en instituciones con estudiantes de diversos niveles de rendimiento, particularmente bajos, como se muestra en la descripción de la población, debido a que los materiales que se requieren son de fácil acceso y económicos.

		definen y relacionan la diferencia de potencial, la resistencia eléctrica y la corriente eléctrica.	conceptos antes mencionados, así como determinar la relación entre ellos, es decir, la Ley de Ohm. La secuencia fue aplicada a un grupo de prueba de segundo semestre de Física de nivel bachillerato y se comparó contra un grupo de control de características similares. La evaluación de esta propuesta fueron algunas preguntas de la Evaluación de Conceptos de Circuitos Eléctricos (ECCE, por sus siglas en inglés) diseñado por Sokoloff y los resultados se analizaron empleando la ganancia conceptual normalizada para comparar el aprendizaje de ambos grupos.	<p>- Los cómics motivan el aprendizaje del grupo y se observa como estudiantes que son poco participativos en otro tipo de estrategias se vuelven dinámicos y activos al aplicar la secuencia didáctica.</p> <p>- Para estudiantes con problemas de comprensión lectora, los textos reducidos en los globos de los cómics les son más fáciles de analizar, por lo que se incrementa su participación en las discusiones.</p>
Discursive interactions and the use of analogies in physics teaching	Bozelli, F. Nardi, R. (2012)	To investigate the interactive discursive processes related to the figures of	Qualitative and interpretative approach. Participants: 23 future high school physics teachers, during a	It is necessary more discussion about the use of analogies in teachers initial training programs; taking account its function, benefit or disadvantage, how to explore analogies in a more effective way.

(BRZ)		speech (analogies), working out and exploration in physics classrooms.	semester, when the development of supervised practicum activities, done in a public state university in São Paulo, Brazil.	Besides that, how the discursive interactive context among teacher and students can interfere in the teaching and learning processes in classroom.
Profesores reflexionando acerca de los circuitos eléctricos a enseñar (ESP)	Marrero, J. Fernández, J. (2012)	En este trabajo se presentan las ideas, dudas y preguntas del profesorado participante en un curso de formación, diseñado para mejorar sus conocimientos en la didáctica de la electricidad. Con el objetivo de elaborar secuencias de reflexión y apoyarlos en sus conflictos cognitivos con pautas metodológicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Toma de datos: Los profesores trabajaron en pequeños grupos de investigación y discutían acerca de circuitos eléctricos sencillos. Al terminar, hicieron una lista de preguntas obtenidas de sus observaciones, lo que permitió tener reflejados sus puntos de vista. - El análisis de las conversaciones libres de los profesores, extraídas de las filmaciones que se tenían de las sesiones, nos reflejarán unas cuestiones que puede que no tengan resueltas muchos profesores, pero de lo que no cabe duda es que nos resultan orientadoras de sus inquietudes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los profesores no somos conscientes del símbolo y lo que éste representa, siendo necesario, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo mental, que el alumno tenga una evidencia de lo que el símbolo representa. - Se ha puesto de manifiesto el razonamiento secuencial, sobre todo en lo referido a que la misma pila “no suministra” la misma intensidad corriente en distintos circuitos, aunque las variaciones hayan sido pequeñas. - Aunque parece que es frecuente en muchos alumnos universitarios, también se ha encontrado aquí que los profesores de ciencias tienen problemas para conectar adecuadamente los voltímetros y los amperímetros en el circuito. - En algunos casos debemos recordar la necesidad de que el circuito esté cerrado, la conservación de la carga, pero sobre todo combatir el razonamiento secuencial que, como sabemos, se revitaliza después de un tiempo, encontrándose entre alumnos universitarios y profesores en ejercicio.

			<p>- Criterios de clasificación: Los datos obtenidos según la recopilación de las cuestiones que nos plantean los profesores, así como las que manifiestan en sus discusiones filmadas las hemos estructurado en los apartados: genéricos, flujo de electricidad, batería y bombilla.</p>	
<p>Circuitos resistivo-inductivos en corriente continua: análisis de su tratamiento en libros de texto del ciclo básico universitario (ARG)</p>	<p>Giacosa, N. Zang, C. Giorgi, S. Maidana, J. Such, A. (2013)</p>	<p>Analizar el contenido de libros de física utilizados en diferentes universidades argentinas, relacionado con circuitos resistivo-inductivos en corriente continua.</p>	<p>Estudio descriptivo. Análisis de contenido de los capítulos de doce libros, en los que se desarrollan los conceptos relacionados con el comportamiento de los circuitos (usados en universidades de Argentina).</p>	<p>- En la mayoría de los libros se modela implícitamente el circuito como un sistema aislado y se deducen ecuaciones descriptivas de los fenómenos asociados a los procesos de aumento y decaimiento de corriente, partiendo del principio de conservación de la energía.</p> <p>- Predominio de instrumentalismo matemático del tema.</p> <p>- Se presentan ecuaciones temporales que no se grafican y gráficos cuyas ecuaciones no se explicitan, lo cual dificulta la comprensión lectora.</p> <p>- Imágenes, analogías, referencias históricas y aplicaciones a la vida cotidiana son escasas.</p> <p>- El aprendizaje de los fenómenos transitorios en circuitos usando los libros puede resultar difícil, ya que estos recursos propiciarían de manera limitada la construcción de modelos mentales acordes a los científicos.</p>

<p>Diseño, aplicación y evaluación de una Propuesta para la enseñanza de los circuitos Eléctricos en tercer ciclo de educación Primaria (ESP)</p>	<p>Rodríguez, F. (2013).</p>	<p>El objetivo central del trabajo realizado de una unidad didáctica sobre el Estudio de los Circuitos Eléctricos en la Educación Primaria, su puesta en práctica, y la valoración de algunos de los efectos producidos al aprendizaje del alumnado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar un pre-test (conocimientos iniciales del alumnado) y un pos-test (conocimientos finales), no tanto para contrastar los resultados como para caracterizar dos momentos distintos en el proceso de construcción del conocimiento. - En cuanto al seguimiento de la puesta en práctica de la propuesta, se centra en las tres actividades prácticas (estudio de circuitos con bombillas simples, en serie y en paralelo). - En relación con las actividades de seguimiento, se fija en la presencia o no de los modelos alternativos (unipolar, interruptor-fuente y atenuación) que, según la literatura 	<p>A la vista de los resultados obtenidos en la prueba inicial, se destaca que los conocimientos previos que tenían los alumnos eran esperables, ya que no habían trabajado con los circuitos eléctricos en ningún curso de la Etapa Primaria. No obstante, se observa que sus experiencias cotidianas o extraescolares les habían permitido distinguir aparatos eléctricos de su entorno, conocer algunas de las normas de seguridad o identificar los elementos de un circuito sencillo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En relación con el circuito con bombillas en serie todos lo realizaron sin dificultad y contestaron adecuadamente las preguntas que se basaban en la descripción de lo que iban observando. Sin embargo, en este caso, se aprecian dificultades cuando deben explicar, interpretar, predecir hechos y fenómenos en los que han trabajado manualmente. - En el circuito con bombillas en paralelo se tuvieron peores resultados que en los casos anteriores. Se cree se han debido a una deficiente realización experimental. - Se observa en el pos-test que no tienen problemas para reconocer aparatos eléctricos próximos o del aula, conocer algunos peligros del uso de la electricidad, diferenciar los elementos de un circuito o identificar y explicar fenómenos que aparecen en el estudio de éste.
---	------------------------------	--	---	--

			especializada, son tan propios de estas edades.	
Uso de TIC en la enseñanza de la Física: videos y software de análisis (ARG)	Cuesta, A. Benavente, M. (2014).	Aplicación de estrategias utilizando NTIC'S funciona como mediadora y facilitadora del proceso de enseñanza – aprendizaje con el objetivo que los estudiantes desarrollen capacidades cognitivas y procedimentales que serán, luego, transferibles a futuras experiencias de aprendizaje.	La estrategia aplicada corresponde a una metodología encuadrada en lo que se denomina “aprendizaje activo de la Física” y supone abordar un contenido específico con el uso de Tutoriales desarrollados por el grupo de Educación de la Física de la Universidad de Washington, en Seattle (USA).	Al realizar el análisis de los resultados obtenidos se encontró que estos fueron positivos ya que aumentó el porcentaje de respuestas correctas en el post test, revirtiendo lo manifestado en el pre test. El análisis del bajo porcentaje (aunque no nulo) de preguntas donde se detectó involución permite revisar el planteo del tutorial en los aspectos de orden, redacción, notas aclaratorias, dificultad de las preguntas, etc.
Utilización de analogías en la enseñanza de física en bachillerato (ESP)	Mínguez, R. (2015).	Explicar la necesidad de una analogía para explicar el proceso de la desintegración radiactiva de un isótopo y la ley que lo describe, ya que se tratan de conceptos de gran	El conjunto de actividades que se proponen para la enseñanza de la ley de desintegración radiactiva y sus consecuencias se puede realizar en tres sesiones de 50 minutos cada una. Se trata de una secuencia didáctica	Las analogías no sólo ayudan a la comprensión de conceptos complejos y abstractos, sino que permiten que el alumno desarrolle las competencias, actitudes y habilidades necesarias para el trabajo científico y para su vida personal y profesional, en especial las analogías que precisan de la intervención y participación del alumno. Así mismo, se ha plasmado la importancia de una planificación de la analogía que sea correcta y estructurada, para que tenga el resultado deseado.

		dificultad para los alumnos de 2º Bachillerato que cursan la asignatura de Física.	para estudiantes de la práctica de la maestría en una institución educativa en España.	
Propuesta Práctica de Intervención para la Utilización de la Analogía Química-Cocina como Recurso Didáctico para Trabajar de Manera Contextualizada los Contenidos de la Materia Física y Química de 2º de ESO	Romero, S. (2017)	Definir una serie de actividades a modo de propuesta de intervención práctica bajo un enfoque CTS concreto utilizando la analogía química-cocina, que permita desarrollar los contenidos de la asignatura de Física y Química de 2º de ESO, con el fin último de incrementar el interés de los estudiantes hacia el estudio de la Química.	Enfoque CTS con utilización de la analogía química-cocina para contextualizar la enseñanza-aprendizaje de determinados contenidos de los bloques de Química de la asignatura de Física y Química de 2º de ESO.	No fue posible evaluar el proceso de ejecución de la propuesta dado que el periodo de prácticas de la investigadora se desarrolló antes de la escritura del informe, de igual forma no se pudo comprobar la correcta adecuación de cada una de las actividades a los contenidos y competencias asociados, su precisión y facilidad de ejecución, y que el cambio metodológico propuesto permite alcanzar los objetivos fijados de mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje y del interés y motivación de los alumnos.
Energía nuclear: una cuestión socio-científica para el desarrollo del	Solbes, J; Torres, N. (2018).	Plantear un caso en formato de Cuestión Sociocientífica (CSC), que incluye	Estudio de caso aplicado a los últimos cursos de secundaria o primeros universitarios y las áreas de	El uso de las CSC de modo interdisciplinar por los profesores de física contribuye a la educación CTS y al reto de una educación científica crítica que implica dar sentido al aprendizaje de los contenidos científicos inmersos en cuestiones sociales,

pensamiento crítico (ESP)		los tópicos principales: las consecuencias de las bombas atómicas, el papel de los científicos en su construcción pero también en su rechazo y el precio que pagaron por este último y, por último, aplicar el pensamiento crítico a los argumentos acerca de las centrales nucleares.	conocimiento implicadas son la física y química nuclear, la historia de la ciencia y la historia universal.	ambientales, económicas y políticas, dejando de lado nociones ingenuas y lineales en el aprendizaje de la física.
Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias (ESP)	Solbes, J. (2019).	En este artículo de reflexión se aborda el origen y la evolución de la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y su relación con las cuestiones socio-científicas (CSC)	Se muestran diferentes propuestas de pensamiento crítico (pc) desde la didáctica de las ciencias, viendo como estas, si se centran únicamente en los aspectos procedimentales del mismo, son insuficientes para desarrollarlo en la enseñanza de las ciencias y que, para	En primer lugar, muestra que el núcleo del programa de investigación CTS y CSC es prácticamente el mismo y plantear divisiones olvida que lo importante es generalizar el uso crítico de ambas en las aulas de ciencias, lo cual no se ha conseguido aún. En segundo lugar, comprueba que la ciencia es metodológicamente crítica, pero para que se pueda considerar como pc tiene que abordar CSC.

			ello, es necesario el abordaje de CSC.	
--	--	--	---	--

4.2 Investigaciones de orden Nacional

En nuestro país, el estudio de analogías y cuestiones sociocientíficas es un campo de investigación relativamente nuevo y, por ende, los autores sugieren que las analogías en la enseñanza de la Física, deben ser muy bien elaboradas y pertinentes. Lo anterior, con el fin de evitar dificultades asociadas durante el proceso de enseñanza, y que en el estudiante se materialicen errores conceptuales y emociones que conlleven a la confusión (García, 2015). Además, se hace necesario pensar en la integración de los contenidos de la ciencia con el contexto real del estudiante, esto debe ser un proceso constante, que evite el crear tensiones de tiempo y que se articule de manera oportuna a los contenidos adaptados en las mallas curriculares de los colegios (Arias y Dallagnol, 2016).

Consecuentemente, la falta en dicha contextualización de los conceptos en Física se ve reflejada en errores durante las repuestas que emiten los y las estudiantes acerca de temas relacionados con la electricidad (Bolívar et al., 2017). Así, el objetivo en común es fortalecer las habilidades argumentativas en los y las estudiantes, de manera continua y bajo metodologías que favorezcan la participación en las sesiones de clase y se repercuta en el interés y desarrollo cognitivo del estudiantado (Duque, 2018).

Con fundamento en lo anterior, Arias y Dallagnol (2016) proponen repensar el proceso enseñanza - aprendizaje de las ciencias y su interacción con el ambiente, la sociedad y la tecnología. Para esto, sugieren la construcción de múltiples actividades focalizadas a articular Cuestiones Sociocientíficas (CSC), en donde los contenidos curriculares, se acoplen a la evaluación formativa dentro del aula. Paralelamente a esto, autores como Villamil (2017) afirman que el uso de analogías, cumple la función de complementar ideas, aclarar aspectos ambiguos y

despertar el interés en los y las estudiantes. Entonces, las CSC y las analogías se hacen estrategias pertinentes para promover aprendizajes significativos y desarrollar habilidades de pensamiento, específicas de la educación en ciencias.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, se recopilan los trabajos investigativos de autores que han trabajado didácticas emergentes como el uso de analogías y las CSC en el país, para la enseñanza de conceptos relacionados con el fenómeno de la electricidad al interior de la física.

Tabla 3. *Antecedentes nacionales.*

TÍTULO	AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	PRINCIPALES HALLAZGOS
Estudio de los circuitos eléctricos: implicaciones disciplinares y didácticas en el proceso de enseñanza en estudiantes de grado quinto.	García, M. (2015).	Realización de un estudio que permitiera identificar las implicaciones disciplinares y didácticas que conllevan la aproximación a las nociones que favorecen la comprensión de los componentes y su funcionamiento de los circuitos eléctricos con niños de grado quinto, diseñando e implementando para tal fin una estrategia didáctica en donde se privilegiaron la narrativa, la actividad experimental y la pregunta.	Para alcanzar el objetivo de este estudio se planteó una estrategia de aula empleando la investigación - acción, a partir de tres momentos, en los que privilegió: Las edades de los niños (etapa concreta), el desarrollo de habilidades de pensamiento propios para esta edad, la pregunta como herramienta movilizadora del pensamiento, la narrativa en el proceso de la enseñanza y la actividad experimental como una manera de aproximarse a un fenómeno.	Se encontraron algunas dificultades en dichos procesos de enseñanza: vacíos conceptuales sobre las explicaciones que dan los maestros sobre los fenómenos naturales, debido a que su formación no es especializada en el área, la complejidad de los temas y el grado de abstracción que demandan para el nivel, la carencia de estrategias didácticas que favorecen la capacidad de asombro, la observación y la descripción de situaciones o fenómenos físicos, entre otros. Al abordar el tema de los circuitos eléctricos con niños se considera pertinente que el docente lo haga con un discurso y lenguaje apropiados para la etapa de desarrollo (Operaciones concretas) en que se encuentran, facilitando así la comprensión y aproximación conceptual de los temas a tratar, sin dejar de lado las posibles actividades experimentales que se han diseñado previamente para lograr tal fin. Al hacer uso de la analogía del circuito con una pista de automovilismo, se debe tener mucha precaución, además deben ser muy bien elaborada y pertinente al fenómeno de estudio para evitar en el proceso de enseñanza del estudiante errores conceptuales y confusión.

<p>Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA.</p>	<p>Arias, I. Dallagnol, M. (2016).</p>	<p>Investigar cómo se materializan las interacciones Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) en el trabajo con CSC y de qué manera su abordaje en el aula contribuye en la constitución del currículo.</p>	<p>Investigación cualitativa, estudio de caso. Tuvo como objeto de estudio el pequeño grupo de investigación (PGI) conformado por 12 docentes de diversas áreas del conocimiento (matemáticas, física, química y biología), a fin de investigar cómo se materializan las interacciones CTSA en el trabajo con CSC y de qué manera su abordaje en el aula contribuye en la constitución del currículo. Para tal fin, las herramientas usadas durante la recolección de información fueron los siguientes: entrevistas, relatorías y registros descriptivos.</p>	<p>Durante el transcurso de la investigación, emergieron diversas tensiones relacionadas con tiempo y concordancia con la malla curricular del periodo escolar en el que fue aplicado, fue una oportunidad para que los docentes se involucraran en la construcción de múltiples actividades focalizadas a articular la CSC seleccionada con los contenidos del espacio académico y una manera de incorporar la evaluación formativa dentro del aula.</p>
<p>Propuesta de contextualizar la Enseñanza de la física</p>	<p>Bolívar, A. Torres, N. Solbes, J. (2017).</p>	<p>Analizar como los estudiantes hacen uso de conceptos</p>	<p>Se diseñó un cuestionario enfocado a conocer como los estudiantes</p>	<p>Los resultados muestran datos satisfactorios en relación a la comprensión de conceptos de mecánica clásica, pero hay dificultad en la aplicabilidad de los mismos en contextos</p>

usando los accidentes de tráfico.		de mecánica clásica en un caso de accidentes de tránsito.	aplican los conceptos de la mecánica clásica para resolver el caso.	específicos como la predicción de eventos físicos. Muchas de las respuestas dadas por los estudiantes apuntan a la falta de contextualización de conceptos de la física.
La Analogía Máquina Térmica e Hidráulica, y su uso en la Enseñanza de la Física.	Villamil, N. (2017).	indagar sobre el uso de la analogía en el ámbito educativo, como lo es en este caso la noción de máquina térmica, desde una perspectiva histórica y adicionalmente se hace uso de la propuesta analógica descrita por este autor, entre una máquina: térmica e hidráulica,	La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo-descriptivo, para ello se realizó un estudio histórico – crítico de la obra Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego de Carnot. A su vez se diseña un instrumento para la recolección de información en una población de estudiantes del departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional y la muestra seleccionada fueron los maestros en formación del espacio académico termodinámica, del periodo 2017-II. El tamaño de la muestra es de 19 personas de	Referente al uso de la analogía en la enseñanza de la ciencia, es importante que el docente que pretenda hacer uso de esta herramienta para estructurar, ya sea: su clase, unidad didáctica, ruta de aula u otras, debe privilegiar la construcción del concepto concreto a abordar, y de esta manera la analogía cumple la función de complementar, aclarar aspectos y propiciar el interés en los estudiantes. La propuesta planteada aporta significativamente a los propósitos en los que se enmarca esta, entre ellos: el reconocimiento por la relación disciplina- contexto histórico; así como también, la elaboración de materiales pedagógicos en los que se evidencie la relación mencionada.

			edad promedio de 21 años y de tercer semestre en promedio.	
El estudio del espectro de las lámparas halógenas como analogía que permita la descripción del espectro electromagnético del sol. Una propuesta de aula para la enseñanza de la física.	Fonseca, D. (2017).	Contextualizar una propuesta para dar solución a la problemática en torno a la enseñanza del espectro electromagnético, en dos aspectos fundamentales, el primero la enseñanza de las ciencias por medio de analogías que permitan al estudiante facilitar su comprensión y facilitar su proceso de enseñanza y segundo a la reconstrucción histórica del espectro electromagnético.	Para la investigación y elaboración de este trabajo se parte de una revisión documental, en primera instancia, de los textos originales de Kirchhoff y Bunsen para reconstruir los hechos históricos más sobresalientes de los siglos XIX en el estudio del espectro electromagnético. Esto conlleva a realizar una investigación para efectuar los procesos de enseñanza-aprendizaje por medio de las analogías en la física, como actor principal James Clerk Maxwell en sus trabajos. Lo anterior proporciona criterios	El trabajo realizado permite construir una analogía teniendo en cuenta la importancia de esta para el proceso de enseñanza del espectro electromagnético. Con base en algunos aspectos de este tema y en parte a su lado histórico el cual juega un rol importante para incentivar a los estudiantes y darse cuenta de los procesos de investigación que llevaron a cabo los científicos del siglo XIX, dando como resultado interpretaciones valiosas para el análisis del espectro y la utilización de las analogías como recurso didáctico y como un tipo especial de comparación que se define por su propósito y por el tipo de información que se relaciona.

			para el diseño de una ruta metodológica que da como resultado una propuesta de aula para la enseñanza de las ciencias.	
Controversias Socio-Científicas en clase de Física.	Duque, D. (2018).	Formular una propuesta didáctica para trabajar las Controversias Socio-Científicas sobre campos electromagnéticos.	metodología de tipo cualitativo, mediante estudio de caso. Recolección, interpretación y posterior análisis de los datos	De acuerdo a los resultados obtenidos, donde las estudiantes presentan un nivel bajo en sus habilidades argumentativas evidenciadas en el desarrollo de la investigación, se afirma que potenciar este tipo de habilidades es una tarea continua y que no se puede lograr con unas pocas sesiones de clase y de manera aislada, por el contrario requiere una planificación a largo plazo, donde los objetivos apunten a desarrollar y profundizar en cada nivel de complejidad la forma en la que exponen sus ideas.
Base orientadora de la acción en el aprendizaje del concepto circuito eléctrico desde la teoría de la actividad en estudiantes de primaria.	Quintero, E. (2019).	Enseñanza del concepto circuito eléctrico en estudiantes de primaria a partir de la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (TFEAM) desarrollada por Galperín (etapa motivacional, concreta, verbal	Esta investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto en tres fases: primero, la aplicación de pre-test; segundo, diseño y aplicación de una Base Orientadora de la Acción (BOA) con un sistema de tareas prácticas y virtuales que le permitieron al estudiante atravesar gradualmente por cada etapa hasta	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades desarrolladas por los estudiantes de manera grupal e individual a través de una instrucción clara y precisa del docente permiten que el individuo se involucre y se comprometa con su proceso de aprendizaje, de esta manera, la constante realización de acciones durante su proceso genera cambios en su comportamiento dentro de un aula de clase. - El desarrollo de los juegos virtuales que relacionan el concepto de circuito eléctrico con su aplicación en la vida cotidiana fue una de las actividades que permitió la incorporación del concepto, que responde al proceso instructivo del estudiante, con la práctica de valores como la

		<p>externa, verbal interna y mental), con el fin de elevar los niveles de aprendizaje de acuerdo a su edad escolar y facilitar la comprensión a futuro de otros conceptos abstractos relacionados con cálculos matemáticos de mayor nivel.</p>	<p>alcanzar un nivel de independencia y dominio del concepto; en esta fase se analiza y categoriza la información con ayuda de herramientas como: diario de campo y entrevistas; por último, se aplica un pos-test y analizan los resultados obtenidos, una vez finalizado el proceso formativo.</p>	<p>tolerancia y la responsabilidad, inherentes a las relaciones interpersonales de los procesos educativo y desarrollador de cada estudiante.</p> <p>- La mayoría de los estudiantes presentan una dificultad elevada al momento de redactar respuestas que involucren el concepto, sin embargo, cuando se les pide que lo hagan de manera verbal o explícita, mejoran notablemente sus respuestas, lo cual podría estar asociado con una dificultad en la comunicación escrita, pero demuestra la importancia de la interacción del sujeto y sus pares con el objeto del conocimiento a través de una TFEAM.</p>
--	--	--	--	---

4.3 Regional o Local

Finalmente, en el ámbito local se hace visible la escasa investigación conjunta del uso de analogías en el proceso de enseñanza – aprendizaje en Física, específicamente en los temas relacionados a la electricidad. De igual manera, no hay registros de implementación de secuencias de aula. En donde haga uso de las CSC para abordar temática de naturaleza abstracta en el campo de la física, como es el caso del fenómeno de la electricidad. Por tal motivo, se considera necesario investigar sobre cómo contribuyen las analogías y las cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de conceptos básicos de electricidad a estudiantes de primaria. La evidencia bibliográfica sugiere que trabajar con analogías fortalece el desarrollo de competencias, actitudes y habilidades necesarias para el trabajo científico, para la vida personal y profesional de los estudiantes (Mínguez, 2015), mientras que las cuestiones sociocientíficas dan sustento para que la ciencia se considere metodológicamente crítica (Solbes, 2019).

Tabla 4. Antecedentes regionales.

TÍTULO	AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	PRINCIPALES HALLAZGOS
Enseñanza y aprendizaje del concepto de corriente eléctrica basado en analogías y metáforas	González, H. Marín, G. Ortiz, F. (2014).	Diseñar un modelo metodológico basado en analogías y metáforas, para procurar el aprendizaje del concepto de corriente eléctrica, en estudiantes de grado 11.	Estudio de caso con enfoque cualitativo, centrando el análisis en la descripción de los eventos observados. Este proceso se desarrolló mediante tres fases correspondientes a identificación, diseño y cierre.	La evaluación del aprendizaje significativo de los estudiantes se hizo a partir de los mapas conceptuales y redes semánticas, que ellos mismos realizaron, durante el proceso se enseñanza expositiva. Los resultados de las evaluaciones infieren la eficacia de las estrategias usadas en el aula de clase y en el laboratorio de Física. Estas estrategias didácticas también promueven el intelecto creativo, entre los estudiantes, debido a que ellas han sido usadas en la construcción de nuevo conocimiento en forma sistemática.
Aproximación a las concepciones del alumnado de secundaria de Neiva (Colombia) sobre el Origen de la energía eléctrica de uso doméstico	García, I., Álvarez, J., Rivas, J., Mosquera, J., Cerquera, L., Torres, A., Hernández, D., Rojas, J., Triviño, L.	Conocer las concepciones de los alumnos de secundaria de Neiva (Colombia) sobre el origen de la energía eléctrica de uso doméstico	Este estudio se desarrolla con un enfoque cualitativo, empleando el método de análisis de contenido con el software Atlas. Ti 7.0 sobre una muestra de 21 estudiantes de una institución educativa de Neiva (Colombia) y utilizando el cuestionario como instrumento para la toma de datos.	Altos porcentajes en concepciones reduccionistas, en donde definían como origen y fuente de la energía eléctrica, elementos tangibles y próximos a sus hogares como cables, postes, e incluso los mismos electrodomésticos que usan. Los resultados obtenidos indica que el alumnado no tiene una clara concepción del origen de la energía eléctrica de uso doméstico.

<p>Estrategias para el Aprendizaje de Conceptos, Actitudes y Prácticas sobre Recursos Energéticos con Estudiantes de Grado Sexto y Séptimo de Cuatro Instituciones Educativas de Neiva.</p>	<p>Torres, A., Cárdenas, A., Hernández, D., Díaz, D., & Cerquera, L. (2018).</p>	<p>Contribuir a la enseñanza y el aprendizaje de los recursos energéticos en estudiantes de los grados sexto y séptimo de 4 instituciones educativas de la ciudad de Neiva.</p>	<p>La investigación se desarrolló con un enfoque mixto en el cual se hizo un análisis cuantitativo y cualitativo, mediante análisis de contenido utilizando técnicas de recolección de información como cuestionario de ideas previas de tipo mixto, es decir, preguntas abiertas, con opción múltiple de respuesta y una escala Likert; el cual fue validado por tres expertos en Didáctica de la Física de España y Colombia; intervenciones didácticas, trabajos prácticos y observación participante. La población objeto de estudio correspondió a 86 estudiantes de grado sexto y séptimo de cuatro instituciones Educativa de Neiva, Huila.</p>	<p>La investigación nos entrega, en primera medida los resultados de la aplicación del cuestionario, posteriormente el diseño y aplicación de la intervención didáctica y por último la comparación de las concepciones de los estudiantes con base en la aplicación del cuestionario al finalizar el proceso formativo, se irán presentando los hallazgos para cada institución educativa y por último se presentará una comparación global. En cada caso se mostrarán respuestas textuales del estudiantado y un análisis desde la didáctica de las ciencias naturales, la didáctica de la física y algunos aspectos de la educación ambiental y la educación para la sostenibilidad.</p>
---	--	---	--	---

5 MARCO TEÓRICO

5.1 Enseñanza de las Ciencias

Las ciencias de la naturaleza constituyen la sistematización y formalización del conocimiento sobre el mundo natural. Es a través de la construcción de conceptos y la búsqueda de relaciones entre ellos, en la que la Ciencia permite generar modelos que ayudan a comprender la realidad, predecir el comportamiento de los fenómenos naturales y actuar sobre ellos, para llegar a mejorar las condiciones de vida de los individuos. La construcción de estos modelos explicativos y predictivos se lleva a cabo a través recolección de datos, observación directa o experimentación, y de formulación de hipótesis que después han de ser contrastadas.

No obstante, la enseñanza de las ciencias naturales presenta nuevos desafíos, pues en medio de esta aldea global y digital en la que nos desenvolvemos, la híper conectividad y la abundancia de información es una realidad sin precedentes. Allí se encuentran 3 posturas, la búsqueda de mayores niveles de cobertura, la redefinición de la equidad y de la calidad en el marco del derecho a la educación y la construcción de la ciudadanía. Estos nuevos paradigmas generan discordancia con el modelo de enseñanza tradicional que imparten los y las docentes en las aulas de clases. Por este motivo, los cambios en la enseñanza de las ciencias naturales, responden a las necesidades actuales de la sociedad, en donde las personas deben poseer ciertas competencias que les permitan interactuar activa y conscientemente en su entorno.

De tal manera, se busca promover una comprensión de la ciencia como una construcción humana, en un proceso de verdadera alfabetización científica. Según Furió y Vilches (1997), esta alfabetización está orientada a que la gran mayoría de la población disponga de conocimientos

científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo. Para ello, la enseñanza de las ciencias se centra en la comprensión de conocimientos, procedimientos y valores que permitan a los estudiantes tomar decisiones y percibir tanto la pertinencia de las ciencias y sus aplicaciones en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, así como las limitaciones y consecuencias negativas de su desarrollo.

Según Latorre y Sanfélix (2000), la alfabetización científica, incluye cinco componentes:

- Conocimiento de hechos significativos, conceptos, principios y teorías de la ciencia.
- Habilidad para aplicar el conocimiento relevante de la ciencia a las situaciones cotidianas de la vida.
- Habilidad para utilizar los procedimientos de la investigación científica.
- Comprensión de las ideas básicas sobre las características de la ciencia y sobre la importancia de las interacciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- Posesión de actitudes basadas en una información fidedigna y de intereses relacionados con la ciencia.

De acuerdo a lo anterior, Caamaño (2011) considera que la contextualización de la ciencia en el aula de clase sólo es posible cuando se relaciona con la vida real y da respuesta a las necesidades e intereses de los estudiantes. Por lo cual, se debe partir de un enfoque basado en el

contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos, ya que la enseñanza contextualizada enfatiza en la naturaleza social del conocimiento; así, el estudiante aprende en relación con otras personas, a través de prácticas sociales, en situaciones reales y auténticas, mediante actividades que se realizan en un determinado contexto y cultura que le dan significado. Como consecuencia, aprender a pensar científicamente implica aprender a desarrollar, evaluar y revisar modelos, explicaciones y teorías.

Con lo expuesto anteriormente, la educación, especialmente primaria, ha de facilitar a las personas una alfabetización científica que haga posible la familiarización con la naturaleza y las ideas básicas de la ciencia y que ayude a la comprensión de los problemas a cuya solución puede contribuir el desarrollo tecnocientífico, facilitando actitudes responsables dirigidas a sentar las bases de un desarrollo sostenible. En síntesis, la ciencia en esta etapa debe estar próxima al estudiante y favorecer su familiarización progresiva con la cultura científica, llevando a enfrentarse a problemas abiertos y a participar en la construcción y posterior ejecución de estrategias que apunten a solucionar los problemas de estudio de la naturaleza, el medio ambiente y su relación directa con la sociedad.

5.2 Enseñanza y Aprendizaje de la Física

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física responde a las demandas y necesidades del desarrollo de la sociedad en cada periodo histórico. Para Campelo (2003), este proceso tiene como objetivo desarrollar integralmente al estudiante en el aspecto de la formación de su actividad cognoscitiva, del desarrollo del pensamiento y de sus conocimientos y habilidades, así como en el

aspecto de su personalidad. Un objetivo de la enseñanza de la Física es proporcionar a los estudiantes las condiciones favorables para adquirir un conjunto de conceptos necesarios para interpretar fenómenos naturales y resolver problemas. La familiarización con los medios de enseñanza, objetos y fenómenos, el esclarecimiento de las vinculaciones entre ellos y la formación de nociones y conceptos físicos, constituyen el proceso de desarrollo de la capacidad de la observación, de la imaginación y del razonamiento lógico de los estudiantes.

Según de Pro (2009), los objetivos prioritarios que deben cumplir los contenidos de física que se enseñen en la enseñanza secundaria son tres: atender las necesidades actuales -personales y colectivas- en este ámbito del conocimiento; facilitar herramientas básicas al estudiantado para que pueda tomar decisiones reflexivas ante los problemas que tendrán, como ciudadanos, en un futuro próximo; y provocar satisfacción por lo que haya aprendido y deseo por seguir aprendiendo.

De igual manera, el mismo autor señala que la necesidad de acercar la física de los científicos a la física que demanda la formación obligatoria de los ciudadanos exige una traducción no literal de los conocimientos existentes, es decir una transposición didáctica, puesto que cada profesional tiene un modelo educativo, unas creencias, unas experiencias y unos criterios que implícita o explícitamente utiliza cuando elige los contenidos a enseñar.

5.3 Dificultades en la Enseñanza y Aprendizaje de la Física

Para Ocampo (2017), el estudiante de la básica primaria y el de la secundaria, tiene en común que el estudio de la física puede resultar complicado y generar malestar o temor, ya que para su aprendizaje se requiere las habilidades científicas: observar, indagar, medir y experimentar;

Por lo tanto, es necesario que el docente repiense sus prácticas educativas a través de estrategias didácticas que le proporcionen al estudiante espacios y elementos necesarios para despertar en él, un interés de aprender temas científicos. En particular, el concepto de energía en la básica primaria desde segundo grado muestra ya que los estudiantes tienen dificultad en el estudio y comprensión de ésta pese a ser un tema habitual, ya que el niño tiene relación directa con algunos artefactos, máquinas, dispositivos y juguetes que la requieren para su funcionamiento.

De lo anterior, se desprende la importancia de que los maestros consideren cambiar sus métodos de enseñanza para llevarlo a un campo que sea práctico y experimental en el cual el alumno tenga la oportunidad de descubrir e interactuar (Quintero, 2019). Adicionalmente, la complejidad del lenguaje técnico y científico puede impedir la comprensión de muchos conceptos de las ciencias naturales, por lo que es necesario abordar la ciencia desde la práctica, la cotidianidad y desde las necesidades que supone en el aprendizaje de determinados conceptos y conocimientos. Por ejemplo, el concepto de circuito eléctrico requiere de algunos conocimientos previos asociados al nivel microscópico y abstracto; desde esta perspectiva, el uso del lenguaje juega un papel fundamental en el cual es necesario tener en cuenta el nivel de escolaridad, sin restar rigurosidad científica para evitar la aparición de obstáculos epistemológicos en niveles de escolaridad superior.

5.4 Aprendizaje Mediado por las TIC

Los ambientes de aprendizaje mediados por las TIC, se han venido presentando de una manera ascendente, que ha hecho experimentar cambios de los saberes de aula y de los materiales exclusivamente preparados por los docentes, en la enseñanza virtual se combinan distintos

elementos pedagógicos permitiendo contacto a través de videoconferencias, chats y una interacción diferente con materiales de estudio a través de multimedios (Fantini, 2008).

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aportan unas ventajas que han justificado su rápida expansión como es la interactividad, el acceso al curso o material desde cualquier lugar y en cualquier momento, la rápida existencia de retroalimentación que permite que un docente pueda conocer si el alumno responde al método y alcanza los objetivos fijados inicialmente (Rugeles et al., 2015).

Por su parte, Bermúdez (2016) menciona que los contenidos y la información se puede recibir no solo de manera textual, sino también mediante las nuevas tecnologías, es posible recibir ideas visuales y auditivas, lo cual hace más llamativa el acto pedagógico, más aún cuando estas aplicaciones y dispositivos son dinámicos, favoreciendo y enriqueciendo los procesos de enseñanza - aprendizaje. Teniendo en cuenta esto, se analiza que la pedagogía es importante para el proceso enseñanza-aprendizaje el cual ayuda a fortalecer los conocimientos que los estudiantes van adquiriendo diariamente.

5.5 Objeto Virtual de Aprendizaje – OVA

Con el paso del tiempo, los recursos digitales se han venido transformando trayendo beneficios a muchos sistemas gracias a los avances tecnológicos, entre ellos se encuentra el sistema educativo. Por medio de la tecnología, ha sido más factible el acceso a la educación desde cualquier lugar y a través de diferentes medios. Desde hace varios años, los Materiales Educativos Computarizados (MEC) se han convertido en una herramienta, que según Galvis (1997), se definen

como aplicaciones informáticas cuyo objetivo final es apoyar el aprendizaje. Sin embargo, las tecnologías avanzadas por sí mismas no reformarán la educación, ni cambiarán las estructuras de las escuelas, si no se distribuye equitativamente esta capacidad técnica; se debe iniciar a brindarla a quienes tienen visión de reforma educativa para que exploren sus bondades, empoderar a los profesores para que sean guías creativos de quienes serán aprendices a lo largo de toda su vida, para de este modo propiciar los cambios culturales al interior de los sistemas y de las comunidades soporte, que son necesarios para reestructurar la escuela y reformar la educación.

En Colombia los Materiales Educativos Computarizados (MEC) han sido modificados a Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) tras la iniciativa del Ministerio de Educación Nacional el cual busca promover recursos digitales reutilizables, de esta manera definiendo OVA como un conjunto de recursos digitales, autocontenibles y reutilizables, con un propósito educativo constituido por componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elemento de contextualización. Desde otra perspectiva, en México se establece que los OVA deben tener como finalidad el generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades de los estudiantes. Es decir, los Objetos Virtuales de Aprendizaje son elementos informáticos que se expresan en lenguaje digital y que tienen la capacidad de adaptarse a nuevas necesidades pedagógicas o contextos educativos (Sánchez, 2014).

5.6 Modelización en las Ciencias

En la enseñanza de las Ciencias Naturales, la modelización de los fenómenos y sus características es una herramienta indispensable para la comprensión del universo que habitamos.

Para Chamizo (2010), los modelos son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo, con un objetivo específico. En esta definición todas las palabras son importantes: las representaciones son fundamentalmente ideas, aunque no necesariamente ya que también pueden ser objetos materiales. Las representaciones no son por sí mismas, y valga la redundancia, autoidentificantes. Las representaciones lo son de alguien (ya sea una persona, o un grupo, generalmente este último) que las identifica como tales. El mismo autor plantea tres aspectos de los modelos que permiten identificarlos claramente: (1) Pueden ser mentales, materiales o matemáticos. (2) De acuerdo a su contexto pueden ser a su vez didácticos o científicos dependiendo de la comunidad que los justifique y el uso que se les dé. En este punto es importante el momento histórico en el que los modelos son construidos, siendo los modelos más sencillos los más antiguos. (3) Lo que se va a modelar puede ser una idea, un objeto, un fenómeno o un sistema integrantes del mismo.

Consecuentemente, Aragón et al. (2018), afirma que trabajar en el aula con enfoques de modelización tiene una característica distintiva: los recursos que acompañan al desarrollo de dicha actividad en las aulas. Por ejemplo, una representación a escala es una imagen que, siguiendo una relación de proporcionalidad, sustituye a la realidad. Una maqueta es una representación a escala, habitualmente material, tridimensional y simplificada, de un sistema. Una analogía es el establecimiento de relaciones de semejanza entre dos sistemas distintos. Un modelo mecánico es una representación material de un sistema que es manipulable y que a su vez puede tener carácter análogo ya que los objetos que representa son sustituidos por entidades análogas.

Según Greca y Moreira (1998), la necesidad de la modelización surge desde el momento mismo de pensar, por ejemplo, cómo plantear de una teoría científica, pues esta implica la

construcción de un modelo mental. Estos modelos mentales que pueden ser contruidos como resultado de la percepción, interacción social o experiencia interna permiten a los individuos hacer inferencias y predicciones, entender los fenómenos, decidir las acciones a tomar y controlar su ejecución. Es allí, donde las ideas previas de los alumnos no se deben considerar son concepciones aisladas, ilógicas o incoherentes, sino que están implícitas y organizadas en estos modelos de trabajo y el docente debe orientar este proceso de modelación mental para garantizar un aprendizaje significativo en el estudiantado.

Finalmente, Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) plantean que la constitución de los modelos científicos supone la utilización de entidades instrumentales auxiliares, que aportan datos más allá de los captados por los sentidos con ayuda de los instrumentos tecnológicos y la comunicación de modelos científicos entre expertos utiliza también elementos del lenguaje literario que enriquecen la descripción del modelo científico, como son la analogía y la metáfora.

5.7 Sobre las Analogías en Ciencias Naturales

De acuerdo a lo planteado por Fernández et al., (2014), el uso de “técnicas de abstracción” tales como representaciones, experimentos imaginarios y análisis de casos límites ha jugado un papel central en la construcción de nuevas ideas científicas y en la comunicación de las mismas a otros miembros de la comunidad científica. En el caso de las analogías, el autor argumenta que se podría dar como sentado que cuando una persona se enfrenta ante una situación nueva, usualmente ésta recurre a ideas que le resultaron útiles en casos similares, es decir, trata de relacionarlo con experiencias previas para tratar de responder los interrogantes planteados ante dicha situación.

De igual manera, Oliva et al (2003) plantea que el proceso para estructurar una analogía (figura 1), consiste en elegir el análogo (situación que se utiliza como referencia) y de conocimiento del alumno para abordar un blanco (situación objeto de estudio), un modelo mental del análogo que se utiliza como referencia, y un conjunto de herramientas didácticas externas que estimulen el razonamiento analógico en los estudiantes.

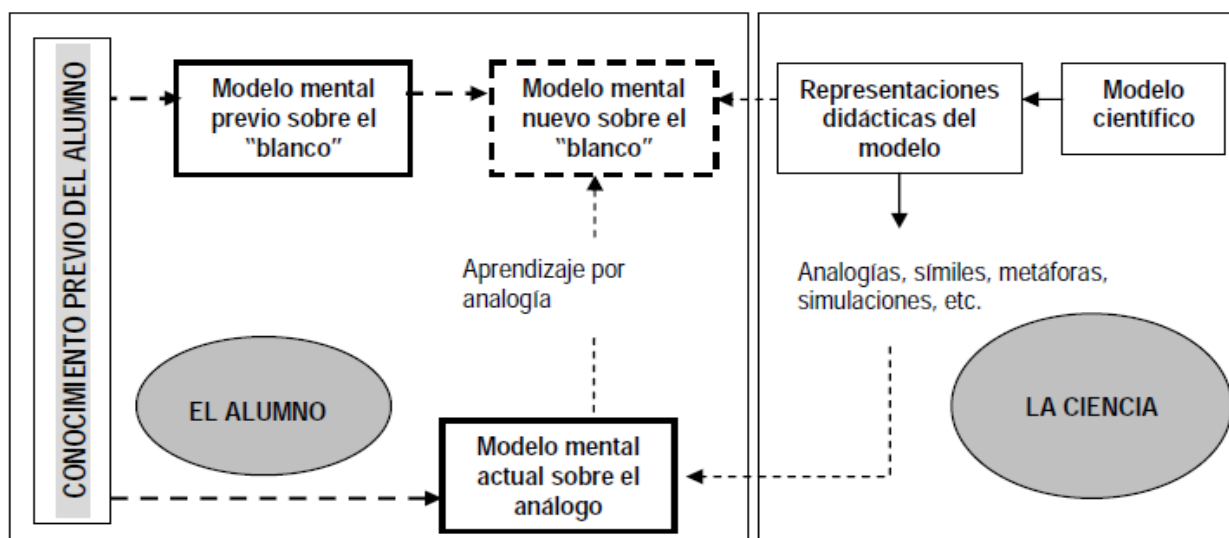


Figura 1. Modelos mentales, representaciones didácticas del modelo científico y modelo de la analogía.

Fuente: Oliva (2004)

Así pues, es allí, en donde el contexto cobra relativa importancia en el proceso enseñanza – aprendizaje, pues las analogías parten desde la realidad próxima del estudiante para lograr resultados óptimos. Ejemplos sencillos como la analogía de cocinar en fogón de leña (Pino, 2018), el cual aplica prácticas de cocina como laboratorios experimentales, que evidenció que los estudiantes tienen la oportunidad de vivenciar los procesos, dando utilidad a las características del

contexto próximo, o de cómo se organizan los sistemas biológicos con la comparación de una fábrica de alimentos (Galagovsky y Greco, 2009), que sugiere que los estudiantes logran reconocer la célula como un sistema unificado y a sus subestructuras como partes interrelacionadas dentro del mismo, más no como partes aisladas o desarticuladas.

En otras palabras, podría afirmarse que “una de las bases del éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias puede radicar en saber relacionar suficientemente los conceptos y contenidos abstractos con la realidad concreta y cotidiana.” (Fernández, et al., 2003, p. 1). De allí surge una ineludible relación entre las explicaciones conceptuales en las que se desenvuelve la ciencia y la vivencia observacional o experimental previa (Fernández, et al., 2004), puesto que como afirma González (2005), “cada estudiante construye el modelo mental a partir de la percepción, del discurso (representaciones proposicionales que lo conforman) o de la imaginación, de manera que entre el modelo y el concepto científico al que representa existe semejanza estructural, y no de apariencia o aspecto” (p.1).

En Física, las analogías también son un campo de investigación amplio que incluye trabajos de Fagúndez y Pérez (2011) al analizar cómo los profesores de física de nivel universitario utilizan las analogías para construir explicaciones y argumentaciones, Ulazia (2015) sobre el caso histórico de analogías en mecánica de fluidos, Fonseca (2017) y el estudio del espectro de las lámparas halógenas como analogía para describir el espectro electromagnético del sol, Bolívar et al. (2017) sobre accidentes de tráfico y mecánica clásica en estudiantes de licenciatura de Ciencias Naturales, entre muchos otros. Las conclusiones de estos trabajos indican que introducir modelos analógicos en el aula es una forma de evidenciar mejores niveles de comprensión en las ideas que se desean

construir en los estudiantes, siempre y cuando la analogía esté bien diseñada y su intencionalidad sea clara para el tema o concepto que se desean enseñar.

5.8 Pensamiento Crítico

Estudios como el de López et al., (2017), el desarrollo del Pensamiento Crítico (PC) no está muy presente en la práctica educativa debido a varias razones, entre ellas la complejidad del propio concepto y la dificultad para concretarlo de tal forma que pueda servir de referencia en la práctica docente. Esta razón deriva en la necesidad de involucrar el PC directamente en el estudio de las Ciencias Naturales; para ello, se ha identificado un conjunto de ocho dimensiones que se propone de forma tentativa como un esquema de referencia para su desarrollo en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva general. El desarrollo y posterior fortalecimiento del PC puede fomentarse trabajando individualmente cada una de las ocho dimensiones, pero siendo necesario incluir también problemas en los que se abordan todas ellas de forma integrada.

El conocimiento científico debe formar parte de la cultura personal (Díaz et al., 2019), permitiendo al estudiantado y comunidad en general, interpretar la realidad con racionalidad y libertad, y facilitando argumentos con la finalidad última de tomar decisiones fundamentadas y críticas en los asuntos relacionados con ciencia y tecnología que permean lo cotidiano. Lo que se busca a través del desarrollo del PC es la alfabetización científica, es decir, lograr un uso más social de la concepción que habitualmente se sostiene sobre la ciencia y hacerla más humana y contemporánea, necesidad imperativa para una sociedad cada vez más preparada e informada en términos científico-tecnológicos.

	Dimensión (D)	Descripción
D1	Visión de la ciencia	Concebir la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente.
D2	Conocimientos	Estar informado de los temas que se abordan, no limitarse a discursos dominantes y conocer posturas alternativas.
D3	Análisis crítico de la información	Evaluar la credibilidad de las fuentes de información, teniendo en cuenta los intereses subyacentes.
D4	Tratamiento de los problemas	Abordar los problemas de forma integral, en su complejidad, teniendo en cuenta las dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, ambientales, económicas, etc.
D5	Argumentación	Crear argumentaciones sólidas y cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, y detectando falacias argumentativas.
D6	Autonomía personal	Desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella.
D7	Toma de decisiones	Hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que emplean para resolver problemas.
D8	Comunicación	Comunicar decisiones usando un lenguaje apropiado, de acuerdo con el contexto y las metas o intenciones.

Tabla 4. Dimensiones del pensamiento crítico

Fuente: Blanco et al., (2004).

Para Carrión et al. (2014), desde una tradición pedagógica sociocrítica los estudiantes pueden desarrollar el pensamiento crítico y argumentativo mediante un modelo de enseñanza con enfoque CTSA, aunado a la interpretación y el análisis de una CSC, es decir, ubicados desde una problemática real que genere controversia, pues hay que tener en cuenta que no solo el estudiante tendrá retos intelectuales, también el docente al reflexionar sobre las acciones dentro del aula que promuevan la argumentación en los estudiantes.

5.9 Enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente - CTSA

A mediados de los setentas nace el enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) como una corriente de renovación curricular en la enseñanza de las Ciencias naturales, que sugería una enseñanza crítica en reacción al cientificismo y tradicionalismo predominante de la época (Arias, 2014). Se basaba en el principio de enseñar ciencias no para preparar solamente a aquellos interesados en estudiar carreras afines a las Ciencias Naturales, sino que la escuela debía repensar en la manera de formar a todos los ciudadanos.

Para Martínez y Parga (2013), el enfoque CTSA representó una transformación en el papel de maestros y estudiantes, pues motiva a estos últimos a relacionar el conocimiento científico con el desarrollo de actitudes y valores correspondientes a la comprensión de la ciencia como una actividad cultural y colectiva, alejada de estereotipos ajenos a la realidad. De esta manera, el enfoque CTSA, según Strieder et al. (2017), se ha configurado como una corriente amplia en propósitos asociados a la organización curricular, la creación de estrategias y recursos, la formación de profesores y la intervención en las políticas de educación pública.

Los enfoques CTS suponen la agrupación de propuestas y diversas iniciativas en sentido que las controversias socio-científicas permiten trabajar el compromiso público y la promoción y participación democrática de las comunidades en existencia de actitudes y capacidades sobre la toma de decisiones (Ballesteros y Gallego, 2019). Es por esto que la educación CTS debe abarcar tres parámetros fundamentales: racionalidad científica, desarrollo tecnológico y participación social donde permitan que los alumnos tengan una perspectiva de la ciencia y la tecnología que vaya más allá de la idea conceptual que las rodea (Strieder et al., 2017)

Existe una única comprensión con respecto al significado de la educación CTS, destacándose que implican darle importancia a una alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos, donde el movimiento no percibe la ciencia de manera clásica sino desde la perspectiva de forma autónoma para actuar como cadena transmisora en la mejora social; permitiendo ser una innovación en el currículo escolar que da prioridad a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas). La implementación de la ciencia, tecnología y sociedad en el currículo educativo secundario permite dar sentido al conocimiento que los estudiantes aprenden potenciando su funcionalidad y utilidad fuera del aula (Ramírez, 2013).

5.10 Cuestiones Sociocientíficas (CSC)

Las cuestiones Sociocientíficas (CSC) son enfoques capaces de formar ciudadanos capacitados para intervenir y participar en los argumentos generales que se presenten en la cotidianidad; mediante las CSC se pretende que el estudiantado tome decisiones pertinentes a los aspectos científicos y tecnológicos actuales. Igualmente, esta orientación está asumiendo grandes desafíos en la educación principalmente en la enseñanza de las ciencias y es que están articulando alternativas de trabajo en el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) para forjar una formación científica más humanística. Sin embargo, se conoce que la enseñanza de las ciencias en los años anteriores ha impartido su aprendizaje de manera memorística y descontextualizada. Para Cano et al. (2015), esta situación ha generado preocupación por la necesidad de los docentes en buscar alternativas que permitan que, los alumnos comprendan, se motiven y desarrollen habilidades hacia la toma de decisiones.

El abordaje de las CSC en la escuela aporta, además, en la formación del profesor, como investigador de su propia práctica y posibilita la generación y fortalecimiento de la autonomía docente; al tratar estas cuestiones se hace interdisciplinar debido a que al desarrollarlas desde diferentes áreas del conocimiento, el estudiante puede comprender las cuestiones Sociocientíficas de manera integral, por consiguiente que los temas sean de transversalidad ayuda a la adaptación según sean las necesidades locales que el estudiante viva en su cotidianidad (Arias y Dallagnol, 2016).

El uso de las CSC de modo interdisciplinar por los profesores de física contribuye a la educación CTS y al reto de una educación científica crítica que implica dar sentido al aprendizaje de los contenidos científicos inmersos en cuestiones sociales, ambientales, económicas y políticas, dejando de lado nociones ingenuas y lineales en el aprendizaje de la física. (Solbes y Torres, 2018); esta perspectiva permite valorar distintos elementos del aporte de las CSC al desarrollo del pensamiento crítico como lo son la expresión de opiniones, y los juicios fundamentados que requiere conocer otras posturas para analizarlas, confrontarlas y valorarlas.

La enseñanza de las ciencias naturales no solamente está determinada por conocimientos de carácter científico o la comprensión de los fenómenos naturales y artificiales; Por razones como la falta de motivación hacia el aprendizaje o el desinterés por el estudio de las ciencias naturales, se hace necesario el abordaje de las cuestiones sociocientíficas en el aula de clase, a partir de controversias relacionadas con el contexto del estudiante (Ruíz, 2014). De igual manera, Medina (2014) afirma que el futuro del conocimiento científico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de todos los ciudadanos en las discusiones sobre sus implicaciones sociales, éticas y ambientales.

Adicionalmente, el abordaje de las CSC juega un papel importante en la formación de profesionales de la educación, que los prepara para participar en controversias sobre temas sociales, políticos, éticos, morales y ambientales, lo cual exige la formación de ciudadanos críticos dotados de conocimientos y capacidades, que les permitan actuar responsablemente en la toma de decisiones fundamentadas en una sociedad democrática, promoviendo siempre un activismo ciudadano en la comunidad, donde se es consciente de que las actitudes de adaptación ante la emergente crisis global no contribuyen y, por el contrario, sí perjudican (Torres, 2011).

5.11 La Electricidad

La electricidad es una de las formas en que se expresa la energía, este fenómeno se manifiesta de diferentes formas en todo lo que está a nuestro alrededor, como por ejemplo un relámpago o el encendido de una bombilla eléctrica y demás aparatos de uso eléctrico, incluso los impulsos que se propagan por el sistema nervioso. Si bien se sabe que la masa es una propiedad de la materia, la carga eléctrica también lo es, ya que la electricidad y específicamente la electrostática implican el estudio de la interacción entre objetos eléctricamente cargados.

La carga eléctrica tiene relación con las partículas que constituyen el átomo (Hewitt, 2007). El átomo posee un núcleo con protones (cargas positivas), electrones (cargas negativas) y neutrones (partículas sin cargas) (Valero, 1997), las cuales se mantienen unidas por fuerzas denominadas fuerzas eléctricas que, al desplazarse a través de la materia, constituyen lo que denominamos una corriente eléctrica.

Las fuerzas eléctricas, que son estudiadas por la electrostática, existen entre cargas eléctricas en reposo y los estados de equilibrio determinados por dichas fuerzas; la atracción que se ejerce sobre los cuerpos al frotar un trozo de vidrio, ámbar, resina, entre otros materiales, se dice que está en estado eléctrico y ha sido electrizado por frotamiento, es decir, ha aparecido en el objeto una carga eléctrica. En condiciones normales, la materia es eléctricamente neutra, entendiendo con esta afirmación que cada átomo posee el mismo número de protones que electrones.

Cuando los átomos de un cuerpo adquieren o ceden electrones, se produce un desequilibrio; se dice entonces que el cuerpo está electrizado, pudiendo presentarse dos estados diferentes, según que exista defecto o exceso del número de electrones con respecto al número de protones. Los cuerpos con carga positiva son aquellos cuyos átomos han perdido electrones, y los cuerpos con carga negativa, son cuerpos cuyos átomos han ganado electrones. El estado de electrización de un cuerpo será tanto más intenso cuanto mayor sea el defecto o exceso de electrones que presente y por ende su carga eléctrica la cual ejerce una fuerza de atracción sobre cualquier otra carga, que se coloca en un espacio que la rodea, es decir el campo eléctrico (Barco et al., 2012).

Para mover una carga eléctrica se requiere energía. La energía eléctrica se genera por la conversión de otras formas de energía, lo que produce una diferencia de potencial, o voltaje (Wilson, et al., 2007). Dicho voltaje es funcional cuando hay un circuito eléctrico, cuya definición según Mendoza (2002), es el recorrido o conjunto de recorridos cerrados que siguen las cargas eléctricas formando una o varias corrientes. Los circuitos pueden estar constituidos por generadores, resistencias, condensadores, bobinas, etc. El circuito más simple que puede existir está formado por una fuente (pila), un hilo conductor (cable de cobre) y una resistencia (bombillo).

Las resistencias, según la Física Sears y Zemansky (Young et al., 2009), se pueden comparar con la analogía del líquido que fluye: Una manguera angosta ofrece más resistencia al flujo de agua que una ancha y una manguera larga tiene más resistencia al flujo que una corta. Es decir, para hacer que el agua fluya más rápido a través de la manguera, el extremo de la toma debe estar a una presión mayor mucho más alta que el extremo por donde sale el líquido. De forma análoga, debe haber una diferencia de potencial grande entre los extremos de un conducto para que pueda pasar por él una corriente eléctrica sustancial. Se puede incrementar la resistencia al flujo si se rellena la manguera y dicho flujo es aproximadamente proporcional a la diferencia de presión en los extremos de la manguera. La tasa de flujo es análoga a la corriente y la diferencia de presión es análoga a la diferencia de potencial, es decir, el voltaje.

En otras palabras, la resistencia es la oposición que ofrecen los materiales a que la corriente fluya a través de ellos y la corriente eléctrica es la cantidad de carga que fluye a través de un área de un material en una unidad de tiempo determinada.

6 METODOLOGÍA

En el siguiente apartado se expone la metodología que se pretende llevar a cabo en el proyecto de investigación bajo un enfoque mixto, basado en un diseño de tipo cuasi-experimental. Las técnicas de análisis de datos serán el análisis de contenido y el análisis estadístico correlacional. Por su parte, la recolección de la información se realizará mediante la aplicación de cuestionarios, la observación participante y la intervención didáctica mediada por las TIC para la enseñanza de conceptos básicos de electricidad y circuito eléctrico. Finalmente, se medirán los aportes de la intervención a partir de un cuestionario final, que se contrastará con el inicial, para evaluar el impacto de la propuesta didáctica basada en analogías y cuestiones sociocientíficas.

6.1 Enfoque de la Investigación

La metodología de trabajo a emplear en la investigación es de tipo mixto a partir de fundamentos exploratorios, puesto que, del contexto de la población participante, se aplicará un cuestionario al inicio del proceso para caracterizar las concepciones de los estudiantes de grado 5° acerca de los circuitos eléctricos, desde el concepto de electricidad, pasando por materiales conductores y aislantes, hasta elementos y funcionamiento de circuitos eléctricos sencillos.

Cuando se plantea una investigación de tipo mixta se busca aprovechar las fortalezas de los dos tipos de investigación, cuantitativa y cualitativa, complementándose mutuamente (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). De igual manera para estos autores, un método mixto se puede definir como una representación de un conjunto de procesos que pueden llegar a ser

sistemáticos, empíricos y críticos e implican la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, esto supone que se debe llevar a cabo una integración y discusión de manera conjunta, para lograr un análisis profundo y una mayor comprensión del fenómeno bajo estudio.

Los métodos mixtos, nacen de la necesidad por abordar fenómenos y problemas tales como relaciones interpersonales, la depresión, las organizaciones, la religiosidad, el consumo, las enfermedades, los valores de los jóvenes, la crisis económica global, los procesos astrofísicos, el DNA, la pobreza; que el uso de un único enfoque resultaría insuficiente para cubrir con esta complejidad (Hernández et al., 2006). Adicionalmente, Creswell, Plano y Garrett (2008), plantean que una metodología mixta permite aprovechar los datos cuantitativos y cualitativos a tal punto de minimizar las desventajas que presentan los métodos en mención por separado, desde la recolección de la información hasta el análisis de la misma.

6.2 Diseño de la Investigación

El diseño cuasi-experimental es el adecuado para esta investigación. De acuerdo con Arias (2006), este tipo de investigación es netamente explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Se puede establecer que, dentro de la investigación cuantitativa, este estudio se enmarca dentro la modalidad correlacional y cuasiexperimental, debido a que se propone analizar una serie de datos obtenidos de la aplicación de un cuestionario en un grupo experimental y en otro de control, organizados ya para un propósito instructivo. Estos datos, se transforman en valores numéricos

permitiendo evaluar la repercusión del modelo didáctico analógico, como estrategia para contribuir en el proceso de aprendizaje de conceptos inherentes a la electricidad y circuitos eléctricos.

Según Hernández et al., (2006), en los diseños cuasi-experimentales se manipula deliberadamente al menos una variable independiente, solo que en este tipo de experimentos se critica el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia de los grupos al inicio del experimento. En este diseño de tipo cuasi-experimental, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que los grupos ya están formados antes del experimento, la integración de dichos grupos es independiente al experimento.

6.3 Técnicas e Instrumentos para recolección de la Información

6.3.1 Cuestionario

Los cuestionarios como instrumentos de recolección de información son utilizados con frecuencia en el enfoque cualitativo debido a su capacidad de recoger diferentes datos con respecto a intereses, actitudes, opiniones, conocimientos y concepciones (Paramo y Arango, 2008). Al involucrar el enfoque cualitativo dentro de esta investigación, es relevante utilizar este instrumento de recolección de datos dado que, en este caso el conjunto de preguntas busca reconocer las concepciones que tienen los estudiantes de grado quinto sobre los circuitos eléctricos.

Las preguntas que se implementan en un cuestionario por lo general son de tipo cerradas y abiertas. En las preguntas cerradas existen opciones de respuesta limitadas que conllevan un proceso más sencillo de análisis y codificación; Gambara (2002) resalta un aspecto importante que se debe tener en cuenta en la formulación de preguntas cerradas con múltiples opciones, indicando

que éstas deben recoger todas las posibles respuestas de los participantes, de este modo el investigador se anticipa a las posibles alternativas de (Hernández et al., 2006).

Por otra parte, las preguntas abiertas no limitan una alternativa de respuesta específica, generando un proceso de análisis y codificación más riguroso debido a que el número de categorías de respuesta usualmente es muy elevado. Este tipo de preguntas suministran información muy amplia y son apropiadas cuando no se tiene certeza de la información acerca de las posibles respuestas de los participantes, también permiten profundizar en el pensamiento, concepción, ideas o motivos de un comportamiento determinado.

Para determinar el tipo de preguntas que debe tener el cuestionario, es importante considerar no solo la información que se busca recolectar, sino también las posibles respuestas, el tiempo disponible para la codificación y análisis, y la profundización para un tema en específico. Otro aspecto a tener en cuenta durante el diseño de un cuestionario es examinar cada una de las variables, el tipo de pregunta que puede proporcionar mayor información con su respuesta y los diferentes aspectos relacionados con el contexto del estudio tales como el planteamiento del problema, características de la muestra, tipo de análisis, etc. (Hernández et al., 2006).

6.3.2 Observación participante.

Considerando que la investigación de tipo mixto tiene un enfoque cualitativo, es indispensable pensar en la observación participante, donde el investigador puede tener una interacción con la situación observada incluyendo su participación en algunas situaciones que observa, en las cuales su papel se fundamenta en identificar reglas implícitas que permitan orientar las diferentes acciones de las personas en su propio contexto (Álvarez y Jurgenson, 2003).

La observación permite realizar una triangulación entre lo que se escribe, lo que se hace y lo que se dice (Mosquera, 2017). De esta manera, se fortalece la comprensión del contexto social, físico y económico de los sujetos a estudiar; las relaciones entre las personas, sus contextos, ideas, normas y eventos, los comportamientos y actividades de las personas, evidenciando lo que hacen, como lo hacen y con quien lo hacen.

Las fases de la observación participante según Flick (2004), se dividen en tres; la observación descriptiva en donde el investigador entra en el campo de estudio; la fase localizada en donde el investigador se centra en los procesos y problemas más esenciales de la investigación; y la fase selectiva en donde el investigador se centra en encontrar datos adicionales y ejemplos.

6.3.3 Intervención Didáctica.

La intervención didáctica es una de las técnicas de recolección de información, donde se planean las diferentes estrategias de enseñanza que se llevarán a cabo en el aula. Sin embargo, Perales y Cañal (2000) indican la complejidad de planear un proceso de enseñanza para que todos los estudiantes aprendan ya que cada grupo-clase es distinto, también los profesores, los materiales didácticos y todo el contexto en general. Por esta razón, es primordial que cada profesor diseñe de manera particular sus propias unidades didácticas de acuerdo a su contexto.

Según Sánchez y Valcárcel (1993), en el diseño de una unidad didáctica se deben tener en cuenta algunas consideraciones importantes como el análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación. En los objetivos, por ejemplo, se debe tener en cuenta diferentes aspectos del contexto de enseñanza, tales como el tiempo de enseñanza que se

disponga. También, ser precisos al momento de especificar lo que se espera que logre el estudiante, pues en muchos casos los objetivos que se plantean no se relacionan de manera correcta con lo que se puede llevar a cabo en el aula.

Para Coll y Solé (1987), en los procesos de Enseñanza y Aprendizaje deben estar presentes tres elementos fundamentales: el contenido, los resultados esperados y las actividades, los cuales den estar abordados desde el punto de vista del profesor (enseñanza) y del estudiante (aprendizaje). Es por esto que el diseño de una Unidad Didáctica debe considerar el análisis al momento de elegir los contenidos de enseñanza y el análisis de los potenciales aprendizajes de los estudiantes. En este orden de ideas, podemos afirmar que el modelo de planeación debe estar sujeto a un Análisis Científico y un Análisis Didáctico donde cada uno tiene su importancia e interdependencia.

6.4 Métodos y Técnicas para Análisis de la Información

6.4.1 Análisis de Contenido

Según Flick (2004), el análisis de contenido es uno de los procedimientos clásicos para analizar el material textual, con independencia de la procedencia de éste, que va desde productos de medios de comunicación a datos de entrevista. De igual manera para el autor, en la investigación cualitativa los textos se convierten en la base del trabajo interpretativo y de las inferencias realizadas a partir del material empírico como un todo. He allí la importancia de llevar registro detallado y claro de las observaciones y hallazgos realizados en las diferentes etapas de la investigación. Adicionalmente, el análisis de contenido permite consolidar categorías de agrupación de tendencias en torno al pensamiento de la población y/o muestra, y así mismo se pueden construir códigos que conduzcan a un análisis de las variables.

De esta manera, el análisis de contenido se considera un método idóneo para el campo de esta investigación, ya que, en educación, se hace necesario sistematizar y analizar en los textos o producciones de los sujetos de estudio, cualquier tendencia de pensamiento, idea, argumento y/o posibilidad literal que aporte a la unificación de unidades de análisis, que posteriormente podrán ser compartidas con otros investigadores o ser comparadas con procesos estadísticos más rigurosos.

Así mismo, el análisis de contenido se constituye según Bardín (1977), en un proceso doble de identificación y representación del contenido de un texto o documento (para este caso los resultados de los instrumentos aplicados: entrevistas, transcripciones de clases, formatos de reflexión), que trasciende las nociones convencionales del contenido como objeto de estudio. El contenido de un enunciado es un fenómeno multiforme producto de la combinación de cuatro factores básicos: contenido substancial, perspectiva situacional, actitud del hablante hacia la realidad y actitud del oyente hacia esa misma realidad (Pinto y Gálvez, 1996).

6.4.2 Software Atlas ti

Para la sistematización de los datos cualitativos, procedentes de las preguntas abiertas del cuestionario e intervenciones didácticas, se procederá a la utilización del software Atlas ti Qualitative Data Analysis 7.0 Este es un instrumento tecnológico necesario para el análisis de los datos; ya que permite analizarlos, sistematizar información creando citas, códigos, comentarios y representaciones gráficas, permitiendo seleccionar, clasificar y filtrar información.

6.4.3 Análisis Estadístico Correlacional

Este tipo de análisis es denominado por Mosquera (2017) como de tipo univariable, debido a que se enfoca en caracterizar la población de estudio en torno a (1) medidas representativas de la población, (2) índices de dispersión o desviación típica de estas medidas respecto a la distribución que representan, (3) procedimientos para normalizar los valores de la distribución y (4) medidas de las desigualdades de unos valores en relación con otros. El mismo autor indica que dicho análisis permite hacer una comparación interna entre los valores del instrumento y la interpretación de estas variables se realiza en relación a las condiciones y los supuestos de la investigación, permitiendo dar una formulación teórica a los enunciados y facilitar análisis posteriores correlacionales con otros resultados.

6.4.4 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

El software SPSS, es uno de los más empleados para realizar análisis estadístico básico. En este programa el investigador selecciona las opciones que considere pertinente su respectivo análisis, todo esto se hace mediante una matriz de datos. El tipo de análisis que se pueden realizar por medio de este software, consiste en informes, comparación de medias, correlaciones, análisis vectorial, reducción de datos, escalas, entre otros (Hernández et al., 2006).

6.5 Población Participante

El Gimnasio Los Ángeles, está ubicado en el barrio Sevilla de la ciudad de Neiva; es un colegio que atiende niños desde maternal hasta grado quinto de básica primaria. Actualmente tiene una población de 153 estudiantes y debido a la contingencia por la pandemia del virus COVID-

19, todos sus procesos académicos se realizan en la virtualidad desde el mes de marzo de 2020 y hasta la fecha de publicación de este documento.

Ahora bien, la población objeto de estudio son los y las estudiantes del grado quinto del Gimnasio Los Ángeles de Neiva. Esta población corresponde a un grupo de 28 estudiantes entre niños y niñas con edades entre los 10 y 12 años. El colegio tiene el consentimiento expreso para el uso de la imagen de los niños en publicaciones impresas y digitales, y de igual manera, se contará con el consentimiento escrito por parte de los padres de familia para que los niños participen en las diferentes actividades que se desarrollarán durante la investigación en su fase de intervención de aula.

De esta manera, los 32 estudiantes serán distribuidos en dos grupos (Grupo Intervención y Grupo Control) de manera aleatoria, estos serán homogéneos en cantidad de estudiantes. Así se conformará el Grupo Intervención (GI) en el cual se aplicará la secuencia didáctica mediada por las TIC y basada en Analogías y Cuestiones Sociocientíficas. Por su parte, el Grupo Control (GC) no tendrá intervención didáctica y en este caso, se aplicarán el cuestionario de entrada y de salida, dejando de por medio las clases habituales en el colegio.

6.6 Operacionalización de las variables.

Objetivo General	Objetivos específicos	Instrumentos	Resultados esperados
<p>Contribuir al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad mediante la implementación de una Unidad Didáctica basada en analogías y cuestiones Sociocientíficas, y mediada por las TIC con estudiantes de grado quinto de básica primaria al interior del Colegio Gimnasio Los Ángeles en Neiva, Huila.</p>	<p>Reconocer las concepciones al inicio y al final del proceso formativo del estudiantado de grado quinto de básica primaria sobre conceptos básicos de electricidad.</p>	<p>Cuestionarios para valorar las concepciones del estudiantado semana tras semana.</p>	<p>Se pretende reconocer las ideas previas, lo que conocen, lo que no conocen e identificar si existe un cambio en las concepciones al final de la intervención didáctica.</p>
	<p>Implementar una Unidad Didáctica basada en el uso de analogías y cuestiones Sociocientíficas y mediada por las TIC, para la enseñanza de conceptos básicos de electricidad con estudiantes de 5°.</p>	<p>Secuencia didáctica estructurada en 4 unidades temáticas basadas en analogías y CSC, implementada mediante la plataforma Edmodo.</p>	<p>Se desea despertar el interés por la Física en los estudiantes, favorecer actitudes y emociones en el aula de Ciencias y lograr la apropiación de las analogías y las CSC en el proceso de aprendizaje.</p>
	<p>Evaluar la contribución de las analogías y las CSC al aprendizaje de conceptos básicos de electricidad en el campo de la física.</p>	<p>Observación participante, el análisis de contenido y el análisis correlacional para comparar el momento inicial y final de la intervención de aula.</p>	<p>Se espera, además, que las concepciones iniciales del grupo de intervención se movilicen desde tendencias de pensamiento alternativo a tendencias de pensamiento próximas al conocimiento científico (progreso de sus concepciones). De igual manera, valorar los aportes de las analogías y las CSC al proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.</p>

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de la investigación, inicialmente la validación del cuestionario, seguidamente las concepciones iniciales del estudiantado del Grupo Control y del Grupo Intervención, después se presenta el diseño y aplicación de la intervención didáctica, y finalmente la progresión de las concepciones de los y las estudiantes con base en la aplicación del cuestionario al finalizar la intervención de aula basada en analogías y cuestiones Sociocientíficas y mediada por las TIC.

7.1 Validación de Cuestionario

Para la sistematización de las concepciones de los y las estudiantes acerca la electricidad y sus conceptos básicos, se diseñó un cuestionario que fue sometido a validación por expertos en el área de la enseñanza de la física. En este caso, fueron cinco con experiencia en investigación y docencia como mostramos en la Tabla 5.

Tabla 5. Relación de los profesionales que validaron el cuestionario.

Experto	Profesión	Estudios de Posgrado
Emiro Segundo Arrieta	Lic. Matemáticas y Física – Universidad de Córdoba	Dr. Ciencias Físicas – Universidad Popular del Cesar-SUE Caribe
José Miguel Cristancho Fierro	Lic. En Física – Universidad Pedagógica Nacional	Dr. Ciencias Biológicas – Universidad Federal de Rio de Janeiro
Jeniffer Rivas Avilez	Lic. Ciencias Naturales: Física, Química y Biología – Universidad Surcolombiana	Mg. Ingeniería y Gestión Ambiental – Universidad Surcolombiana

Wilton Harold Salazar	Lic. Matemáticas y Física – Universidad Pedagógica Nacional	Mg. Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Kimberly Lucía Antolinez Ramírez	Lic. Ciencias Naturales: Física, Química y Biología – Universidad Surcolombiana	Mg. Educación – Universidad Surcolombiana

A partir de las sugerencias realizadas por los expertos, el cuestionario fue ajustado a una versión definitiva para la aplicación inicial y final de la intervención de aula (Anexo 1).

7.2 Concepciones Iniciales

Para valorar las concepciones iniciales de los y las estudiantes en el Grupo Intervención (501) y en el Grupo Control (502), se ha construido un sistema de categorías y subcategorías, a partir de las respuestas dadas en el cuestionario inicial por los mismos. Así pues, a cada una de las subcategorías que fueron emergiendo desde el análisis de contenido sobre las respuestas del estudiantado, le fue establecida una puntuación acorde con un nivel deseable del conocimiento, en torno a los conceptos básicos de electricidad llevados a la intervención de aula, las dificultades presentes en este proceso, como también, desde las posibles relaciones interdisciplinarias del concepto electricidad con el medio ambiente. De esta manera, se ha desarrollado un sistema de categorías que permitió abordar de forma concreta lo que piensan los y las estudiantes sobre la electricidad y algunos conceptos asociados a esta como circuitos, voltaje, corriente y flujo eléctrico.

Por otro lado, a partir del análisis de contenido empleado sobre las respuestas del estudiantado, se procedió a realizar un análisis estadístico básico a través del software SPSS, empleando las valoraciones dadas a cada subcategoría en virtud de su aproximación al conocimiento científico. Así pues, se establecieron 14 Categorías: *Temperatura, Desarrollo Sustentable, Consumo Energético, Corriente Eléctrica, Circuito, Naturaleza Circuito, Aplicaciones Circuito, Riesgo Eléctrico, Prevención de Riesgos, Flujo Eléctrico, Resistencia Eléctrica, Circuitos en Serie, Circuito en Paralelo, y Voltaje*. De esta manera, en la Tabla 5, se presentan los valores de media y desviación estándar para cada una de las categorías, en cada uno de los grupos de trabajo, Grupo Intervención (501) y Grupo Control (502). Estos valores, se tendrán en cuenta para la comparación entre el momento previo (pre-test) a la intervención didáctica, y el momento posterior a esta (pos-test).

Tabla 5. Estadísticos Descriptivos para el momento inicial del GI y del GC.

Categoría	Subcategoría	Fr GI	Fr GC	Valor	Media GI	Desviación Estándar GI	Media GC	Desviación Estándar GC
Temperatura	Frio	10	9	1	1,33	0,630	2,136	0,752
	Aumento Calor	3	3	2				
	Variación Calor	1	2	3				
Desarrollo Sustentable	Aire	1	0	1	2,857	0,408	3,00	0,000
	Ventilador	0	0	2				
	Ventana	13	14	3				
Consumo Energético	Ventana	0	0	1	2,857	0,381	2,929	0,195
	Ventilador	2	2	2				
	Aire	12	12	3				
Corriente Eléctrica	Si Fluye	7	3	1	1,50	0,541	2,00	0,226
	No Fluye	7	11	2				
Circuito	Fuente de Energía	2	3	1	2,286	0,652	2,00	0,433
	Conexiones	4	5	2				
	Cerrar Circuito	8	6	3				

Naturaleza Circuito	No Sabe / No Responde	2	4	1	2,286	0,579	2,214	0,771
	Aparatos Complejos	7	5	2				
	Aparatos Simples	5	5	3				
Aplicaciones Circuito	No Sabe / No Responde	1	0	1	2,357	0,525	2,50	0,600
	Electrodomésticos	8	9	2				
	Aparatos Simples	5	5	3				
Riesgo Eléctrico	No Sabe / No Responde	2	0	1	2,83	0,862	3,286	0,246
	Daño de Aparatos	2	0	2				
	Cortocircuito	9	10	3				
	Uso Electrodomésticos	1	4	4				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	2	0	1	2,286	0,723	2,357	0,144
	Uso Adecuado	7	3	2				
	Prácticas Preventivas	5	11	3				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	0	0	1	2,04	0,231	2,429	0,580
	Corriente Eléctrica	12	10	2				
	Conducción Eléctrica	2	4	3				

Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	3	0	1	2,357	0,826	2,214	0,226
	Conducción Eléctrica	5	3	2				
	Material Aislante	6	11	3				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	4	2	1	2,027	0,872	2,643	0,996
	Material Conductor	4	0	2				
	Material Aislante	6	12	3				
Flujo Eléctrico	No Sabe / No Responde	2	0	1	1,741	0,231	2,214	0,226
	Condiciones Circuito	12	11	2				
	Potencia-Voltaje	0	3	3				
	Resistencia	0	0	4				
Resistencia Eléctrica	No Sabe / No Responde	10	9	1	1,384	0,582	1,929	0,337
	Material Aislante	3	4	2				
	Resistencia Eléctrica	1	1	3				
Circuitos en Serie	No Sabe / No Responde	7	5	1	1,643	0,541	1,857	0,611
	Voltaje	7	8	2				
	Circuito en Serie	0	1	3				

Circuitos en Paralelo	No Sabe / No Responde	2	0	1	2,241	0,748	2,929	0,615
	Intensidad Corriente	7	7	2				
	Tamaño Circuito	4	7	3				
	Circuito en Paralelo	1	0	4				
Voltaje	No Sabe / No Responde	1	1	1	2,711	0,576	3,714	0,396
	Tamaño Circuito	3	1	2				
	Composición Batería	9	10	3				
	Energía Electrones	1	2	4				

A partir de la tabla anterior, se reconoce que las concepciones iniciales del estudiantado en los dos grupos participantes son de tipo reduccionista en la mayoría de las categorías. Esto demuestra que, las ideas alternativas en torno a la temática electricidad están presentes en la población en general, incidiendo en sus saberes y en las propias prácticas de aula que se desarrollan cuando se aborda el componente físico en la enseñanza de las ciencias naturales. Así pues, es necesario generar acciones formativas y estrategias de aula que favorezcan la movilización de estas concepciones de corte reduccionista o alternativo hacia posturas próximas a un nivel de conocimiento científico ideal. Dado que, al revisar la literatura se evidencia que, existen pocas propuestas acerca de la implementación de nuevas metodologías en la educación primaria para abordar contenidos de física (Ortiz-Revilla, 2017). No obstante, se destacan trabajos como los de Postigo y Greca (2014), y Benetti et al., (2015) sobre el empleo de metodología activas basadas en la indagación para abordar temáticas de fuerza, máquinas simples, energía solar y electrostática. Este tipo de evidencias guardan relación con este trabajo, en donde se ha diseñado entonces una secuencia de aula basada en analogía y en el desarrollo de competencias como la indagación y la argumentación desde Cuestiones Sociocientíficas en la enseñanza de la electricidad.

La temática de electricidad es un asunto importante a vincular en la educación primaria, dado que, son numerosas las cuestiones del día a día que tienen que ver con los conceptos asociados a este campo de la física, siendo posible así el planteamiento de problemas potencialmente interesantes para los y las estudiantes, permitiéndoles formular preguntas investigables. Así mismo, este contenido temático posibilita el realizar experiencias empíricas, puesto que, en su desarrollo se pueden utilizar materiales de bajo costo y amplia disponibilidad (Ortiz-Revilla, 2017). De acuerdo con Arillo et al., (2013), estos contenidos desde la enseñanza primaria son importantes, dado que son de aquellos en los que más difícilmente son modificadas las

concepciones alternativas de los y las estudiantes. En este sentido, es claro como se ha visto para el momento inicial de esta investigación, que las concepciones más habituales que tiene el estudiantado suele tener sobre la electricidad, están relacionadas con la concepción de esta como una especie de fluido que sale de un almacén, ya sea una pila o batería, y que circula a lo largo de unos tubos que son los cables (Arillo et al., 2013). Estos hallazgos descritos han sido reconocidos de igual manera por otros autores, cuando describen que sus estudiantes plantean afirmaciones como *“la pila se ha gastado, ya no tiene electricidad”*, e incluso dicho estudiantado cuando se expone a situaciones prácticas, intenta prender una bombilla sin cerrar el circuito, evidenciando falencias conceptuales y procedimentales en torno a los asuntos de la electricidad (Ortiz-Revilla, 2017). En relación a ello, Guisasola et al., (2008) afirman que, explicaciones de la electricidad como un fluido se siguen encontrando en estudiantes hasta de niveles universitarios, por ello, resulta un tema particularmente interesante para trabajar con los niños y las niñas desde temprana edad, con el objetivo de facilitar la superación de este tipo de concepciones para su vida escolar inmediata y futura.

7.3 Diseño y Aplicación de la Secuencia Didáctica

En este apartado se presenta la sistematización de los resultados correspondientes a la aplicación de la secuencia didáctica sobre las diferentes temáticas en torno a la electricidad. Para su debida estructuración y elaboración se tuvieron presentes los contenidos de aprendizaje, estrategias de enseñanza, finalidades y evaluación. De esta manera, se muestran en primera medida las características correspondientes a cada temática, sus principales actividades, estrategias y, contenidos de enseñanza. Seguidamente, se presentan los análisis a las respuestas a las actividades

desarrolladas desde la técnica de análisis de contenido a través del software Atlas ti, estableciendo redes de discurso.

Así pues, la secuencia didáctica basada en analogías y Cuestiones Sociocientíficas (CSC) y mediada por las TIC, estuvo integrada por cuatro (6) sesiones de 1 hora y media cada una, en las cuales se tuvo en cuenta diferentes elementos recopilados en documentos normativos como los Estándares Básicos de Competencias, los Derechos Básicos de Aprendizaje y el currículo institucional (Ver Tabla 6). De esta manera, se diseñaron Guías de Trabajo en torno a conceptos y unidades temáticas como *Corriente Eléctrica*, *Voltaje*, *Resistencia Eléctrica* y *Circuitos*.

Tabla 6. Estructura general de la intervención didáctica con las temáticas desarrolladas

Temática	Planeación de Aula
Corriente Eléctrica	<p>Actividad de Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecturas Electrizzantes: “Tener Corazón” (30 minutos) <p>Actividades de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notirelámpagos: CSC - “Incendio acabó con cuatro locales en Neiva” (30 minutos) <p>Actividades de Cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recarga Baterías: Analogías - “La vida sin la electricidad” (30 minutos)
	<p>Actividad de Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acti-Voltaje: CSC - “Pros y contras de construir una Represa” (30 minutos) <p>Actividades de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compara-rayos: Analogía – “La electropista” (30 minutos) <p>Actividades de Cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recarga Baterías: Analogías - “Diseña tu propio Superhéroe” (30 minutos)
Voltaje y Resistencia Eléctrica	<p>Actividad de Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación de los Superhéroes (30 minutos) <p>Actividades de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecturas Electrizzantes: “La Historia de Luigi Galvani (1737-1798) y Alessandro Volta (1745-1827)” (30 minutos)

	<p>Actividades de Cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notirelámpagos: CSC - “¿Qué hace con los bombillos que ya no usa?” (30 minutos)
Circuitos Eléctricos	<p>Actividad de Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acti-Voltaje: CSC - “Consumo de electricidad durante la Pandemia” (30 minutos) <p>Actividades de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compara-rayos: Analogía – “¡Quiero llegar rápido a mi destino!” (30 minutos) <p>Actividades de Cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recarga Baterías: Trabajo Experimental - “Limón electrizante” (30 minutos)
	<p>Actividad de Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foro Virtual sobre el Trabajo Experimental (30 minutos) <p>Actividades de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notirelámpagos: CSC – “El túnel de la Línea, un proyecto sostenible – Parte 1” (30 minutos) <p>Actividades de Cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compara-rayos: Analogía – “Lo que te demora y lo que te detiene” (30 minutos)
	<p>Actividad de Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notirelámpagos: CSC – “El túnel de la Línea, un proyecto sostenible – Parte 2” (30 minutos) <p>Actividades de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acti-Voltaje: CSC - “Circuitos con resistencias en serie y en paralelo” (30 minutos) <p>Actividades de Cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compara-rayos: Analogía – “Los caminos de la electricidad” (30 minutos)

7.3.1 Temática – Corriente Eléctrica

Para abordar esta temática durante las dos sesiones de la primera semana, como se aprecia en la Tabla 6 se diseñaron seis (6) actividades, cada una con una finalidad específica y fundamentada en el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente – CTSA a través de las Cuestiones Sociocientíficas (CSC) o en el enfoque por modelización a través de las Analogías.

Así pues, la primera actividad fue “*Tener Corazón*”, una *Lectura Electrificante* (sección creada por el autor) (Figuras 2a y 2b), en la cual se presentaba al estudiantado la historia del *electrocardiograma* y del *desfibrilador*. Por esto, se solicitaba a los y las estudiantes un juicio de valor sobre las contribuciones de estas dos técnicas médicas al desarrollo de la ciencia y su relación con la electricidad. En este sentido, fue posible reconocer como los niños y las niñas de grado 5to reconocen que en el cuerpo humano hay electricidad, y que esta debe estar en proporciones adecuadas, ya que, hace parte del funcionamiento de órganos vitales como el corazón. Sumado a esto, el estudiantado del Grupo de Intervención (GI) reconoció las implicaciones históricas y epistemológicas del desarrollo de un equipo médico como el desfibrilador, sus aportes a la ciencia y como aprender de ello, les permitió comprender un poco más de la electricidad, no como un concepto descontextualizado, sino próximo a su realidad. La lectura electrificante estuvo entonces acompañada de cinco (5) preguntas orientadoras, que permitirían construir en clase sincrónica, el concepto de corriente eléctrica.

- ¿De dónde crees que proviene o se crea la electricidad de nuestro cuerpo?
- Según lo que aprendiste en la lectura, ¿cuál es la diferencia entre un electrocardiograma y un desfibrilador?
- Si el corazón es “el motor” de nuestro cuerpo, ¿la electricidad qué sería?
- ¿Qué crees que sucedería con Mickey si el doctor Beck no hubiese aumentado los voltios de electricidad? ¿Por qué?
- Si, por el contrario, se aumentara por encima de los 1500 voltios, ¿qué crees que hubiese sucedido ahora con Mickey?

Tener corazón

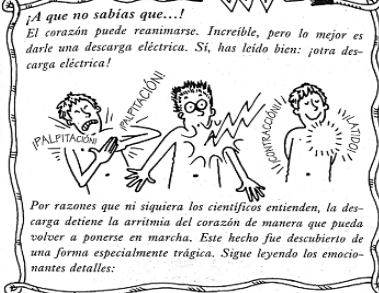
La función eléctrica más importante de tu cuerpo son los impulsos (similares a las señales de los nervios) que controlan los latidos del corazón. Son generados por una zona de músculos de la parte superior del corazón. Los impulsos hacen que el músculo del corazón se contraiga con ritmo regular.



El corazón puede ser comprobado utilizando un ingenioso artefacto llamado electrocardiograma, inventado por el científico alemán Willem Einthoven (1860-1927) en 1903. Unos electrodos de metal colocados en el pecho recogen los impulsos eléctricos nerviosos que controlan el corazón. Los impulsos llegan amplificadas a un cable enrollado alrededor de un electroimán que mueve una aguja trazadora sobre un papel. La aguja dibuja estos impulsos en forma de una línea oscilante en un papel continuo.

Pero si el ritmo de los impulsos se detiene, LA COSA ES MUY SERIA. Esto se llama fibrilación ventricular. El corazón palpita como un pájaro herido y deja de bombear sangre. La sangre deja de obtener el oxígeno vital (un gas que es absorbido del aire por los pulmones) y de llevarla al cuerpo y, sin el oxígeno, moriríamos en pocos minutos. Y la electrificante ver-

dad es que este grave estado puede ser provocado por una descarga eléctrica.



Directo desde el corazón
Arizona, USA, 1947

—Aquí tenemos un caso interesante. Un jovencito de 14 años con un pecho que no se ha desarrollado debidamente durante varios años y que le impide respirar con normalidad. ¿Voy demasiado aprisa?

El gran cirujano Claude Beck miró a los estudiantes de medicina que tomaban notas y, como de costumbre, le seguían aquella mañana como una bandada de gaviotas detrás de una barca de pesca.

Beck tenía el cabello corto y la mandíbula cuadrada, y te miraba fijamente cuando tenía que dar malas noticias. Y precisamente ahora miraba fijamente a los ojos de su paciente.



—Ojalá pudiera decirte que la operación es cosa segura, pero es un procedimiento complicado. Tenemos que separarte las costillas del esternón para que puedas respirar normalmente. Sin embargo, te aseguro que lo conseguiremos.

Los ojos de Mickey eran grandes y oscuros, y el resto de su persona se veía pálido y delgado bajo su flequillo.

—¿Y después? —preguntó con ansiedad.
—Quedarás perfectamente.
Mickey iba a hacer otra pregunta, pero le faltaba el aliento y el cirujano y sus alumnos ya se habían marchado. Más tarde preguntó a la enfermera por el Doctor Beck.



—Oh, sí, Mickey —la enfermera sonrió—. Es un auténtico especialista. Vaya, es tan inteligente que incluso ha inventado una máquina para reanimar corazones utilizando descargas eléctricas. Se llama desfibrilador. Lo ha probado con perros. Así que no te preocupes, estás en buenas manos.

Por supuesto, Beck lo hizo muy bien. La operación fue un éxito y, al cabo de dos horas, las costillas estaban separadas. Lo más difícil había pasado y el cirujano respiró mientras cosía la herida. Y entonces, sin previo aviso, el corazón de Mickey dejó de latir. El muchacho, inconsciente, exhaló un leve suspiro como si la vida se le escapara.

No había tiempo para pensar, únicamente unos segundos para actuar.

—¡Paro cardíaco! —gritó Beck, agarrando un escalpelo que introdujo entre las puntadas que sujetaban los bordes de la herida. Sólo podía hacer una cosa, una opción terrible. Separó el hueso y los músculos y agarró el corazón del muchacho que temblaba como una sanguinolenta jalea caliente.



—¡Fibrilación ventricular! —exclamó mientras acariciaba suavemente el corazón entre sus manos, con intención de animarlo a bombear sangre por sí solo y que el muchacho volviera a la vida. Por espacio de 35 minutos, el cirujano masajea frené-

ticamente entre inyecciones de drogas destinadas a estimular el músculo, pero sabía que lo único que conseguía era ganar tiempo. Sólo quedaba una esperanza.

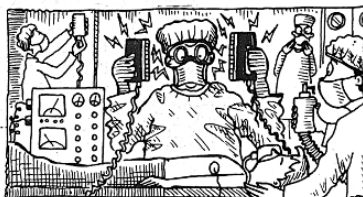
—¡Traigan mi desfibrilador! —ordenó—. Voy a intentar reanimar su corazón.

Miró el rostro tenso y pálido de la anestésista que temblaba mientras negaba con la cabeza.

—Pero no se ha probado nunca en seres humanos, sólo con perros —protestó.

—Tenemos que intentarlo —responde Beck—. Sí no...

El portero trajo inmediatamente la máquina de Beck, un amasijo de cables y diales al quirófano de la operación y lo enchufó a la red.



Beck aplicó los electrodos al corazón del muchacho y disparó 1000 voltios de electricidad. Los electrodos saltaron bajo las manos de Beck, pero el corazón continuó sin vida.

—¡Lo perdimos! —exclamó la enfermera.

El sudor resbalaba por la frente de Beck y por su máscara quirúrgica. Una vez más frotaba frenéticamente el resbaladizo corazón entre sus manos. Transcurrieron veinticinco segundos de agonía. A Beck le dolían los brazos pero no se detuvo. In-

yectaron más drogas al corazón, pero se negaba a latir. Quizás fuera más sencillo dejar morir al muchacho, pensaba Beck sabiendo que no iba a costarle detenerse.

—Lo intentaré otra vez —dijo el cirujano muy serio, aplicando los electrodos al corazón con manos temblorosas. Otra descarga de electricidad, esta vez más prolongada y 1500 voltios hicieron saltar entre los electrodos.

Hubo un largo y tenso silencio.

—¡Funciona! —exclama Beck con voz ronca por la emoción.

El corazón se contraía y bombeaba la sangre con fuerza y normalidad como si nada hubiera ocurrido. Y las enfermeras, la anestésista y todo el equipo médico aplaudieron y lanzaron vitores con entusiasmo.

Más tarde, aunque aquel mismo día, Mickey se hallaba sentado en la cama.

—Me muero de hambre —se lamentó—. Aquí la comida es fatal.

La enfermera sonrió con los ojos brillantes de felicidad.

—Bien, Mickey —dice—. Yo creo que afortunadamente todos podemos decir que hemos vivido una experiencia electrificante.



Lectura tomada del libro: "Esa electrificante electricidad" (páginas 90 a 95) de la serie *Esa Horrible Ciencia* del escritor inglés Nick Arnold, ilustrado por Tony de Saulles, Editorial Molino, disponible en la biblioteca de nuestro colegio.

Después de esta asombrosa historia, responde las siguientes preguntas como mensaje personal en Edmodo:

1. ¿De dónde crees que proviene o se crea la electricidad de nuestro cuerpo?

2. Según lo que aprendiste en la lectura, ¿cuál es la diferencia entre un electrocardiograma y un desfibrilador?

3. Si el corazón es "el motor" de nuestro cuerpo, ¿la electricidad qué sería?

4. ¿Qué crees que sucedería con Mickey si el doctor Beck no hubiese aumentado los voltios de electricidad? ¿Por qué?

5. Si por el contrario, se aumentara por encima de los 1500 voltios, ¿qué crees que hubiese sucedido ahora con Mickey?

Figura 2. Lectura Electrificante "Tener Corazón". (16a) Parte 1 - (16b) Parte 2

Seguidamente, se aplicó una CSC titulada “*Incendio acabó con cuatro locales en Neiva*”, la cual fue construida desde una noticia de un periódico local, en esta se exponía una situación causada por un posible cortocircuito (Figura 3). Por ello, se les formuló a los y las estudiantes la siguiente pregunta orientadora: *¿Qué tiene que ver la electricidad con el suceso descrito en la noticia?* En esta oportunidad, los y las estudiantes presentaban sus opiniones a manera de foro virtual, a través del aplicativo Edmodo en donde se desarrolló la Intervención Didáctica.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



Zonas de la Comunidad Villandry



Noti Relámpago

NotiRelámpago: Incendio acabó con cuatro locales en Neiva
Nombre del estudiante: _____

INCENDIO ACABÓ CON CUATRO LOCALES EN NEIVA

Tomado de: <https://www.lanacion.com.co/incendio-acabo-con-cuatro-locales-en-neiva/>




Un cortocircuito habría sido el origen del incendio que acabó con cuatro locales comerciales, el trabajo de decenas de empleados, y dejó millonarias pérdidas, en el microcentro de Neiva. Ninguna persona resultó herida.

La emergencia, que ocurrió hacia las cuatro de la tarde de ayer en la carrera Cuarta entre calles Quinta y Sexta, fue atendida por cuatro máquinas y 20 unidades del Cuerpo de Bomberos Oficiales de Neiva y un carrotanque cargado de agua de la Novena Brigada del Ejército y una ambulancia de la Cruz Roja Seccional Huila.

Las primeras pesquisas señalan que la conflagración se originó en un almacén de distribución y venta de cámaras de seguridad, las llamas se extendieron rápidamente a un local de venta de pinturas, una ferretería y un almacén de artículos religiosos.

Las llamas tomaron fuerza por los materiales que se encontraban en los locales además de la estructura antigua de los locales. “En los almacenes había material combustible...”, dijo el secretario de Gestión del Riesgo y Cuerpo de Bomberos Oficiales de Neiva, Armando Cabrera Rivera.

El funcionario manifestó que las primeras hipótesis sobre el origen del incendio, apuntan a un “cortocircuito en el almacén de ventas de cámaras de seguridad”.

Empleados de los almacenes a noche estaban ayudando a sacar los escombros de los locales. “Es muy duro esto...la mercancía que no se quemó se dañó con el agua utilizada para sofocar las llamas”, expresó un funcionario de una ferretería.

Las pérdidas materiales no han sido evaluadas por los dueños de los almacenes. “Es muy pronto para saber cuánto hemos perdido, mañana (hoy) estaremos haciendo un balance para saber a cuánto ascienden las pérdidas”, dijo el dueño de local.

Algunos de los propietarios de los almacenes afectados sacaron algunos productos y fueron almacenados en una bodega cercana. Mientras que otros los llevaron a sus casas.

La Policía Metropolitana de Neiva asignó patrulleros para prestar seguridad en el sector.

Figura 3. Notirelámpago “Incendio acabó con cuatro locales en Neiva”

Como actividad de cierre del primer encuentro, se utilizó una analogía titulada “*La vida sin la electricidad*” (Figura 4), esta partió de un video sensibilizador y seguidamente se desarrolló un debate a través del aula virtual en Zoom en torno a la pregunta *¿Cómo crees que sería nuestra vida actual, si el ser humano no hubiese descubierto la electricidad?* Los y las estudiantes debían participar en la plenaria y después del intercambio de ideas y opiniones, presentaban su postura final sobre la temática a través del Edmodo.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

FENCIQ
Investigación de las Ciencias Físico-Químicas

Recarga Baterías


Recarga baterías: **La vida sin la electricidad.**
Nombre del estudiante:

Hoy plantearemos una pregunta muy particular: **¿Cómo crees que sería nuestra vida actual, si el ser humano no hubiese descubierto la electricidad?** Espero sus respuestas como comentarios en esta publicación.


Figura 4. Recarga Baterías Semana 1

Para la segunda sesión de la primera semana, la intervención con el GI empezó con un Cuestión Sociocientífica denominada *Acti-Voltaje - Pros y contras de construir una Represa* (Figura 5). En esta actividad se presentaban dos videos (Figura 6), uno con acciones a favor y otros de acciones en contra en torno a un proyecto hidroeléctrico. Esta situación fue diseñada con el fin de analizar las implicaciones ética y ambientales de la generación de electricidad a partir de recursos naturales como las cuencas hidrográficas, situación que se vive en el departamento del Huila, en donde se tienen 2 hidroeléctricas a la fecha del estudio. Después de observar los videos, los y las estudiantes se dividían en donde grupos (a favor y en contra) para debatir en torno a esta


situación de desarrollo sustentable en la región y como se guarda relación con los conceptos de electricidad abordados en clase.




UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



ENCIÑA
Enseñanza de las Ciencias y Tecnología





ACTI-VOLTAJE

Acti-Voltaje: Pros y contras de construir una Represa
Nombre del estudiante:

En esta ocasión haremos un juego de roles a manera de debate, donde la situación de trabajo será: Los Pros y Contras de construir una represa. Se formarán dos grupos aleatoriamente en Zoom; cada equipo interpretará una posición, a favor o en contra, con respecto a la temática de la construcción de una represa. Cada grupo observará un video que muestra la postura que deben defender y tendrán 10 minutos para ver el video y definir los puntos clave para debatir frente al otro equipo. Acabado el tiempo, regresaremos a la sala de Zoom e iniciaremos con el debate moderado por el profesor. Al final se hace una relatoría sobre los aspectos abordados.

VIDEOS PARA CADA SUSTENTAR CADA POSTURA

GRUPO PRO-REPRESA: <https://www.youtube.com/watch?v=KYb1gPq-gao>

GRUPO CONTRA-REPRESA: <https://www.youtube.com/watch?v=XFaNvLIDYhw>

PREGUNTA PARA EL FINAL: ¿Cambiarías de bando?

Figura 5 Acti-Voltaje de la Semana 1



Figura 6. Videos sobre Represa El Quimbo

Para continuar con las actividades de desarrollo, se empleó una analogía, la cual se ha denominado como *Compara-rayos* y, en esta ocasión abordó la corriente eléctrica y algunos conceptos asociados a este asunto desde “*La electropista*” (Figura 7).

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

ENCINA
Escuela de la Ciencia y el Saber

Compara-rayos

Compara-rayos: La electropista.
Nombre del estudiante:

Observa detenidamente el infograma que se muestra a continuación.

Imagina que te subes en un auto y vas a conducir por esta vía

Para andar, los autos necesitan gasolina y en el flujo vehicular se calentarán

Las cargas eléctricas son como los autos: al moverse, forman corriente eléctrica. Su movimiento lo adquieren gracias al voltaje y en su andar desprenden energía en forma de calor

ELECTRISTA


Figura 7. Compara-rayos “La Electropista”

En esta actividad, los y las estudiantes analizaban el flujo vehicular desde un diagrama y a partir de este analizaban que sucedía con las cargas eléctricas en un flujo o corriente, además, respondían las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo definirías el concepto de electricidad?
2. Realizando una comparación con las ideas del infograma qué sería para ti la carga eléctrica, la corriente eléctrica, el material conductor eléctrico y el voltaje.


3. Una congestión vehicular (trancón) se origina, por ejemplo, por los reductores de velocidad, los huecos en la vía y los accidentes de tránsito que dificultan la movilidad. ¿Podrías comparar lo anterior con el flujo de la corriente eléctrica? ¿cómo crees que viaja la electricidad?

Ahora bien, para cerrar la temática y la sesión de la primera semana se utilizó una actividad complementaria basada en una analogía. En esta oportunidad, los y las estudiantes debían diseñar un Superhéroe (Figura 8) que, como parte de sus poderes y habilidades, tuviera el control de la electricidad.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

Recarga Baterías




Recarga baterías: Diseña tu propio Superhéroe.
Nombre del estudiante: _____

Todos hemos soñado alguna vez con ser como nuestros superhéroes favoritos. ¿Imaginas poder volar, ser veloz o tener súper fuerza? Para inspirarnos un poco, te invito a ver los siguientes cortos de películas de superhéroes:

Shazam Trailer: <https://www.youtube.com/watch?v=q76xG0EpBml>

The Amazing Spiderman 2: <https://www.youtube.com/watch?v=RW6kAIEWctk>
<https://www.youtube.com/watch?v=7ypXhT8vmzo>

A partir de los videos y con tu grandiosa imaginación, ¿cómo crearías a tu propio héroe eléctrico? Para ello, debes elaborar en una hoja blanca tu idea siguiendo el ejemplo de la imagen adjunta. Cuando tengas diseñado tu superhéroe, tómale una foto o escanéalo y comparte la imagen como comentario en esta publicación.



THOR

HABILIDADES

- Invulnerabilidad:** Resistencia a ataques físicos, frío, calor, radiación, toxinas, envejecimiento y enfermedad.
- Detección de Ilusiones:** Intuición mejorada cuando se enfrenta a una ilusión.
- Viaje Dimensional:** Habilidad para viajar entre la Tierra y Asgard Gracias al martillo Mjolnir.
- Resistencia a ataques energéticos**
Manejo del Clima.
- Crea y Controla** rayos y truenos.
Incrementar su nivel de fuerza potencialmente.

Figura 8. Recarga Baterías “Diseña tu Superhéroe”

El estudiantado en primer momento debatió que habilidades eléctricas serían posibles para un superhéroe, algunos tomaron relatos de personajes y películas de Marvel Studios o DC Comics, y otros se atrevieron a proponer nuevos poderes y capacidades electrificantes en sus diseños. A continuación, se exponen algunos de los diseños de los y las estudiantes.



Figura 9. Superhéroes de los estudiantes E7 (superior) y E12 (inferior)

7.3.2 Temática - Voltaje y Resistencia

En la segunda semana de la intervención didáctica se emplearon nuevamente algunas Cuestiones Sociocientíficas y Analogías para abordar los conceptos relacionados con el estudio de la electricidad. Así, para la primera sesión de la semana, se partió de una *Lectura Electrificante* que abordaba la historia de *Luigi Galvani* (1737-1798) y *Alessandro Volta* (1745-1827) (Figura 10).

Lecturas Electrificantes

Gimnasio Los Ángeles
 Luigi Galvani (1737-1798) y Alessandro Volta (1745-1827)
 Nombre del estudiante:

Universidad de Bolonia 1780 *

Querido Alessandro,
Jamás admitirás lo que ha ocurrido! Estaba diseccionando el ombligo de una rana (como ya sabes, estoy estudiando los nervios), y ocurrió algo sorprendente. ¡De repente, la pata de la rana se contrajo!

Bien, lo comprobé y la rana estaba bien muerta. Por extraño que parezca, la rana sólo se mueve si la tocas con metales. Por ejemplo, si uso hueso o cristal, no funciona. Así que hice un experimento: fijé varios pedacos de rana con ganchos de latón a las barras de hierro que hay en el exterior de las ventanas de mi laboratorio y ¡zasombrotal! Los patos se movían como una alegre fila de bailarinas. ¡El grito del vecino se llevó una auténtica sorpresa!

Yo creo que los músculos de la rana contienen electricidad que produce una corriente a través del metal. Yo creo que esta electricidad es la chispa de la vida y algunos de mis colegas

científicos intentan resucitar cadáveres dándole descargas eléctricas, aunque me temo que hasta ahora no han tenido éxito. Pero yo estoy muy emocionado. En realidad estoy galvanizado. ¡Bonito palabral!

Tu colega, Luigi.

*** NOTA PARA EL LECTOR**
Si la palabra «galvanizado» significa recibir una repentina fuente de energía y está inspirada en el experimento de Galvani. Bien, como puedes imaginar, Volta quedó galvanizado al hacer su propio experimento.

Querido Luigi
Es un descubrimiento interesante, pero lamento decirte que no creo que estés acertado en lo de la electricidad de la rana. En primer lugar, si una descarga eléctrica a una rana viva. La rana también pers no saltó. ¡Por qué no!, me pregunté. Decidí investigar si la electricidad hace funcionar nuestros sentidos. De modo que di a mi lengua y a mis ojos descargas eléctricas para comprobar si empezaba a gustar, ver y oír

cosas que no estaban allí. Y nada... ¡Hij! ¡Perras, duélete!

De repente me di cuenta de la electrificante verdad. Resulta que son los metales que utilizaste los que producen la corriente eléctrica y sencillamente pasan por la pata de la rana y hacen que se mueva. Desde entonces, he conseguido que la electricidad fluya entre dos metales de esta manera.

BARRERO QUE CONTIENE UNA BARRA DE CINC

BARRAS UNIDAS POR UN ALAMBRE. SI LO TOCAS RECIBES UNA DESCARGA ELÉCTRICA.

BARRERO QUE CONTIENE UNA BARRA DE COBRE

DOS BARREROS CON AGUA SALADA (HE DESCUBIERTO EN MI EXPERIMENTO QUE LA CORRIENTE ELÉCTRICA DISCURRE CON MAYOR FACILIDAD A TRAVÉS DE AGUA SALADA.)

De modo que así lo tienes:
Tu colega Alessandro

NOTA CIENTÍFICA

1 Volta tenía razón. Como cualquier animal o cuerpo humano, la pata de la rana era en su mayoría agua salada y la electricidad circula mejor a través de esa mezcla. Pero Galvani no estaba del todo equivocado: al fin y al cabo, los nervios envían una especie de señal eléctrica (comprobéalo en la página 83 si no sabes bien a que me refiero).

2 Volta también tenía razón respecto a su experimento. Los electrones fluyen del cinc hacia el cobre y se produce una corriente eléctrica. Pero a Galvani no le impresionó.

Querido Profesor Volta,
¿Cómo es posible que no esté de acuerdo contigo? ¡SÍ! ¡TORTURANDO a esa pobre rancita! ¡Por lo menos yo espero a que esté muerta! ¡Sigo convencido de que tiempo rasón y que los animales producen electricidad. Eche un vistazo al bazo. Voy a producir electricidad, ¿no es verdad? ¡Ajá, ahí le pillé! ¡Sí, le está bien aplicada! Le confundiré! Galvani

Universidad de Pavia 1788

Querido Anaco-de-Rana,
Eres un animal equivocado, equivocados, EQUIVOCADOS! ¡Yo soy más, puedo probarlo! Estoy haciendo un experimento sobre sensaciones. Pasa una moneda de metal en mi lengua y otro moneda de otro tipo de metal debajo de mi lengua y meé un coqueño y un sabor desagradable. ¡QUEDA COMUNICACIONADO! No sé cuánto de que los metales producen electricidad y yo me acordé construir un dispositivo que realice ese trabajo y demostrar UNA VEZ POR TODAS QUE ESTÁ LLAMADO VOLTAICO. ¡Hay a llamado según voltoriano. Un buen nombre, ¿no? Si se usa el cable de la parte bajo de la pila con el cable de arriba sobre otros elementos. Cuando uno toca los cables uno siente una especie de otros más sencillos y dulces. ¡Ay! ¡ay! ¡y puede oírse con ganas de su rana y poner a cantar. ¡libre!

PILA VOLTAICA

DISCO DE CINC
DISCO DE COBRE

CARTÓN EMPALMADO EN AGUA SALADA (QUE OCUPA EL LUGAR DE MI LENGUA)

NOTA CIENTÍFICA

¡Volta otra vez tenía razón! Una serie de reacciones químicas con el agua salada hace que el cinc se cargue negativamente y el cobre positivamente. Los electrones fluyen a través del agua desde el cinc al cobre. Fue la primera batería (y cinco minutos más tarde, probablemente la primera pila plana del mundo). LA CARGA POSITIVA DE LOS ÁTOMOS DE COBRE ATRAE A LOS ELECTRONES EN EXCESO DEL CINC Y PRODUCE UNA CORRIENTE ELÉCTRICA. ÁTOMOS DEL COBRE CARGADOS POSITIVAMENTE

¡¡¡¡¡ IRÓN! ¡¡¡¡!

CARTÓN

ELECTRONES SOBREVIVIENTES EN EL CINC

ESA HORRIBLE CIENCIA

Lectura tomada del libro: "Esa electrificante electricidad" (páginas 101 a 106) de la serie *Esa Horrible Ciencia* del escritor inglés Nick Arnold, ilustrado por Tony de Saullés, Editorial Molino, disponible en la biblioteca de nuestro colegio.

Figura 10. Lectura Electrificante Semana 2. Parte 1 (superior) y Parte 2 (inferior)

Para profundizar en los asuntos históricos y epistemológicos de los conceptos voltaje y resistencia, se propusieron las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Qué querían probar tanto Galvani como Volta?
- Según lo que aprendiste en la lectura, ¿qué es una pila voltaica?
- Si el voltaje está relacionado con el apellido de Volta, y éste a su vez creó las pilas que conocemos, ¿qué crees que es el voltaje?

Durante el desarrollo de la primera sesión, se empleó un *Notirelámpago* (CSC) titulado *¿Qué hace con los bombillos que ya no usa?* (Figura 11).

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

ESCANA
Escuela de Ciencias Ambientales y Naturales

Notirelámpago

Notirelámpago: ¿Qué hace con los bombillos que ya no usa?
Nombre del estudiante:

¿Qué hace con los bombillos que ya no usa?

Adaptado de:
<https://www.dinero.com/pais/articulo/como-reciclar-bombillos-fundidos-en-colombia-con-la-corporacion-lumina/223800>

Las campañas de sensibilización desde el Gobierno buscan fomentar entre la población colombiana una conciencia sobre la importancia de ahorrar energía. La corporación Lúmina desde hace 5 años, surge como un programa posconsumo, en respuesta al compromiso ambiental y de salud pública que supone la producción y comercialización de bombillas en el país y la disposición final de los residuos derivados de la vida útil de bombillos ahorradores, tubos fluorescentes y bombillas de alta intensidad de descarga (HID) considerados residuos peligrosos.

Lúmina ha recolectado en el territorio nacional más de 2.400 toneladas de residuos de bombillas, equivalentes a un poco más de 13 millones de unidades. De esta manera es como se han evitado los efectos nocivos que podrían llegar a causar 112 Kg de mercurio extraídos de esta cantidad de bombillas.

A pesar del bajo contenido de mercurio utilizado en la fabricación de cada bombilla, (entre 2 a 10 mg), en grandes cantidades puede ocasionar un grave impacto al ambiente, afectando no solo las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, también el suelo y el aire que respiramos. El mercurio, cuando alcanza las aguas superficiales o suelos y por el efecto de microorganismos, es transformado en metilmercurio, sustancia que es absorbida por la mayoría de seres vivos, puede causar daños al sistema nervioso.

Los peces, por ejemplo son organismos que absorben gran cantidad de metilmercurio y como consecuencia, este puede acumularse en las cadenas alimenticias de las que forman parte, además de afectar a muchos animales, incluido el hombre; produciendo daño renal, intestinal, trastornos estomacales, reproductivos y alteración en el ADN, entre otros.

Los usuarios domésticos deben llevar sus bombillas a los diferentes puntos de recolección que pueden ser ubicados fácilmente a través de la página web <http://www.lumina.com.co>, son 307 contenedores instalados en 47 ciudades y municipios del país.

Los tubos y bombillas fluorescentes llegan a la planta de procesamiento embalados para evitar su rotura y se depositan en canecas para el proceso de demercurización,

Los metales se seleccionan manualmente y el vidrio se procesa para darle características adecuadas de materia prima.

Con el mercurio se explora la utilización en instrumentos de medición, enchufes, rectificadores eléctricos, interruptores y como catalizadores en procesos químicos. El aluminio se usa en electricidad, comunicaciones, para fabricar tubos, recipientes, mecanismos acuáticos, entre otras.

Los puntos o contenedores de recolección están ubicados en centros comerciales, almacenes de cadena, empresas, entre otras organizaciones. Al recibir las bombillas, son transportadas a los centros de almacenamiento ubicados en Bogotá, Medellín, Pereira, Barranquilla, Cali, Ibagué, Bucaramanga, Cartagena, Santa Marta, Sincelejo y Montería

Figura 11. Notirelámpago “¿Qué hace con los bombillos que ya no usa?”

Esta CSC abordó una problemática ambiental relacionada con las bombillas eléctricas, las cuales, se disponen como residuos sin control alguno y en muchas ocasiones contaminan como sólidos en el ambiente, o al descomponerse vierten trazas de mercurio a afluentes hídricos. Para lograr el objetivo de esta actividad, se acudió al Edmodo y en la sección del foro virtual se pidió al estudiantado reflexionar en torno a interrogantes como: *¿Cómo crees que el mercurio de una bombilla puede llegar hasta el organismo de las personas?, ¿Qué podrías hacer en tu hogar para reducir el uso de esas bombillas? y ¿Qué otro(s) beneficio(s) traería el uso responsable de las bombillas en casa?* Los y las estudiantes debían exponer su punto de vista y responder con argumentos de apoyo u oposición a los planteamientos de mínimo 2 compañeros a través de la plataforma.

En la segunda sesión de esta semana, se dio inicio a la clase sincrónica con una CSC, *Acti-Voltaje “Consumo de electricidad durante la Pandemia”* (Figura 12).



Acti-Voltaje: Consumo de electricidad durante la Pandemia.
Nombre del estudiante:

Realizarán juego de roles a manera de debate, donde la situación de trabajo será: **Consumo de electricidad durante la Pandemia.** Se formarán dos grupos aleatoriamente en Zoom; cada equipo interpretará una posición, los usuarios afectados por las alzas en las facturas de la electricidad o los directivos de la Electrificadora. Cada grupo observará un video que muestra la postura que deben defender y tendrán 10 minutos para ver el video y definir los puntos clave para debatir frente al otro equipo. Acabado el tiempo, regresaremos a la sala de Zoom e iniciaremos con el debate moderado por el profesor. Al final se hace una relatoría sobre los aspectos abordados.

VIDEOS PARA SUSTENTAR CADA POSTURA
USUARIOS INCONFORMES: https://www.youtube.com/watch?v=nl_CA6T1YUg
DIRECTIVOS ELECTRIFICADORA: <https://www.youtube.com/watch?v=XCZziDCERZw>

Figura 12. Acti-Voltaje Sema 2

Para esta actividad, se emplearon nuevamente dos videos (Figura 13), uno a favor y otro en contra de la situación descrita, un aumento en las facturas del servicio público de electricidad. En este sentido, los y las estudiantes debían observar los videos y tomar una postura en relación al tema para participar de un debate sincrónico.

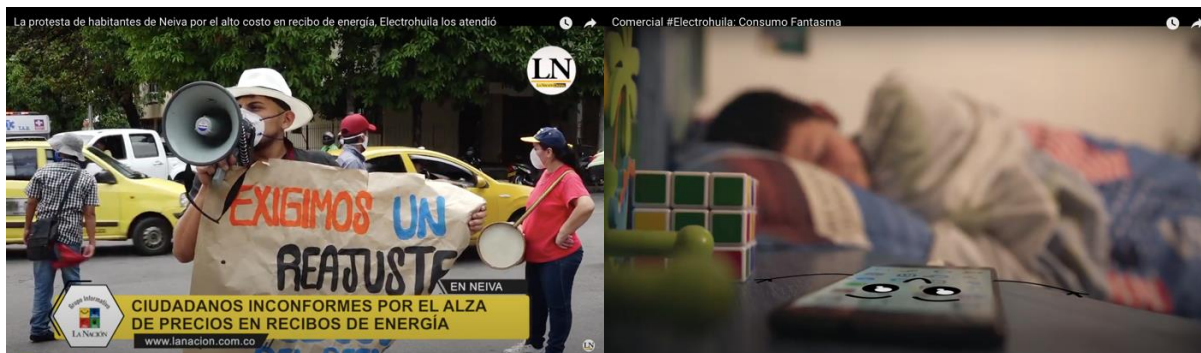




Figura 13. Videos sobre Incremento en la Facturación de la Electricidad

Al finalizar el debate, cada estudiante construyó un texto reflexivo en torno dos preguntas orientadoras: *¿Consideras justos los incrementos en las facturas durante la pandemia? Durante el periodo de aislamiento por la pandemia, ¿en tu hogar aumentó o disminuyó el consumo de la electricidad? ¿por qué?*


Seguidamente, en el aula sincrónica con el GI se abordó la analogía *Compara-rayos*: “*¡Quiero llegar rápido a mi destino!*”, en esta, los y las estudiantes analizaban una situación típica del tráfico vehicular y en especial, cuando los vehículos van por combustible a una estación de servicio (Figura 14).




UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



ENCI
El Encuentro de las Ciencias y la Cultura

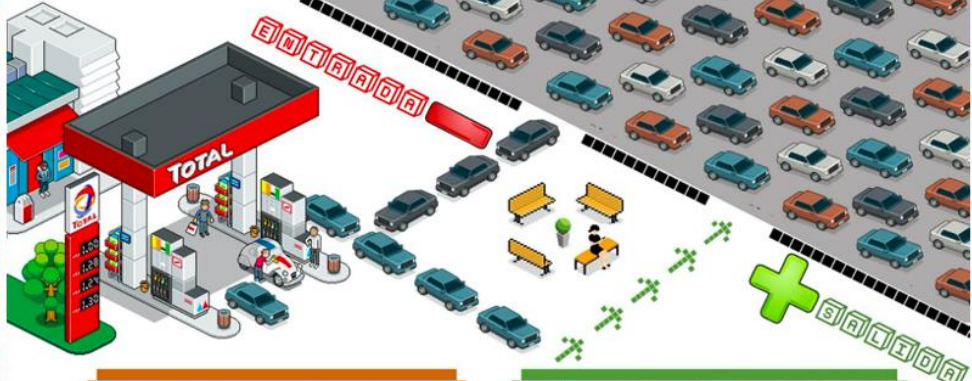


Compara-rayos



Compara-rayos: ¡Quiero llegar rápido a mi destino!
Nombre del estudiante: _____

Observa detenidamente el infograma que se muestra a continuación.



Para moverse, los autos necesitan combustible. Las estaciones de gasolina son el lugar para adquirir esta 'energía' para andar.

Los autos ingresan para recargar combustible por la entrada - y se dirigen a la salida + para seguir circulando en la electropista.

Figura 14. Compara-rayos “¡Quiero llegar rápido a mi destino!”

La analogía representaba el sentido de las cargas eléctricas en un flujo continuo, así a través de una entrada negativa y una salida positiva en la estación de servicio, se representaban el cátodo (lado positivo) y el ánodo (lado negativo) de una batería, en la cual se genera una corriente de electrones. Así pues, se les propuso a los y las estudiantes resolver la situación analógica a partir de tres actividades:

1. ¿Cómo definirías el concepto de voltaje?
2. Realizando una comparación con las ideas del infograma, ¿cuál crees que sería el voltaje y la batería?

3. Los signos + y – en esta comparación, ¿qué representan?

Para el cierre de la semana y de la unidad temática, se diseñó una actividad denominada *Recarga Baterías* en la cual, a través de un Trabajo Experimental en Casa titulado “Limón electrizante” (Figura 15), los y las estudiantes debían comprobar de manera asincrónica la electrización posible en algunos insumos de la vida cotidiana, además, validarían los conceptos vistos en clase sincrónica.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
Escuela de Pedagogía

Recarga Baterías

Recarga baterías: Limón electrizante.
Nombre del estudiante: _____

Limón electrizante

¿Sabías que el limón no sirve solamente para exprimir el zumo, sino que también sirve para hacer una pila? Con este experimento de física, podrás fabricar con limones, una pila que funciona realmente y que proporciona corriente. ¿Qué necesitas? Los materiales son muy sencillos de conseguir: Limones, un trozo de hilo de cobre y clips.

Procedimiento:

1. Despliega clips en acero para estirarlos al máximo.
2. Coge un trozo de hilo de cobre y corta los dos trozos de metal para que tengan la misma longitud.

(Two photographs show hands stretching a paperclip and cutting a piece of copper wire with pliers.)

Figura 15. Recarga Baterías de la Semana 2

De esta manera, se contrastó la teoría con la práctica desde situaciones de la vida cotidiana y se reforzaron los conceptos estructurantes abordados en la intervención didáctica.

7.3.3 Temática – Circuitos Eléctricos

Para el desarrollo de la última semana de la intervención didáctica basada en analogías y CSC, se noticiaron nacionales a manera analógica para evaluar la construcción de circuitos en serie y en paralelo, al tiempo que se abordaba la relación hombre-naturaleza desde la producción energética. Así mismo, se desarrolló un trabajo experimental con los y las estudiantes, en donde debían construir algunos circuitos en simuladores virtuales y en casa con elementos de fácil acceso.

Así, en la primera sesión de la semana se comenzó con un foro en el Edmodo de manera asincrónica sobre el Trabajo Experimental de la semana anterior, luego en plenaria a través de Zoom se recordaron los conceptos de corriente eléctrica, voltaje, flujo eléctrico y resistencia. Seguidamente, se desarrolló el *Notirelámpagos* titulado “*El túnel de la Línea, un proyecto sostenible*” (Figura 16). Para esta actividad se propusieron unas preguntas problema orientadoras, al resolverlas y, a partir de estadísticas y reportes que los y las estudiantes accedieran de manera independiente, debían exponer su punto de vista en el Edmodo y debatir con sus compañeros. Los interrogantes formulados fueron:

- ¿Para qué crees que se construyó este túnel?
- ¿Cómo crees que es la vía que se utilizaba anteriormente para transitar por esta parte del país?
- ¿Qué impactos negativos supones que trajo la construcción de esta obra de ingeniería tan grande?



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



ENCI
Entidad Nacional de Control de Inversión





NotiRelámpago: El túnel de la Línea, un proyecto sostenible
Nombre del estudiante:

Túnel de La Línea, un proyecto sostenible con el medioambiente

Adaptado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/3904-tunel-de-la-linea-un-proyecto-sostenible-con-el-medioambiente>

Con amplia conciencia ambiental y totalmente sostenible fueron concebidas las obras del túnel de La Línea que serán dadas al servicio de los colombianos en la primera semana de septiembre, garantizando desde todos los ámbitos la preservación del área de reserva forestal de la cordillera Central, así como de las cuencas hídricas y de la rica flora y fauna propias de la zona que rodean al proyecto.



Igualmente, y para beneficio de la comunidad, cada uno de los estudios, licencias ambientales y estrategias estuvieron enfocados en ejecutar acciones que controlarán, mitigarán, compensarán y recuperarán los terrenos afectados por la construcción del túnel.

Así lo expresó la Ministra de Transporte, Ángela María Orozco Gómez, al afirmar que “el interés por la naturaleza se refleja en todas las acciones implementadas por el Gobierno nacional, así como en la inversión por \$17.000 millones que llevó a cabo el INVÍAS y que compensa en parte la afectación ambiental propia de un proyecto vial de estas dimensiones, con las cuales se han beneficiado 671 familias en zonas de influencia del proyecto que cubre los departamentos de Tolima y Quindío”.

Con estos recursos, provenientes de la obligación ambiental impuesta por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) que insta a los proyectos que requieran licencias ambientales a destinar 1% del total de la inversión para la recuperación y preservación de la flora y fauna de la zona afectada por el proyecto, se logró, entre otros:

- La siembra de 600.000 árboles ha permitido la recuperación de 553 hectáreas de bosque, además, se realizó el mantenimiento de 1247 hectáreas de plantaciones con más de 1.400.000 árboles.
- La construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, hoy referente para el país, favoreció la purificación de las aguas que se vierten a quebradas como La Gata y El Salado.
- 1.400.000 m³ de material de excavación del túnel principal fue trasladado y dispuesto en distintos sectores luego de ser sometido a tratamientos ambientales especiales.
- El proyecto financió trabajos arqueológicos en la zona y logró la recuperación de 35.000 fragmentos cerámicos de las culturas Quimbaya y Pijao, las cuales habitaron la zona entre el año 0 y el 500 d. C.

Figura 16. Notirelámpago “El túnel de la Línea, un proyecto sostenible”

Para finalizar el primer encuentro de esta semana, se presentó a los y las estudiantes una analogía, el *Compara-rayos* - “Lo que te demora y lo que te detiene” (Figura 17).



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



ENGIN
Institución de Educación Superior



Compara-rayos



Compara-rayos: Lo que te demora y lo que te detiene.
Nombre del estudiante: _____

Observa detenidamente las imágenes que se muestran a continuación.






Figura 17. Compara-rayos “Lo que te demora y lo que te detiene”


En esta analogía se empleaba la situación del tráfico vehicular, detallando embotellamientos, semáforos, reductores de velocidad y la necesidad de tomar rutas alternas por parte de los conductores con el fin de llegar a su destino. Así, se tomaron en cuenta para esta actividad los conceptos básicos de electricidad vistos hasta ahora y se dio introducción a las rutas de la electricidad, es decir al concepto de Circuito Eléctrico. Además, se propusieron tres actividades para el desarrollo de la analogía.

1. Una congestión vehicular (trancón) se origina, por ejemplo, por los reductores de velocidad, los huecos en la vía y los accidentes de tránsito que dificultan la movilidad. Comparando este hecho con el movimiento de la corriente eléctrica, ¿qué supones que podría reducir el ritmo de viaje de la corriente?
2. En ocasiones, el flujo vehicular se detiene totalmente, como sucede en los semáforos. Comparando con este caso, ¿cómo crees que podrías detener el flujo de corriente en un aparato eléctrico, por ejemplo?
3. ¿Qué serían entonces las resistencias eléctricas y los interruptores en este ejemplo?

Ahora bien, para continuar abordan el concepto Circuito Eléctrico en esta tercera semana, para la segunda sesión se continuó analizando las implicaciones de los circuitos en la vida cotidiana, y por ello, se utilizó el *Acti-Voltaje “Circuitos con resistencias en serie y en paralelo”* (Figura 18). En esta oportunidad los y las estudiantes analizaron diferentes modelos de circuitos, evaluando el sentido del flujo de electrones, los elementos que constituyen el circuito como dispositivo y las posibles aplicaciones de los mismos en la vida cotidiana. Sumado a ello, en clase de manera sincrónica el estudiantado dio solución a las siguientes actividades orientadoras:


- En todos los casos, ¿los bombillos brillaban con la misma intensidad? Explica lo que observaste.
- Intenta quitar bombillos de los mini plafones en cada caso y enciende el circuito. ¿qué sucede?

- ¿Qué otras diferencias observaste entre los dos tipos de circuitos?



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN

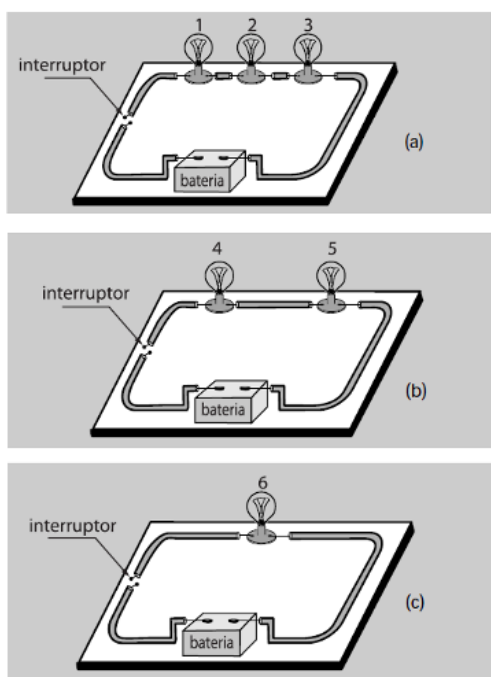
ENCI
Instituto de la Ciencia y la Tecnología



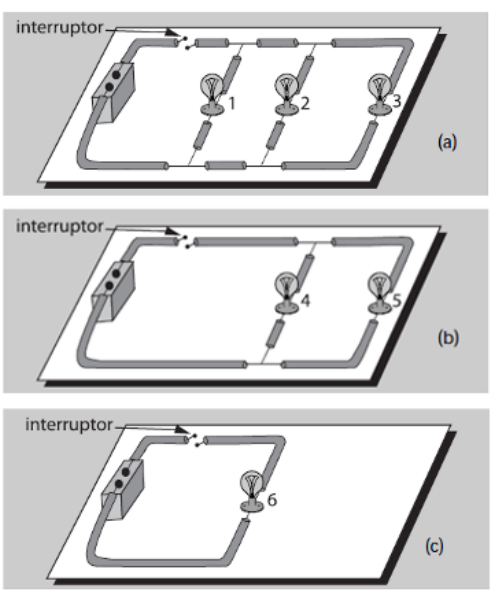
ACTI-VOLTAJE

Acti-Voltaje: Circuitos con resistencias en serie y en paralelo
Nombre del estudiante: _____

CIRCUITOS CON RESISTENCIAS EN SERIE:



CIRCUITOS CON RESISTENCIAS EN PARALELO:




Elabora uno por uno estos circuitos con tus materiales. Al lograr encender los bombillos, tómale una foto nítida. Después en un archivo Word, organízalas y responde las siguientes preguntas:


Figura 18. Acti-Voltaje Sema 3

Así pues, para finalizar la intervención se empleó una analogía denominada *Compararays* – “*Los caminos de la electricidad*” (Figura 19). Acá, se emplearon rutas de desplazamiento posibles entre la ciudad de Neiva y el municipio de Rivera (Huila) a partir de la aplicación de


Google Maps, con el fin de abordar de manera analógica, los elementos que constituyen y afectan la intensidad de corriente eléctrica en un circuito.




UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



ENOVA
Escuela de Ciencias Naturales

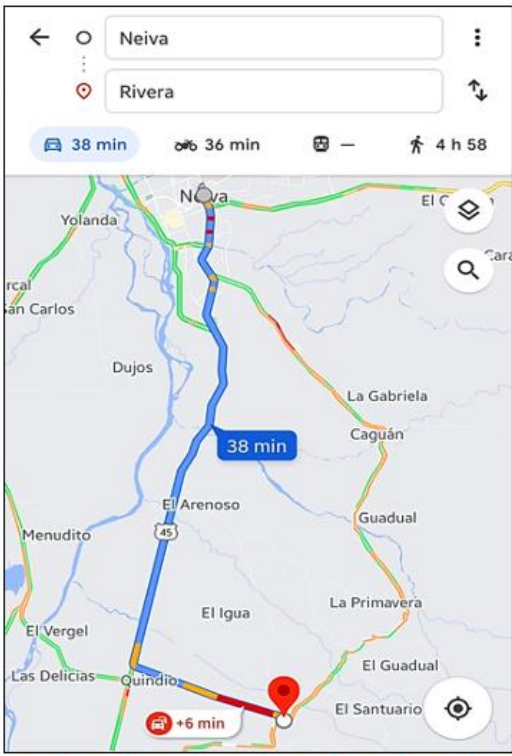


Compara-rayos



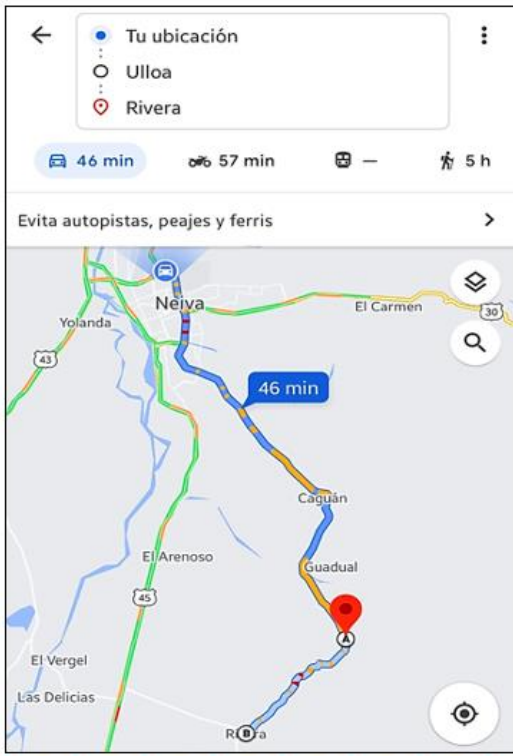
Compara-rayos: Los caminos de la electricidad.
Nombre del estudiante: _____

Observa detenidamente los siguientes mapas de la ruta Neiva - Rivera que se muestran a continuación.



← ○ Neiva
○ Rivera

38 min 36 min 4 h 58



← ● Tu ubicación
○ Ulloa
○ Rivera

46 min 57 min 5 h

Evita autopistas, peajes y ferris

Figura 19. Compara-rayos “Los caminos de la electricidad”

A partir de esto, los y las estudiantes respondieron a los siguientes interrogantes:

1. A partir del ejemplo, ¿cómo sería la cantidad de vehículos que pasan por un solo camino con respecto otro ejemplo con otro camino adicional para andar?

2. Si tuvieras 3 caminos posibles para llegar a algún destino, sin importar la distancia, cuál escogerías y por qué: a) una carretera llena de reductores de velocidad, b) una carretera de tierra y polvo o c) una carretera con huecos y piedras.
3. La electricidad también es selectiva al momento de andar. Basado en el ejemplo, ¿Qué crees que sucede con la corriente al encontrar a su paso dos o más caminos para moverse?

Lo anterior, permitió desarrollar una actividad práctica, en donde los y las estudiantes debían construir circuitos eléctricos sencillos en sus casas, primero desde un simulador y después con algunos insumos solicitados previamente. A continuación, se presentan evidencias fotográficas de la actividad.



Figura 20. Construcción de Circuitos en el Simulador PHET

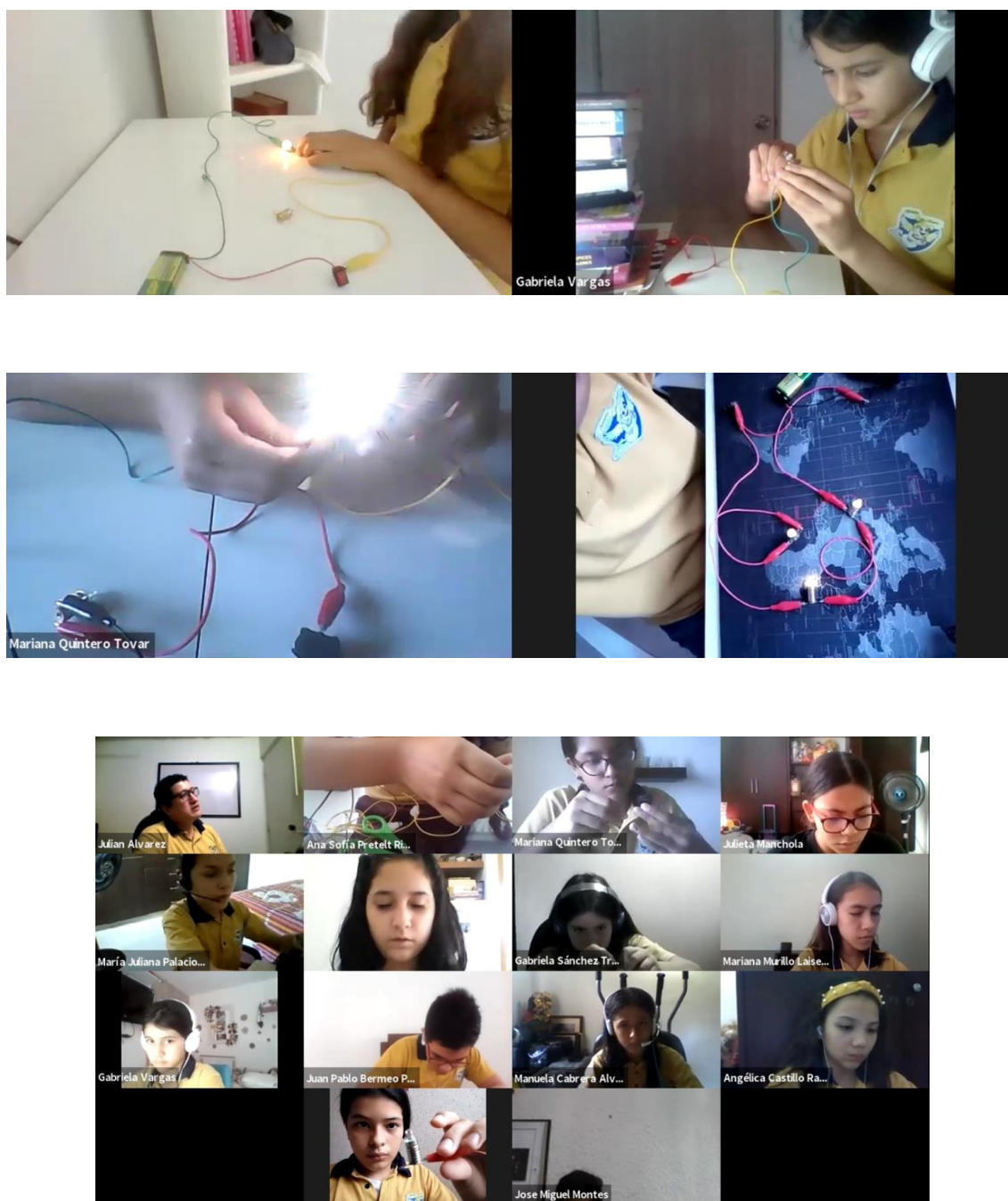


Figura 21. Construcción de Circuitos Eléctricos en Casa

La secuencia didáctica desarrollada logró atender a los conceptos básicos de electricidad y desde los relatos de los y las estudiantes, se convirtió en un escenario de formación ameno y pertinente, más cuando se piensa en la escolaridad mediada por las TIC en medio de un asilamiento preventivo obligatorio. Por ello, se presentan algunas reflexiones del estudiantado en torno al trabajo con Analogías y Cuestiones Sociocientíficas.

E7:S2 [Haciendo referencia a la autoevaluación de las actividades desarrolladas en la semana 2] *"Yo quería estar en el equipo que estaba en contra de la construcción de la represa, porque me di cuenta que muchas construcciones no benefician al medio ambiente, sino lo destruyen"*

E11:S2 [Haciendo referencia a la autoevaluación de las actividades desarrolladas en la semana 2] *"Fue chévere. Yo me divertí, me encanta actuar, a pesar que son cosas con las que no estoy de acuerdo, pero bueno, estuvo chévere"*

E4:S2 [Haciendo referencia a la autoevaluación de las actividades desarrolladas en la semana 2] *"Me gustó la lectura porque muestra la diferencia de que utilizan (Volta y Galvani) para hacer su ciencia, la diferencia en lo que experimentan: uno utiliza su cuerpo y otro utiliza animales."*

E10:S3 [Haciendo referencia a la autoevaluación de las actividades desarrolladas en la semana 3] *"Mi mamá es profesora de un colegio público, no tiene Internet, viven en ranchos que cuando hay lluvia a uno de los estudiantes se le cayó. Nos pidió tejas para arreglar su casa (...) no tiene recursos, no tienen comida (...) la electrificadora debería ayudarles con el recibo"*

E5:S3 [Haciendo referencia a la autoevaluación de las actividades desarrolladas en la semana 3] *"Profe funcionó, le cambie un bombillo y funcionó"* (sonrisa en el rostro).

7.3.4 Análisis Discursivo de la Secuencia Didáctica

A partir del material diseñado y aplicado con base en Analogías y Cuestiones Sociocientíficas durante la intervención o secuencia didáctica, se seleccionaron algunas actividades en virtud del desarrollo argumentativo de los y las estudiantes, esto con el fin de recopilar información discursiva y establecer tendencias de pensamiento del estudiantado en torno al fenómeno de la electricidad. Este proceso como fue mencionado ya, se realizó bajo la técnica de análisis de contenido en el software Atlas ti.

De esta manera, en torno a las respuestas, argumentos y opiniones del estudiantado a distintas actividades desarrollados en la secuencia didáctica, se pueden establecer siete (7) Categorías discursivas: *Consumo Electricidad, Medio Ambiente, Aplicaciones, Riesgo Eléctrico, Naturaleza de la Electricidad, Analogías y CSC, y Relación Humano-Electricidad* (Figura 22).

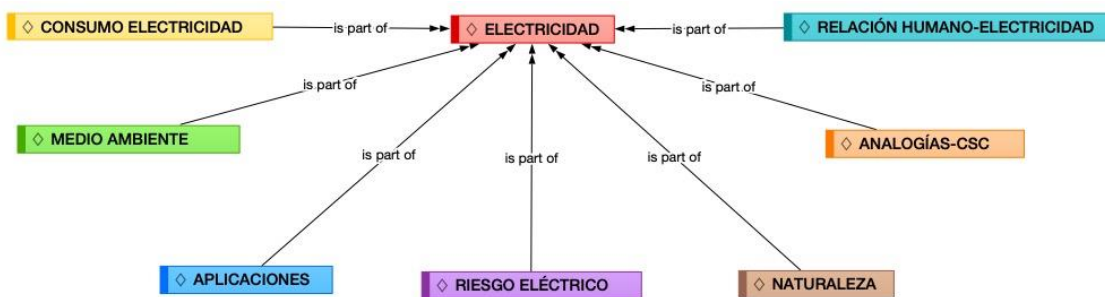


Figura 22. Categorías Discursivas en torno al estudio de la Electricidad

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

A continuación, se exponen cada una de las categorías identificadas y se hace especial énfasis en algunas de las tendencias de pensamiento reconocidas.

Categoría - Consumo de Electricidad

Para esta primera categoría discursiva se ha reconocido que, los y las estudiantes establecen que el consumo de electricidad en los hogares depende de variables como el *número de usuarios* o residentes en la casa, el *tiempo de conexión de los electrodomésticos* y algunas prácticas inadecuadas como *dejar conectados aparatos eléctricos* cuando no se está haciendo uso de los mismos. Así mismo, establecen que, para reducir el consumo de electricidad en tiempo de pandemia, que fue el contexto empleado en una de las CSC, se deben cambiar las bombillas por ahorradoras, o en caso de no poder comprar nuevos dispositivos, se deben cuidar las bombillas y procurar hacerles mantenimiento (Figura 23).

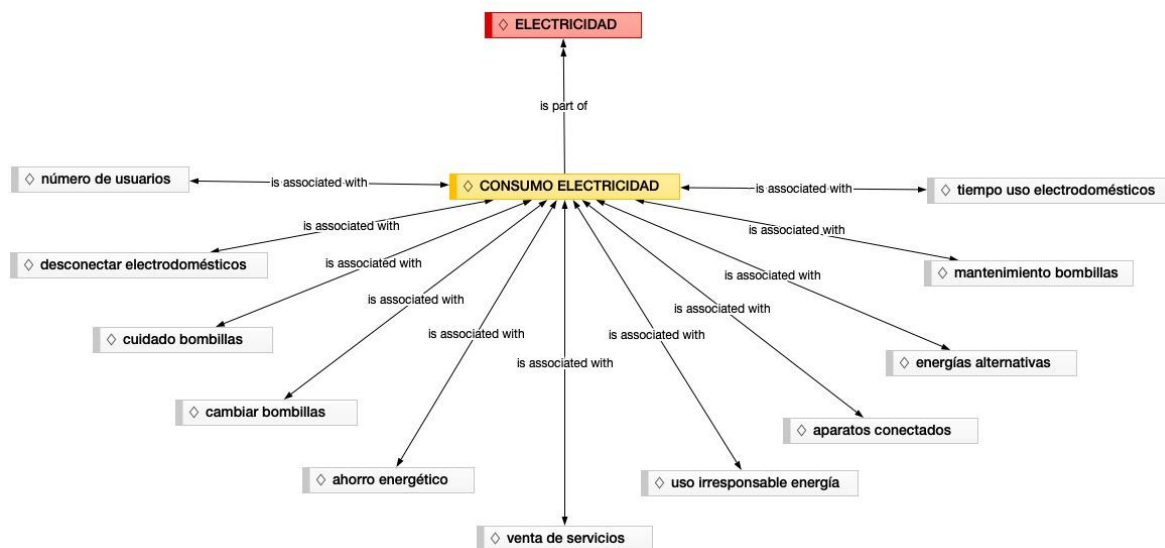


Figura 23. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Consumo de Electricidad

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

Ahora bien, al recordar la CSC en donde se pedía una postura en relación a la factura elevada reportada por usuarios del servicio público de electricidad en la ciudad de Neiva, el

estudiantado considera que esto es causado por un uso irresponsable de la energía eléctrica en los hogares y que en medida del consumo desmedido y quizás las nuevas realidades mundiales, es justo que la empresa que opera el servicio haga el cobro correspondiente, de lo contrario no podrá subsistir y seguir prestando el servicio a la región.

Categoría – Medio Ambiente

En esta segunda categoría de análisis, se ha identificado que, para el estudiantado participante en el GI, el uso desmedido de la electricidad como insumo producido o generado desde un recurso natural como el agua, como sucede en las hidroeléctricas, puede conllevar a *alteraciones en los ecosistemas, contaminando el medio ambiente* durante la operación energética y *dañando el paisaje ecológico* como ha sucedido en Betania y El Quimbo, casos puntuales en la región (Figura 24).

Así mismo, los y las estudiantes manifiestan que las prácticas irresponsables en torno al uso de la electricidad, tanto en el uso del servicio como en la *disposición de aparatos o dispositivos* que se requieren para beneficiarse del recurso, pueden conllevar a la *contaminación del medio ambiente*. De ahí que, propongan que desde las casas se evalúe la *disminución de residuos* peligrosos al ecosistema como baterías, lámparas y bombillas, es decir, hacer un manejo adecuado de residuos que asegure un *desarrollo sustentable*.

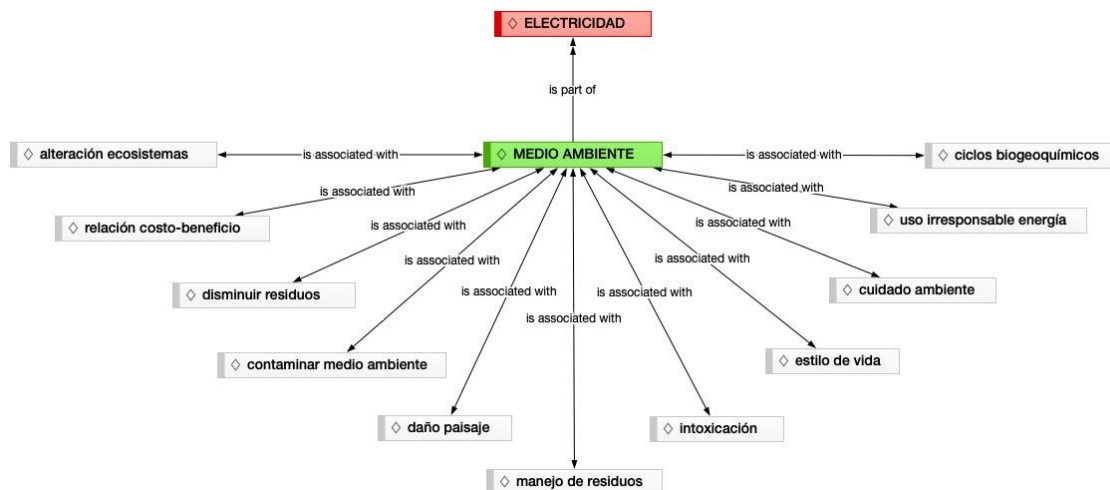


Figura 24. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Medio Ambiente

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

Además, el estudiantado reconoce que los residuos derivados de prácticas relacionadas con la electricidad pueden contaminar afluentes hídricos y retornar a nuestras casas a través de los *ciclos biogeoquímicos*.

Categoría – Aplicaciones

En esta categoría se agruparon las tendencias de pensamiento en torno a los interrogantes que se desarrollaron en la secuencia didáctica, en los cuales, se preguntaba por la importancia de la electricidad y sobre la posibilidad de un mundo sin este recurso (Figura 25). Aquí, los y las estudiantes plantearon que vivir sin electricidad sería como ser *cavernícolas*, dado que, la electricidad ha permitido muchos avances tecnológicos y ha revolucionado la vida del ser humano. Así mismo, para estos participantes del GI, la electricidad ha contribuido mucho al *desarrollo de las comunicaciones*, más si esto se piensa en tiempos de pandemia, cuando se demanda de un

computador y de una conexión a internet de manera permanente, artefactos que requieren de electricidad.

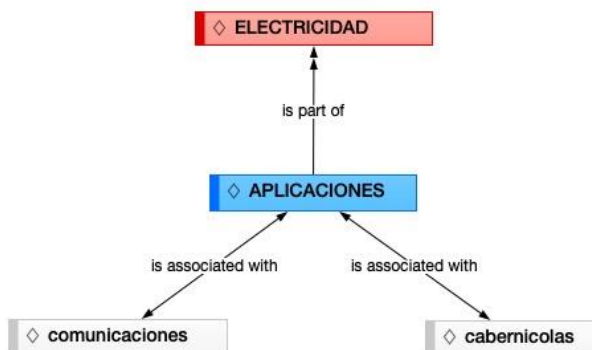


Figura 25. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Aplicaciones

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

Esta Categoría de Aplicaciones guarda una relación discursiva con la Categoría Relación Humano-Electricidad, dado que, para los y las estudiantes la electricidad ha aportado de manera considerable a la calidad y estilo de vida que tiene el ser humano, pero al tiempo, reconocen que el avance tecnológico que se ha dado con la evolución de la electricidad ha afectado la naturaleza propia del hombre. Sobre ello, plantean que el ser humana ha dejado de sentir y de valorar lo importante de la vida por estar ahora sujeto y esclavo de la comodidad, olvidándose de las relaciones humanas y, usando la electricidad y la tecnología para prácticas violentas.

Categoría – Riesgo Eléctrico

En esta categoría se reconoce que los y las estudiantes del GI consideran como causales de un riesgo eléctrico, aquellas prácticas relacionadas con *el estado y calidad de los cables* y elementos que componen un circuito eléctrico en los hogares (Figura 26). Así pues, señalan que

situaciones como el incendio documentado en las CSC de las Semana 1 sobre Corriente Eléctrica, pueden ser generadas por el contacto de la electricidad con *sustancias carburantes*, generando *procesos inflamables*.

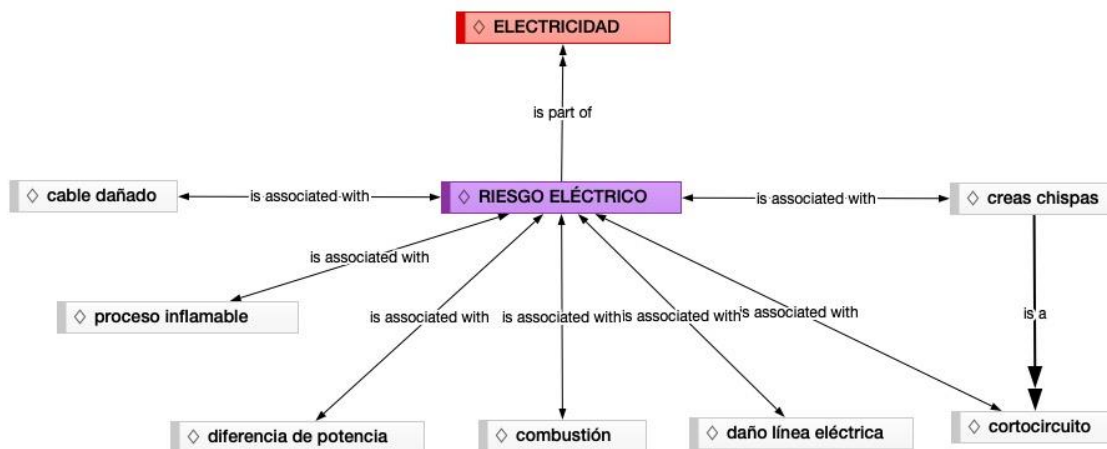


Figura 26. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Riesgo Eléctrico

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

De igual manera, en relación a esta categoría se reconoce que para el estudiantado un cortocircuito se genera como un fenómeno eléctrico en donde se *crean chispas*, y que debido a la diferencia de potencia en la corriente eléctrica que llega a una casa o local como en la noticia, se pueden *dañar las conexiones* y generar la combustión en contacto con material carburante.

Categoría – Naturaleza de la Electricidad

En esta categoría fueron agrupadas las respuestas a aquellos interrogantes formulados en las Lecturas Electrizzantes, en donde se abordó la historia del desfibrilador y la formulación de conceptos como voltaje y resistencia. De igual manera, se emplan acá las CSC denominadas como Compara-rayos (Figura 27). Así pues, se reconoce que, para los y las estudiantes del GI el concepto

de Electricidad guarda relación con una *diferencia de energía*, que proviene o se produce después de un *choque de cargas* que están en movimiento, y que dicho movimiento tiene un sentido.

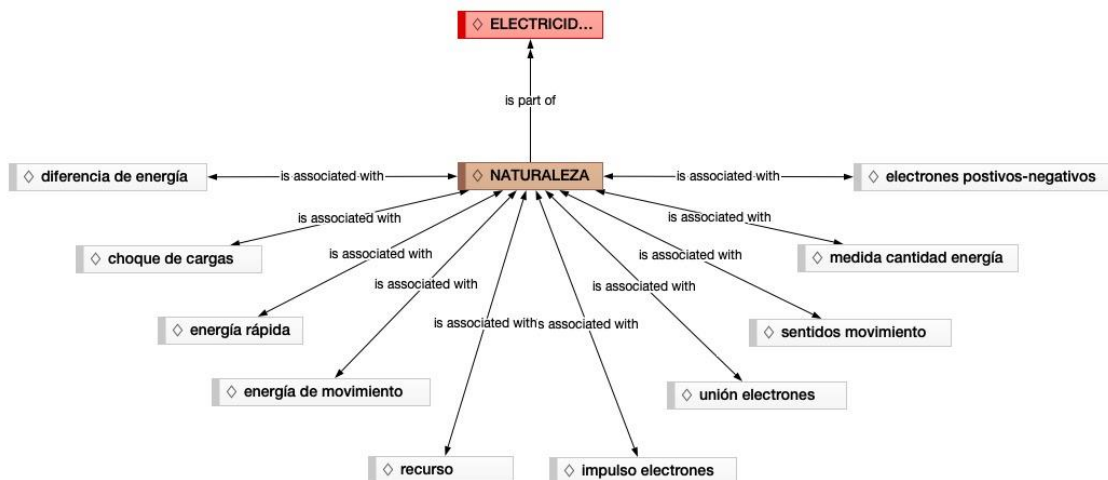


Figura 27. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Naturaleza de la Electricidad

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

Sin embargo, en algunos casos se apreciaron posturas reduccionistas, en donde el estudiantado establecía concepciones alternativas al plantar que los electrones podían tener carga positiva y negativa, es decir, que presentaron hasta cierto momento de la secuencia didáctica errores conceptuales que se fueron movilizando hacia posturas próximas al conocimiento científico.

Categoría – Analogías y CSC

En este caso se ha identificado que los y las estudiantes demuestran interés por el aprendizaje de contenidos científicos cuando estos son llevados aula de manera analógica y a partir de situaciones del contexto próximo (Figura 28). Así pues, reconocen en sus afirmaciones que las

analogías y las CSC relacionadas con los *sistemas de transporte*, el *tránsito vehicular* y las *dinámicas del tránsito en una ciudad*, fueron favorables para aprender sobre electricidad.

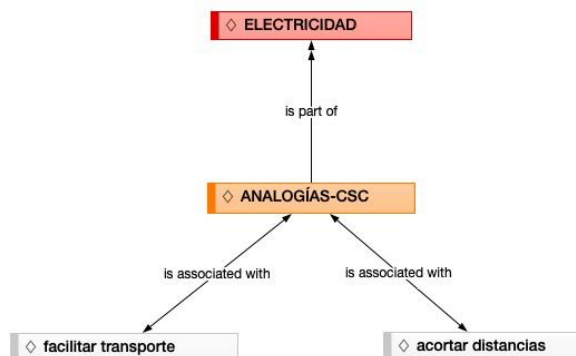


Figura 28. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Analogías y CSC

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

Por otra parte, para los y las estudiantes del GI fue interesante aprender de electricidad desde el análisis de problemas ambientales como las *hidroeléctricas* y las construcciones viales en el país como el Túnel de la Línea entre Cajamarca (Tolima) y Armenia (Quindío). De ahí que, en sus respuestas resalten el uso de este tipo de actividades en el aula. Por lo tanto, se resalta la implementación de este tipo de estrategias para acercar al estudiantado a conocimientos y saberes de su entorno, que puedan ser articulados al conocimiento científico para la consolidación de aprendizajes regulados y autónomos.

Categoría – Relación Humano-Electricidad

En esta categoría se identificaron tendencias de pensamiento de los y las estudiantes muy importantes para valorar la pertinencia de la secuencia didáctica en el marco de un aprendizaje articulado entre los conceptos de electricidad y las dinámicas socio ambientales. Así, se reconoce

que, para el estudiantado del GI la relación del ser humano y la electricidad está condicionada como un *asunto de costo y beneficio*, dado que, se debe evaluar siempre el *impacto ambiental* de las acciones antrópicas y del *desarrollo tecnológico*, buscando un *equilibrio sustentable y sostenible* (Figura 29).

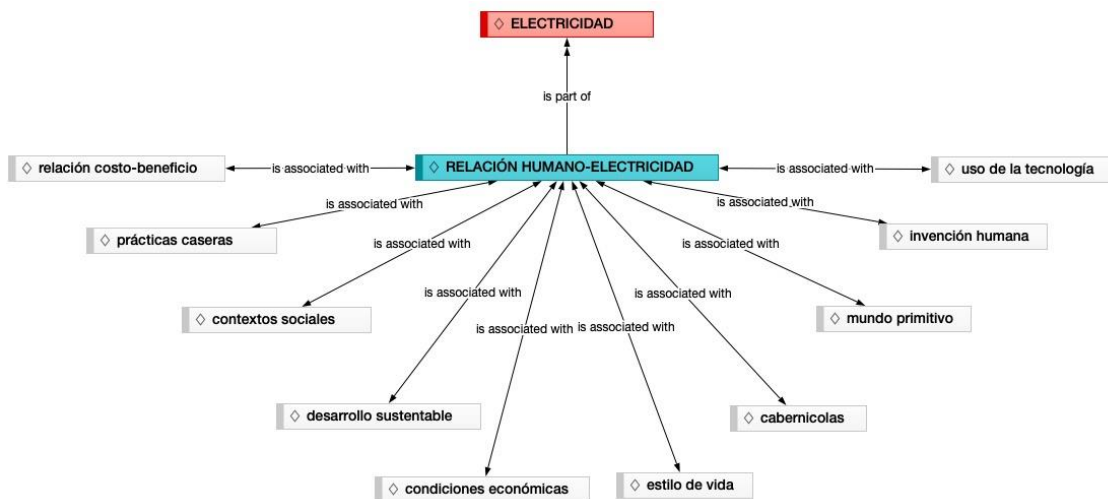


Figura 29. Tendencias de Pensamiento para la Categoría Relación Humano-Electricidad

Fuente: Autor en el Software Atlas ti 8.0

Así mismo, en esta categoría se reconoce que, para el estudiantado es importante valorar los contextos sociales y las condiciones socioeconómicas de los ciudadanos, cuando se piensa en el costo de la electricidad como servicio. Sin embargo, el estudiantado también reconoce que, si bien la electricidad ha favorecido estilos de vida más cómodos, y no se puede volver tan fácilmente a un mundo primitivo sin energía eléctrica, el ser humano si debe evaluar el uso que le da a la tecnología, aspecto en el cual la electricidad es crucial.

A partir de las tendencias de pensamiento anteriormente identificadas se reconoce que la secuencia didáctica contribuyó al progreso de las concepciones del estudiantado al interior del GI,

así como, también permitió el desarrollo de actitudes y emociones favorables hacia el conocimiento científico, en particular de la física como se ha evidenciado. Este tipo de hallazgos validan la implementación de metodologías activas y contextualizadas como son las analogías y las Cuestiones Sociocientíficas en la enseñanza de las ciencias, dado que, como plantean Rodríguez-Moreno et al., (2020), para lograr aprendizajes significativos en el estudiantado, se deben diseñar situaciones de aprendizaje, experiencias o vivencias, en las que no sólo se aprendan cosas, sino que se aprendan a hacer cosas, a hacer cosas con otros, a saber cuándo y para qué hacerlas. De ahí que, se pueda establecer que la intervención didáctica llevada a cabo en este estudio, ofrece posibilidades derivadas de la naturaleza de los propios contenidos vinculados y apropia elementos del contexto para formar y educar en un pensamiento crítico hacia los asuntos científicos. Además, como afirman algunos autores es necesario llevar al aula, actividades en las que el estudiantado no se aburra, se encuentre interesado, participe y aprenda de forma divertida (García 2008). Es decir, abandonar acciones de aula desmotivadoras y descontextualizadas, y procurar estrategias que conlleven al desarrollo socio-cognitivo (Hadzigeorgiou, 2002; Cobe 2015) o como Fragkiadaki y Ravanis (2014) y Fler (2015), promuevan un desarrollo cultural-cognitivo.

Por otro lado, se reconoce que la secuencia didáctica desarrollada contribuye a la consecución de finalidades actuales en el campo de la didáctica de las ciencias. Por ejemplo, se vincularon actividades en las cuales se acercó a los y las estudiantes a la vida cotidiana, aportando conocimientos para cubrir necesidades básicas de estos ciudadanos en formación, generando competencias que favorezcan el fomento de acciones hacia la sostenibilidad, la seguridad, y el consumo saludable. De acuerdo con Rodríguez-Moreno (2020), este tipo de acciones en el aula articuladas con espacios de actividades experimentales, al exigir una participación activa del o la

estudiante, permite la integración en torno a tareas de cooperación con sus compañeros así sea de manera virtual, posibilitando incluso la participación de los padres de familia. Estos mismos autores, afirman que este tipo de secuencias didácticas promueven cierto grado de innovación en etapas tempranas del proceso educativo como es el nivel de básica primaria, y se acoplan de manera idónea a contenidos como el elegido para este trabajo, la electricidad.

Ahora bien, en relación a las concepciones alternativas que se reconocieron durante el análisis de la secuencia didáctica, es válido mencionar que, estos registros son consecuentes con los postulados de Zuza et al., (2012) y Almudí et al., (2016). Así, se reconoce que las investigaciones en torno al aprendizaje de los y las estudiantes hacia conceptos de electricidad y magnetismo, en primera medida son incipientes y escasas (Zuza et al., 2012), y aquellos que abordan estas temáticas encuentran que el estudiantado presenta serias dificultades para aprender los conceptos y leyes que rigen los fenómenos electromagnéticos (Almudí et al., 2016). Entonces, dado el panorama tan poco explorado y las fuertes falencias que persisten en el aula, es necesario el diseño de secuencias de enseñanza que movilicen dichas concepciones alternativas. Por eso, las propuestas en donde se busca contextualizar este tipo de fenómenos de la ciencia desde la educación primaria se hacen relevantes (Fanaro et al., 2020). Dado que, en estudios como el presente se estudian las ideas previas del estudiantado, se diagnostican dificultades y se promueve el aprendizaje, favoreciendo concepciones hacia una vida universitaria como se ha planteado. Es decir, que este trabajo se corresponde con iniciativas a nivel internacional, en donde se ha pretendido indagar cómo aprenden los y las estudiantes y, qué dificultades tienen al aprender los conceptos y leyes asociados a los fenómenos electromagnéticos, estudiantes de niveles iniciales (Inorreta et al., 2017; Braunmüller et al., 2019; Bravo et al., 2019).

7.4 Comparación de las Concepciones Iniciales y Finales del estudiantado

A continuación, se presenta la comparación entre las concepciones recopiladas para el momento inicial y el momento final de la intervención de aula de los estudiantes del grado quinto del Gimnasio Los Ángeles de la ciudad de Neiva, Huila. En relación al análisis de los datos, se empleó una prueba de comparación de medias, denominada Prueba t-Student a través del Software SPSS. Para esto, los resultados fueron organizados en catorce (14) categorías, dado que, era necesario establecer los valores de las medias aritméticas para el pre y el post test, la diferencia de medias entre los dos momentos y el p-valor o significancia bilateral con un 95% de confianza y un máximo del 5% de erros permitido. Estos datos, se muestran en la Tabla 7 para el Grupo de Intervención (GI) y en la Tabla 8 para el Grupo Control (GC). Así mismo, se midieron unas correlaciones de Pearson para hallar tendencias entre categorías (Tablas 9 y 10). Es de recordar que, estas pruebas estadísticas paramétricas se aplicaron en cumplimiento del principio de homogeneidad de datos evaluado con el test de Levene, y el principio de normalidad calculada con el test de Shapiro-Wilk para muestras inferiores a 30 datos. Seguidamente, se exponen algunas de las categorías en donde se presentaron cambios más significativos como contribución de la secuencia didáctica, comparando las concepciones finales entre el GI y el GC, y se hace un análisis desde la didáctica de las ciencias.

Tabla 7. Comparación de Concepciones para el Grupo Intervención GI

Categoría	Subcategoría	Fr₀	Fr_i	Media Pretest	Media Postest	Diferencia de Medias	p-valor
Temperatura	Frio	10	0				
	Aumento Calor	3	2	1,33	2,83	-1,500	> 0,000
	Variación Calor	1	12				
Desarrollo Sustentable	Aire	1	0				
	Ventilador	0	0	2,857	3,00	-0,143	0,336
	Ventana	13	14				
Consumo Energético	Ventana	0	0				
	Ventilador	2	0	2,857	3,00	-0,143	0,165
	Aire	12	14				
Corriente Eléctrica	Si Fluye	7	0				
	No Fluye	7	14	1,50	2,00	-0,500	0,003
Circuito	Fuente de Energía	2	0				
	Conexiones	4	1	2,286	3,00	-0,714	0,003
	Cerrar Circuito	8	13				

Naturaleza Circuito	No Sabe / No Responde	2	0	2,286	3,00	-0,714	0,001
	Aparatos Complejos	7	1				
	Aparatos Simples	5	13				
Aplicaciones Circuito	No Sabe / No Responde	1	0	2,357	3,00	-0,643	0,002
	Electrodomésticos	8	1				
	Aparatos Simples	5	13				
Riesgo Eléctrico	No Sabe / No Responde	2	0	2,83	3,83	-1,000	0,002
	Daño de Aparatos	2	0				
	Cortocircuito	9	5				
	Uso Electrodomésticos	1	9				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	2	0	2,286	3,00	-0,714	0,003
	Uso Adecuado	7	1				
	Prácticas Preventivas	5	13				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	0	0	2,04	2,83	-0,786	> 0,000
	Corriente Eléctrica	12	1				
	Conducción Eléctrica	2	13				

Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	3	0	2,357	3,00	-0,643	0,013
	Conducción Eléctrica	5	2				
	Material Aislante	6	12				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	4	0	2,027	2,67	-0,643	0,033
	Material Conductor	4	3				
	Material Aislante	6	11				
Flujo Eléctrico	No Sabe / No Responde	2	0	1,741	3,17	-1,429	> 0,000
	Condiciones Circuito	12	0				
	Potencia-Voltaje	0	10				
	Resistencia	0	4				
Resistencia Eléctrica	No Sabe / No Responde	10	0	1,384	2,67	-1,286	> 0,000
	Material Aislante	3	5				
	Resistencia Eléctrica	1	9				
Circuitos en Serie	No Sabe / No Responde	7	0	1,643	3,00	-1,357	> 0,000
	Voltaje	7	2				
	Circuito en Serie	0	12				

Circuitos en Paralelo	No Sabe / No Responde	2	0	2,241	3,67	-1,429	> 0,000
	Intensidad Corriente	7	0				
	Tamaño Circuito	4	4				
	Circuito en Paralelo	1	10				
Voltaje	No Sabe / No Responde	1	0	2,711	4,00	-1,289	> 0,000
	Tamaño Circuito	3	0				
	Composición Batería	9	0				
	Energía Electrones	1	14				

$Fr_0 = \text{Frecuencia Inicial} - Fr_i = \text{Frecuencia Final}$

Tabla 8. Comparación de Concepciones para el Grupo Control GC

Categoría	Subcategoría	Fr₀	Fr_i	Media Pretest	Media Postest	Diferencia de Medias	p-valor
Temperatura	Frio	9	0				
	Aumento Calor	3	9	2,136	3,00	0,864	0,003
	Variación Calor	2	5				
Desarrollo Sustentable	Aire	0	0				
	Ventilador	0	0	3,00	3,00	0,000	1,000
	Ventana	14	14				
Consumo Energético	Ventana	0	0				
	Ventilador	2	1	2,929	3,00	-0,071	0,336
	Aire	12	13				
Corriente Eléctrica	Si Fluye	3	3				
	No Fluye	11	11	2,00	2,00	0,000	1,000
Circuito	Fuente de Energía	3	3				
	Conexiones	5	5	2,00	2,00	0,000	1,000
	Cerrar Circuito	6	6				

Naturaleza Circuito	No Sabe / No Responde	4	1				
	Aparatos Complejos	5	7	2,214	2,50	-0,286	0,263
	Aparatos Simples	5	6				
Aplicaciones Circuito	No Sabe / No Responde	0	0				
	Electrodomésticos	9	9	2,50	2,50	0,000	1,000
	Aparatos Simples	5	5				
Riesgo Eléctrico	No Sabe / No Responde	0	0				
	Daño de Aparatos	0	0				
	Cortocircuito	10	14	3,286	3,00	0,286	0,040
	Uso Electrodomésticos	4	0				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	0	0				
	Uso Adecuado	3	8	2,357	2,00	0,357	0,019
	Prácticas Preventivas	11	6				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	0	0				
	Corriente Eléctrica	10	9	2,429	2,50	-0,071	0,583
	Conducción Eléctrica	4	5				

Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	0	0				
	Conducción Eléctrica	3	6	2,214	2,00	0,214	0,082
	Material Aislante	11	8				
Prevención Riesgos	No Sabe / No Responde	2	0				
	Material Conductor	0	6	2,643	2,50	0,143	0,435
	Material Aislante	12	8				
Flujo Eléctrico	No Sabe / No Responde	0	3				
	Condiciones Circuito	11	4				
	Potencia-Voltaje	3	4	2,214	2,50	-0,286	0,302
	Resistencia	0	3				
Resistencia Eléctrica	No Sabe / No Responde	9	9				
	Material Aislante	4	3	1,929	2,00	-0,071	0,807
	Resistencia Eléctrica	1	2				
Circuitos en Serie	No Sabe / No Responde	5	2				
	Voltaje	8	12	1,857	2,00	-0,143	0,435
	Circuito en Serie	1	0				

Circuitos en Paralelo	No Sabe / No Responde	0	0	2,929	3,00	-0,071	0,752
	Intensidad Corriente	7	9				
	Tamaño Circuito	7	2				
	Circuito en Paralelo	0	3				
Voltaje	No Sabe / No Responde	1	0	3,714	4,00	-0,286	0,165
	Tamaño Circuito	1	0				
	Composición Batería	10	11				
	Energía Electrones	2	3				

$Fr_0 = \text{Frecuencia Inicial} - Fr_i = \text{Frecuencia Final}$

Tabla 9. Correlaciones de Pearson entre las Categorías de Concepciones en el GI

Categorías	C1 Temperatura	C4 Corriente Eléctrica	C5 Circuito	C6 Naturaleza a Circuito	C7 Aplicaciones Circuitos	C10 Prevención Riesgos	C11 Prevención Riesgos	C12 Prevención Riesgos	C13 Flujo Eléctrico	C14 Resistencia Eléctrica	C16 Circuitos Paralelo	C17 Voltaje
C1 Temperatura	1	,117	,161	-,360	-,085	,765**	,141	,321	,239	,233	,526	,406
C4 Corriente Eléctrica	,117	1	,106	,318	,243	,408	,462	,857**	0,000	,117	-,180	,204
C5 Circuito	,161	,106	1	-,101	,206	,173	,598*	,200	,433	,509	-,114	,584*
C6 Naturaleza a Circuito	-,360	,318	-,101	1	,746**	-,433	,186	,200	,130	-,533*	-,381	,281
C7 Aplicaciones Circuitos	-,085	,243	,206	,746**	1	-,198	,179	,208	,198	-,085	-,174	,545*
C10 Prevención Riesgos	,765**	,408	,173	-,433	-,198	1	,415	,420	,167	,430	,623*	,167
C11 Prevención Riesgos	,141	,462	,598*	,186	,179	,415	1	,396	,642*	,292	,133	,510
C12 Prevención Riesgos	,321	,857**	,200	,200	,208	,420	,396	1	,070	,181	-,277	,438
C13 Flujo Eléctrico	,239	0,000	,433	,130	,198	,167	,642*	,070	1	,239	,147	,708**
C14 Resistencia Eléctrica	,233	,117	,509	-,533*	-,085	,430	,292	,181	,239	1	,231	,239
C16 Circuitos Paralelo	,526	-,180	-,114	-,381	-,174	,623*	,133	-,277	,147	,231	1	-,110
C17 Voltaje	,406	,204	,584*	,281	,545*	,167	,510	,438	,708**	,239	-,110	1

F_{r0} = Frecuencia Inicial - F_{r1} = Frecuencia Final

Tabla 10. Correlaciones de Pearson entre las Categorías de Concepciones en el GI

Categorías	C3 Consumo Energético	C4 Corriente Eléctrica	C5 Circuito	C7 Aplicaciones Circuitos	C10 Prevención Riesgos	C11 Prevención Riesgos	C12 Prevención Riesgos	C13 Flujo Eléctrico	C14 Resistencia Eléctrica	C17 Voltaje
C3 Consumo Energético	1	,782**	,377	-,548*	,258	-,213	,417	,213	,281	-,041
C4 Corriente Eléctrica	,782**	1	,595*	-,337	,330	-,273	,284	,273	,359	-,053
C5 Circuito	,377	,595*	1	-,207	,029	-,080	,113	,080	,551*	-,235
C6 Naturaleza Circuito	-,219	-,171	,322	,307	-,255	,265	,037	-,483	,226	,136
C7 Aplicaciones Circuitos	-,548*	-,337	-,207	1	-,471	,389	-,548*	-,389	-,513	,076
C10 Prevención Riesgos	,258	,330	,029	-,471	1	-,826**	,258	,440	,073	-,161
C11 Prevención Riesgos	-,213	-,273	-,080	,389	-,826**	1	-,213	-,576*	-,200	,194
C12 Prevención Riesgos	,417	,284	,113	-,548*	,258	-,213	1	,213	,281	-,041
C13 Flujo Eléctrico	,213	,273	,080	-,389	,440	-,576*	,213	1	-,080	-,689**
C14 Resistencia Eléctrica	,281	,359	,551*	-,513	,073	-,200	,281	-,080	1	,070
C17 Voltaje	-,041	-,053	-,235	,076	-,161	,194	-,041	-,689**	,070	1

Como se evidencia en las tablas anteriores, los cambios en las concepciones del GI fueron más significativos y estadísticamente comprobables en comparación con las del GC, cuando se sometieron a una prueba de comparación de medias entre los valores iniciales y los finales. Así mismo, al evaluar las correlaciones de Pearson entre las Categorías de análisis establecidas para el estudio, se puede registrar que las concepciones en el GI entretejen fortalezas y se relacionan entre diferentes contenidos temáticos abordados en el estudio, situación que no se registra de la misma manera y bajo valores similares en el GC. Estos hallazgos permiten establecer propuestas didácticas contextualizadas que atiendan a esa diversidad de saberes y permita movilizar concepciones de posturas alternativas hacia niveles ideales del conocimiento, tal como ha sucedido en esta investigación con la implementación de analogías y Cuestiones Sociocientíficas.

Por lo anterior, se presenta un análisis didáctico para algunas de las categorías más relevantes en este estudio y se hacen interpretaciones en torno al fenómeno abordado.

7.4.1 Categoría Temperatura

Para el desarrollo de esta primera categoría temática fue empleada la siguiente pregunta:
¿Qué relación crees que existe entre las tres posibilidades anteriores y la sensación térmica en tu habitación?

De esta manera, las respuestas de los y las estudiantes participantes se agruparon en tres subcategorías, la más representativa para el momento inicial en el Grupo de Intervención (GI de ahora en adelante) fue *Frio* (10 estudiantes), mientras que, en el Grupo Control (GC de ahora en

adelante) fue *Variación de Calor* (12 estudiantes). Ya para el momento final, 12 de los y las estudiantes del GI se ubicaron en *Variación del Calor* y solo 5 del GC se movilizaron hacia esta subcategoría (Figura 30). Sin embargo, el p-valor obtenido en la prueba t-Student para ambos grupos en esta categoría fue significativo, con un valor mayor a 0,000 y de 0,003 para el GI y el GC respectivamente. Así mismo, en esta categoría para el GI se reconoció una correlación fuerte de 0,765 con la categoría *Riesgo Eléctrico*, puesto que, para el estudiantado participante y como se evidenció en la intervención de aula, los accidentes eléctricos están causados por intercambios de cargas eléctricas con diferentes niveles de intensidad, y dicho proceso en conjunto con material carburante a elevadas temperaturas terminan ocasionando incendios. En el GC la categoría no presentó correlaciones fuertes o débiles.

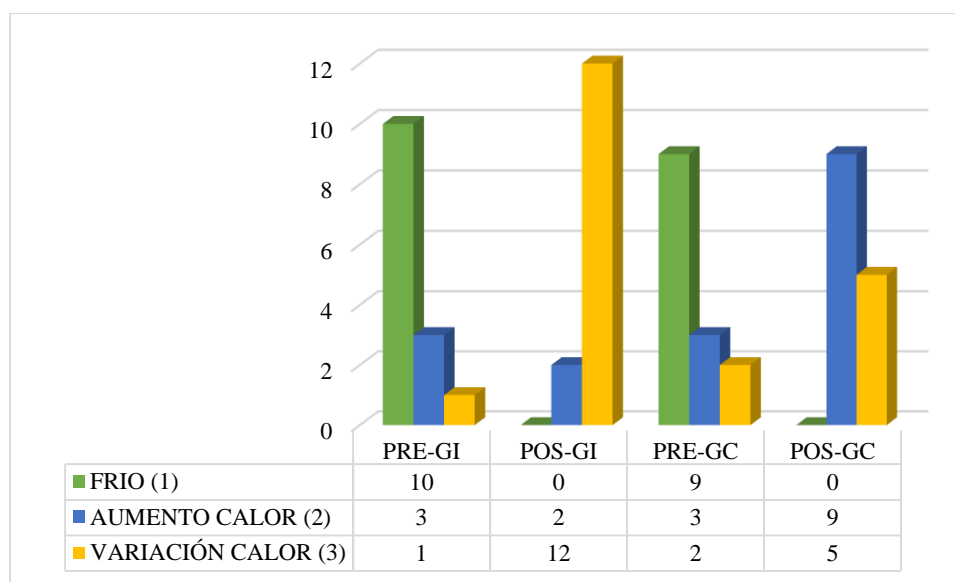


Figura 30. Frecuencias de la Categoría Temperatura

A continuación, se presentan algunas evidencias textuales de las respuestas del estudiantado en el GC y el GI.

GI6:C1 [Haciendo referencia a una postura reduccionista en el momento inicial] *“la mejor es el aire acondicionado porque enfría mucho y le puede ganar al calor luego sería el ventilador porque ventila bueno y la última abrir la ventana porque entra calor con brisa”*

GI6:C2 [Haciendo referencia a una postura ideal en el momento final] *“la mejor es el aire porque uno lo puede modificar a los grados que quiere que enfrié, luego el ventilador porque tiene unos números para que uno lo modifique a cuanto quiere que gire la hélice, y por último la ventana porque entra aire y calor porque el clima está caliente”*

GC6:C1 [Haciendo referencia a una postura reduccionista en el momento inicial] *“la que más fresca te da es el aire acondicionado y la menos fresca es abrir la ventana, porque el aire acondicionado se mueve mucho, con so me refiero a que dentro de él tiene que haber algo que se mueva para generar el aire, pero si abres la ventana va entrar el viento de afuera y como dice que hace calor entonces da igual. Para mi es mejor utilizar el ventilador, porque no consume tanta energía, pero te refresca mucho, yo estoy fresca con mi ventilador siempre”*

GC6:C2 [Haciendo referencia a una postura ideal en el momento final] *“si solo abres la ventana da igual porque entra el calor de afuera, si utilizas el aire acondicionado estarás muy fresco, creo porque nunca he utilizado un aire acondicionado y si prendes el ventilador sería perfecto, porque da un viento rico y si sigues con calor se le puede subir a 2 o 3”*

De esta manera, se reconoce un progreso interesante en las concepciones del estudiantado especialmente de aquellos y aquellas estudiantes que participaron del GI, dado que, fue mayor el número de estudiantes que se movilizaron hacia niveles ideales y próximos al conocimiento científico en dicho grupo en comparación con lo sucedido en el GC.

7.4.2 Categoría Desarrollo Sustentable

Para esta categoría se empleó el interrogante: *¿Cuál de las posibilidades consideras que es la más amigable con el medio ambiente?*

Así, se identificó que las concepciones iniciales del estudiantado del GI y del GC se ubicaron en la subcategoría *Ventana*, con 13 y 14 estudiantes respectivamente. Esta tendencia se mantuvo vigente para el momento final como se aprecia en la Figura 31. Este nivel ideal de respuesta en los y las estudiantes participantes guarda relación con el grado de proximidad que tiene la situación analógica planteada en el instrumento con su realidad inmediata, es decir, que al emplear el contexto en la sala de aula, se favorece no solo un mejor entendimiento de los conceptos, también una clarificación sobre el fenómeno asociado y con esto aportar a la apropiación social del conocimiento.

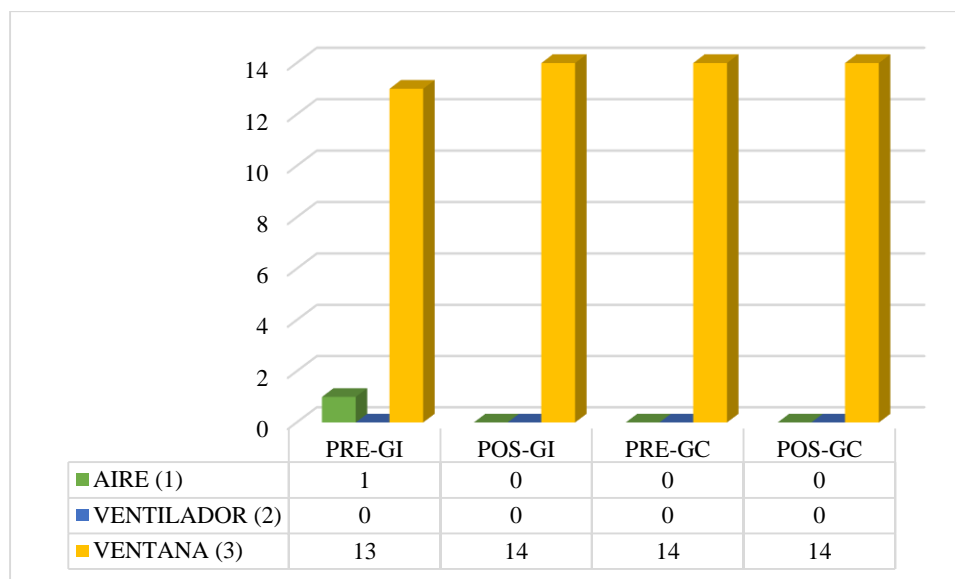


Figura 31. Frecuencias de la Categoría Desarrollo Sustentable

7.4.3 Categoría Consumo Energético

En este caso se ha empleado la pregunta orientadora: *¿Cuál consideras, de las tres posibilidades, la que más consume electricidad?*

Para este caso, las respuestas iniciales y las finales del estudiantado fueron muy similares, de ahí que al igual que la categoría anterior el p-valor obtenido no haya sido considerado como significativo, puesto que no existen para las dos muestras en cada momento diferencias entre sus medias estadísticas. Así pues, la subcategoría *Aire Acondicionado* fue la de mayor frecuencia en los dos momentos, inicialmente en esta se ubicaron 12 estudiantes del GI y 14 estudiantes del GC, y en un momento posterior fueron 14 y 13 estudiantes respectivamente (Figura 32).

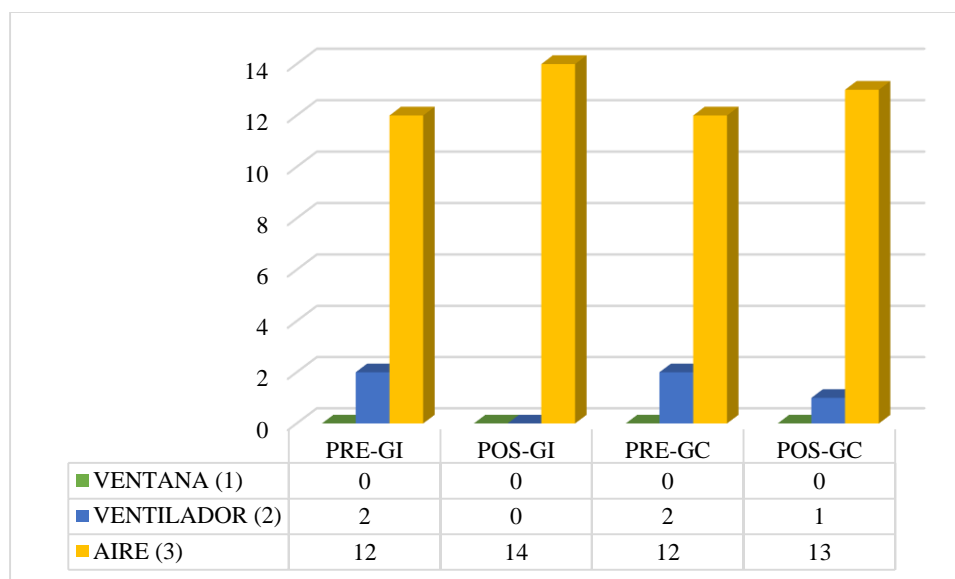


Figura 32. Frecuencias de la Categoría Consumo Energético

De igual manera, en esta categoría para el GC se ha reconocido una correlación fuerte de 0.782 con la Categoría Corriente Eléctrica, demostrando tendencias de pensamiento articuladas en

el estudiantado para analizar situaciones sobre la intensidad de corriente y el consumo que se da en los hogares.

7.4.4 Categoría Corriente Eléctrica

En este caso se ha empleado la siguiente situación: *Este montaje está compuesto de un bombillo, una pila, un interruptor y cables. Si el sistema está como en la imagen, ¿qué sucede con la corriente?*

En esta categoría las respuestas se agruparon en dos subcategorías, una alternativa y otra ideal, así, del momento inicial al final, el estudiantado del GI se movilizó entre subcategorías, pasando de 7 a 14 estudiantes respectivamente. Por su parte, en el GC los mismos 11 estudiantes que al inicio se ubicaron en la tendencia correcta lo hicieron al final (Figura 33). Estos hallazgos fueron registrados de igual manera en la prueba t-student, cuando la categoría tuvo una significancia de 0.003 para el GI, indicando diferencias significativas y una movilización de las concepciones por la diferencia de medias, mientras que, en el GC este p-valor fue de 1.000 lo que hace rechazar la hipótesis de una progresión en las concepciones.

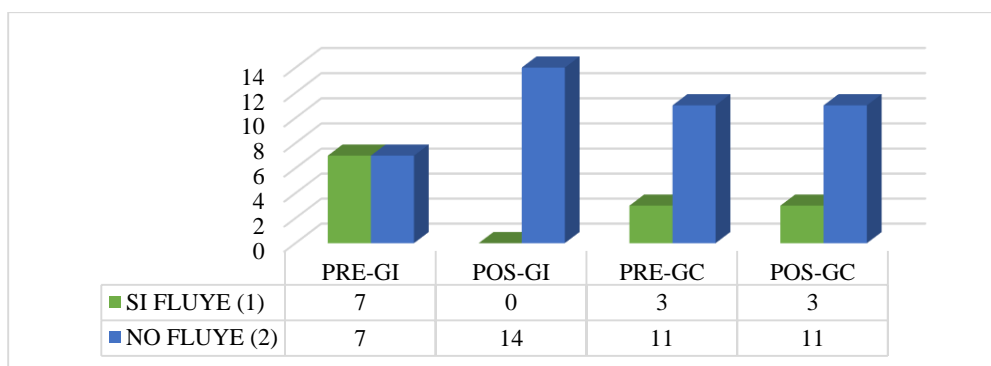


Figura 33. Frecuencias de la Categoría Corriente Eléctrica

7.4.5 Categoría Circuito

Seguido al interrogante anterior, se empleó en la misma situación la siguiente pregunta:
¿Qué condiciones son necesarias para que encienda el bombillo?

Para esta categoría se ha evidenciado que las concepciones de los y las estudiantes en el GI se distribuyeron de manera heterogénea entre las diferentes subcategorías para el momento previo a la intervención, sin embargo, en el momento posterior a la misma, la subcategoría mayoritaria con 13 estudiantes fue *Cerrar Circuito*, demostrando una progresión en las concepciones del estudiantado y con un p-valor de 0.003 (Figura 34). Por el contrario, en el GC tanto al inicio como al final la distribución fue heterogénea, registrando a 8 de los y las estudiantes en tendencias reduccionistas como *Conexiones* y *Fuente de Energía*, estas dos planteadas como condiciones únicas para el funcionamiento de un circuito. En este caso el p-valor para el GC fue 1.000 indicando que no existen cambios entre los dos cuestionarios aplicados en dicho grupo de referencia.

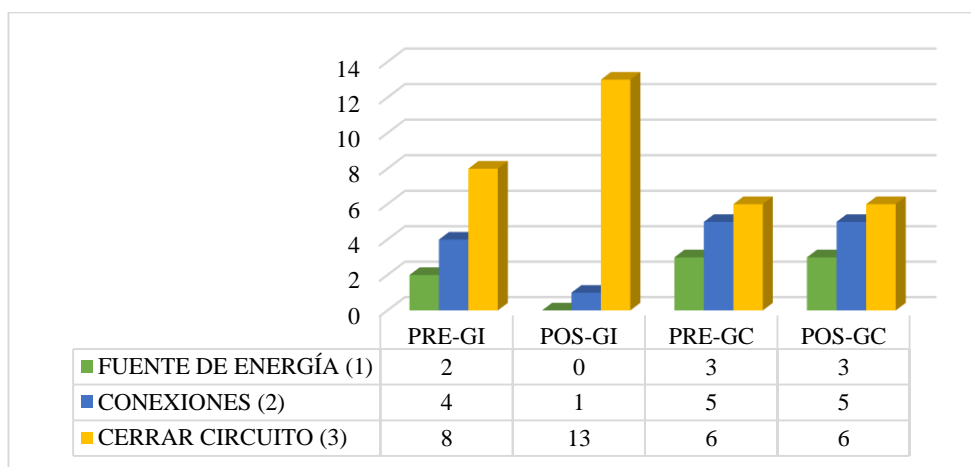


Figura 34. Frecuencias de la Categoría Circuito

A continuación, se presentan algunas evidencias textuales de las respuestas del estudiantado en el GC y el GI.

GI11:C1 [Haciendo referencia a la categoría circuito en el momento inicial] *“Que esté conectado a la electricidad”*

GI11:C2 [Haciendo referencia a la categoría circuito en el momento final] *“Que los cables estén conectados a la batería, al bombillo y al interruptor. Ya que si algún cable no está conectado a alguno de los elementos que ya dije no funcionara el circuito”*

GC7:C1 [Haciendo referencia a la categoría circuito en el momento inicial] *“El flujo debe continuar, así que hay que reemplazar el cable”*

GC7:C2 [Haciendo referencia a la categoría circuito en el momento final] *“Para que encienda el bombillo se necesita que la corriente este en movimiento para que se genere el flujo de electrones”*

De esta manera, se reconoce la progresión de las concepciones en los y las estudiantes, destacando especialmente la contribución de la secuencia de aula en el GI, favoreciendo concepciones de mayor argumentación y más próximas al conocimiento científico.

7.4.6 Categoría Naturaleza Circuito

Para abordar el contenido temático de circuitos, se empleó una situación problema con dos interrogantes, el primero es: *¿Qué aparatos crees que funcionen con este tipo de circuito?*

En esta categoría se presentaron movilizaciones entre subcategorías para los dos grupos como se puede apreciar en la Figura 35, sin embargo, el cambio principal ocurre en el GI con p-valor de 0.0001 y pasando de 5 a 13 estudiantes en la subcategoría ideal de *Aparatos Simples*. Dicho aumento no fue proporcional en el GC, en donde no se desarrolló la intervención didáctica, en este caso, solo se aumentó en un estudiante entre el inicio y el final del proceso, y por esto el p-valor hallado es de 0.263 demostrando la persistencia de concepciones alternativas en el GC. Se resalta que, para el momento posterior a la intervención didáctica, en el GI ningún estudiante se ubica en la tendencia minoritaria y solo uno se registra en la tendencia intermedia.

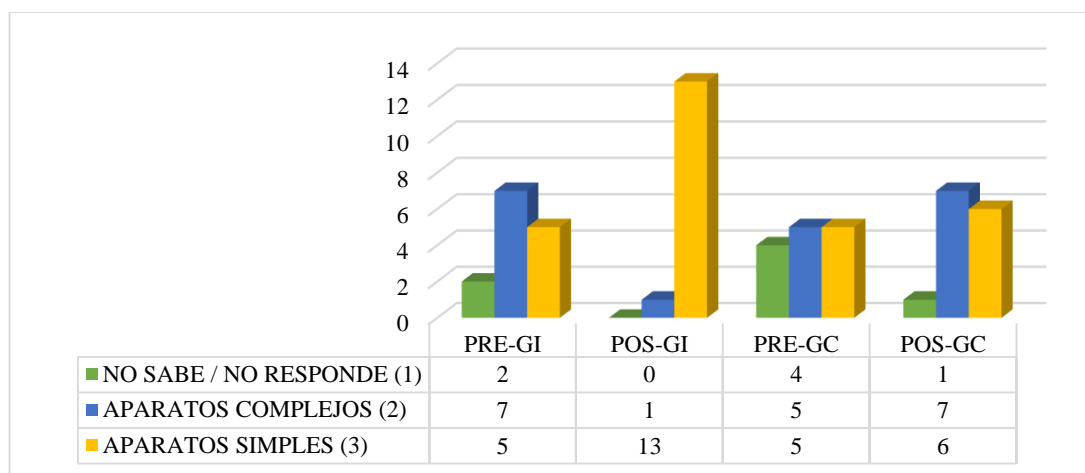


Figura 35. Frecuencias de la Categoría Naturaleza Circuito

En esta categoría se registraron dos correlaciones en el GI, la primera con la Categoría Aplicaciones Circuito con un valor de 0,746 de acuerdo con el coeficiente de Pearson, esto indica que las concepciones se han movilizadas significativamente en ambas categorías y que, para el estudiantado de este grupo, al reconocer las propiedades de un circuito, le es posible explicar las diferentes aplicaciones y representaciones del contenido temático en la vida cotidiana. Así mismo,

la categoría correlacionó con un valor de 0,545 con la Categoría Voltaje, dado que, el concepto circuito tiene mucha relación con conceptos como voltaje e intensidad de corriente.

7.4.7 Categoría Aplicaciones Circuito

Esta categoría parte de la misma situación expuesta anteriormente, pero para este caso, se usó el interrogante: *¿Qué electrodomésticos de tu hogar consideras que puedan tener este tipo de circuito en su interior?*

Cuando se indagó por los electrodomésticos que podrían tener circuitos sencillos como el descrito en la situación del cuestionario, inicialmente eran 5 estudiantes de cada grupo los que reconocían que este tipo de circuitos solo podrían estar presentes en *Aparatos Simples* como una linterna (Figura 36). Por el contrario, para el momento final en el GI son 13 los estudiantes que se ubican en la subcategoría ideal, demostrando una progresión en la categoría con una significancia de 0.002, mientras que en el GC, las frecuencias no cambiaron y por lo tanto el p-valor es 1.000 refutando cambios en las concepciones.

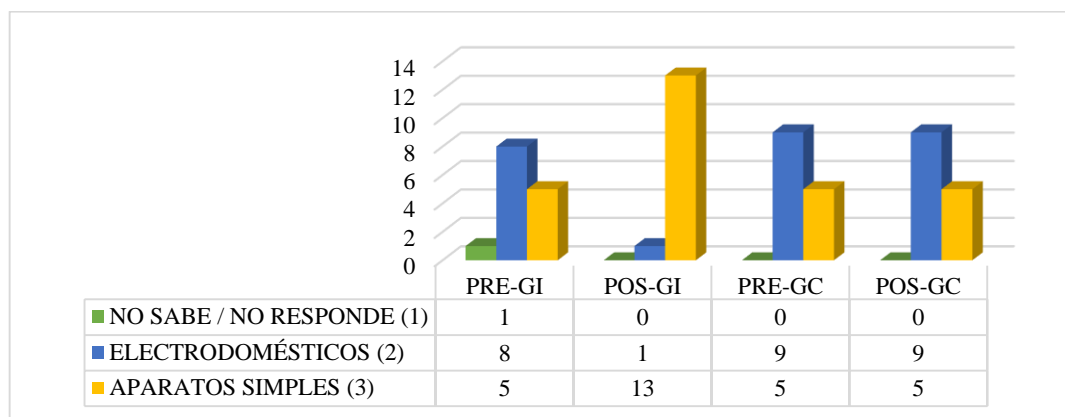


Figura 36. Frecuencias de la Categoría Aplicaciones Circuito

7.4.8 Categoría Riesgo Eléctrico

Para abordar esta categoría, se partió de una cuestión sociocientífica en donde se relataba una emergencia por un cortocircuito en la ciudad de Neiva, así se planteó la siguiente pregunta: *¿Qué importancia le das a las instalaciones eléctricas de tu hogar y qué riesgos existen si no se utilizan de manera correcta?*

En este caso, la prueba t-student demostró cambios significativos entre el inicio y el final del proceso en ambos grupos, en el GI el p-valor fue de 0.002 y en el GC de 0.040. Así se reconoce que la intervención didáctica contribuyó de manera más eficiente en el aprendizaje de los y las estudiantes del GI, en comparación con el posible aprendizaje ambiental y experiencial del alumnado en el GC. Además, como se ve en la Figura 37, las frecuencias para los dos momentos en cada uno de los grupos demuestran que la mayoría (9 estudiantes) del GI se movilizó hacia la subcategoría ideal *Uso de los Electrodomésticos*, mientras que todos los estudiantes del GC se ubicaron al final en una de las tendencias intermedias, que para este caso es *Cortocircuito*.

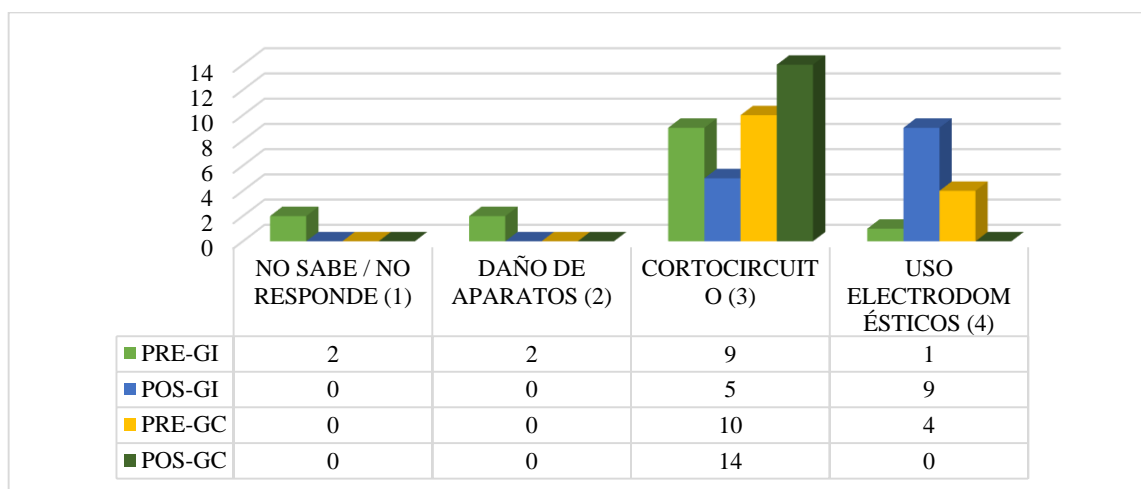


Figura 38. Frecuencias de la Categoría Riesgo Eléctrico

A continuación, se presentan algunas evidencias textuales de las respuestas del estudiantado en el GC y el GI.

GI7:C1 [Haciendo referencia a la categoría riesgos eléctricos en el momento inicial] *“la verdad no entendí la pregunta”*

GI7:C2 [Haciendo referencia a la categoría riesgos eléctricos en el momento final] *“Pues le doy mucha importancia ya que si me descuido puede haber daños, como corto circuitos, incendios y más cosas. Abrían demasiados riesgos si no se utiliza de manera correcta, ya que si dejamos un vaso cerca del toma corrientes eso hará cortocircuito y si encendemos un aparato eléctrico en el lugar donde ocurrió el corto circuito eso sería peor”*

GC3:C1 [Haciendo referencia a la categoría riesgos eléctricos en el momento inicial] *“la importancia de la electricidad es que ay que utilizarla bien porque se pueden hacer incendios”*

GC3:C2 [Haciendo referencia a la categoría riesgos eléctricos en el momento final] *“Si no se utilizan bien se pueden ocasionar incendios o muertes”*

A partir de las evidencias textuales anteriormente presentadas, se reconoce la diferencia en análisis e interpretación de los fenómenos asociados a la electricidad entre los y las estudiantes del GI y del GC, en el primer grupo se movilizaron las concepciones hacia niveles ideales de respuesta, y en el segundo, por el contrario, prevalecen posturas intermedias o superficiales del fenómeno de la electricidad.

7.4.9 Categoría Prevención de Riesgos

Esta categoría se desarrolla desde cuatro interrogantes que fueron propuestos para analizar dos una Cuestiones Sociocientíficas (CSC) en el cuestionario de la investigación.

CSC 1 - ¿Qué medidas o precauciones puedes tomar en casa para evitar situaciones como la de la noticia?

Para el primer caso de esta categoría, la prueba t-student demostró cambios significativos para los dos grupos de referencia. No obstante, en el GI el cambio fue progresivo con un p-valor de 0.003 que se refleja en la Figura 38.1 al observar cómo se pasa de 5 a 13 estudiantes en la subcategoría ideal *Prácticas Preventivas*. Por el contrario, en el GC si bien hay significancia por la diferencia de medias con un p-valor de 0.019 este fue regresivo, pues se pasa de 11 a 6 estudiantes para la subcategoría ideal, indicando que, en lugar de favorecer un aprendizaje, con el tiempo este se ha fragmentado y por ello, los y las estudiantes del GC se distribuyen para el final entre las tendencias reduccionistas.

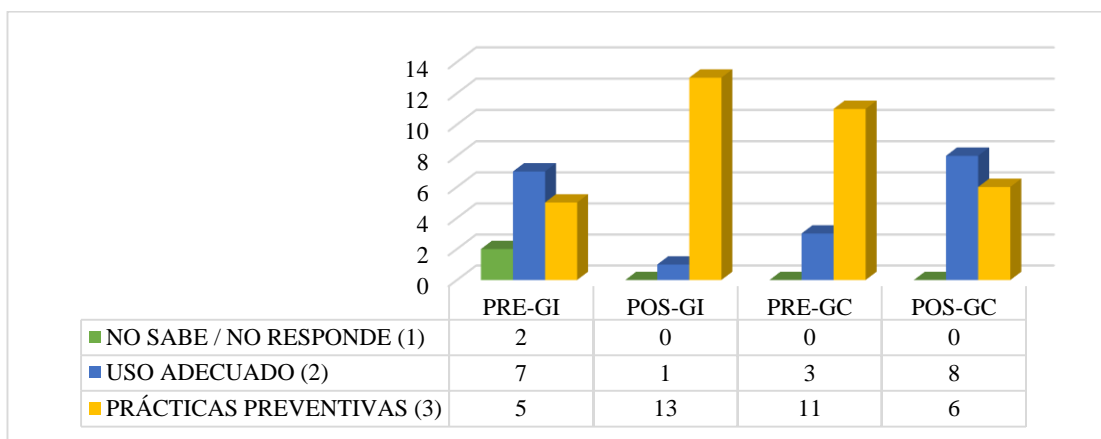


Figura 38.1. Frecuencias de la Categoría Prevención de Riesgos

CSC 2 - *¿Consideras posible morir al pisar un charco que tenga un dispositivo electrónico conectado a un tomacorriente?*

Para este interrogante, la progresión en las concepciones solo fue registrado para el GI y se evidencia con la movilización entre subcategorías pasando de 2 a 13 estudiantes en la subcategoría de mayor puntuación, *Conducción Eléctrica*. En el GC no se evidenció cambio significativo y las frecuencias son similares como se aprecia en la Figura 38.2.

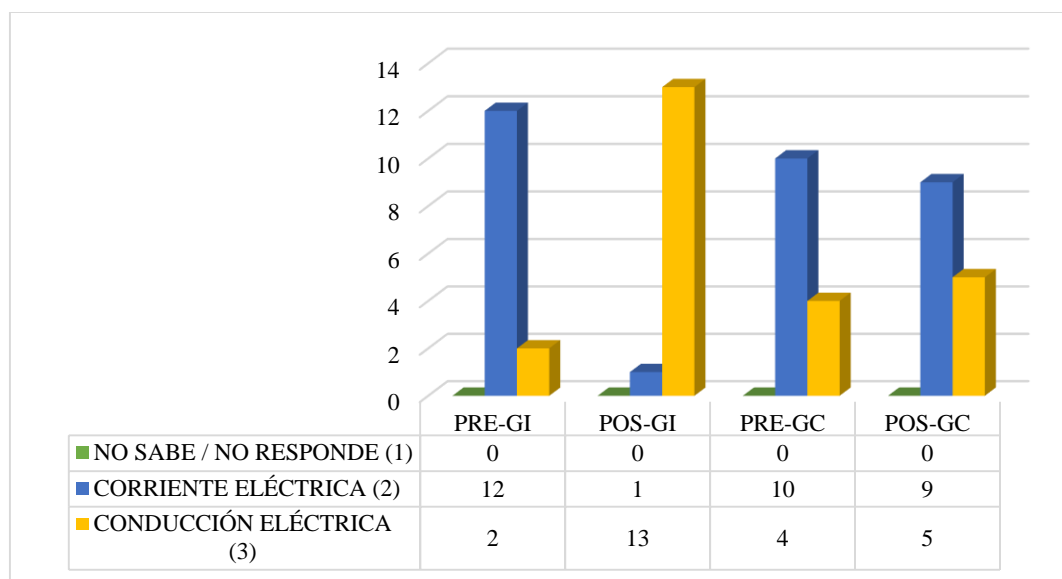


Figura 38.2. Frecuencias de la Categoría Prevención de Riesgo

CSC 2 - *Si la persona que pisa el charco tuviera zapatos, ¿cambiaría tu respuesta de la pregunta anterior? ¿Por qué?*

Cuando se solicitó al estudiantado reafirmar o cambiar su posición conceptual anterior, en el GC, 11 de los y las estudiantes se ubicaron en la tendencia ideal para el momento inicial, pero para el final del proceso, sólo 8 de estos se mantienen y los distribuyen entre las subcategorías

alternativas. Es decir, que se vuelve a evidencia un retroceso en las concepciones del GC. Por el contrario, en el GI se obtiene una significancia estadística, dado que, se movilizaron progresivamente los y las estudiantes pasando de 6 a 12 en la subcategoría ideal *Material Aislante*. Al final del proceso en el GI solo continúan 2 de los estudiantes en la tendencia alternativas *Conducción Eléctrica* (Figura 38.3).

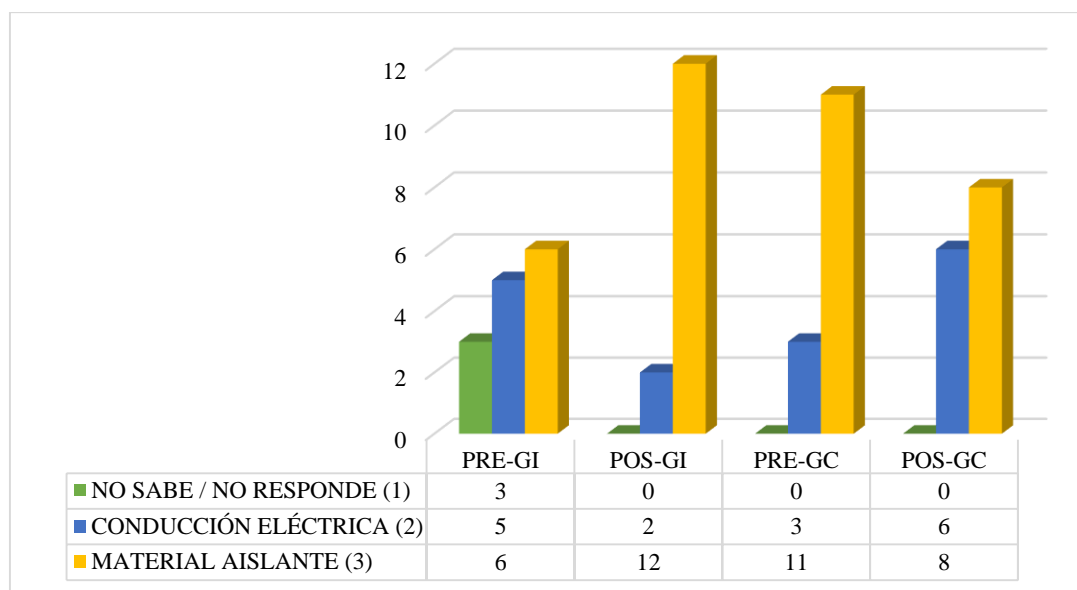


Figura 38.3. Frecuencias de la Categoría Prevención de Riesgo

CSC 2 - ¿Crees que existe algún tipo de calzado que evitaría daño al pisar el charco electrificado?

En este último interrogante de la categoría, se da una dinámica en las frecuencias iniciales y finales similar a lo sucedido anteriormente, es decir, se da un progreso en el GI y en el GC los estudiantes pasan de niveles ideales inicialmente a posturas alternativas en relación al fenómeno indagado para el momento final. En la Figura 38.4 se aprecia como en el GI para para el momento

final, 11 de los y las estudiantes reconocen que el calzado a usar en zonas de electrificación debe ser de un *Material Aislante*, ubicándose a un nivel ideal del conocimiento.

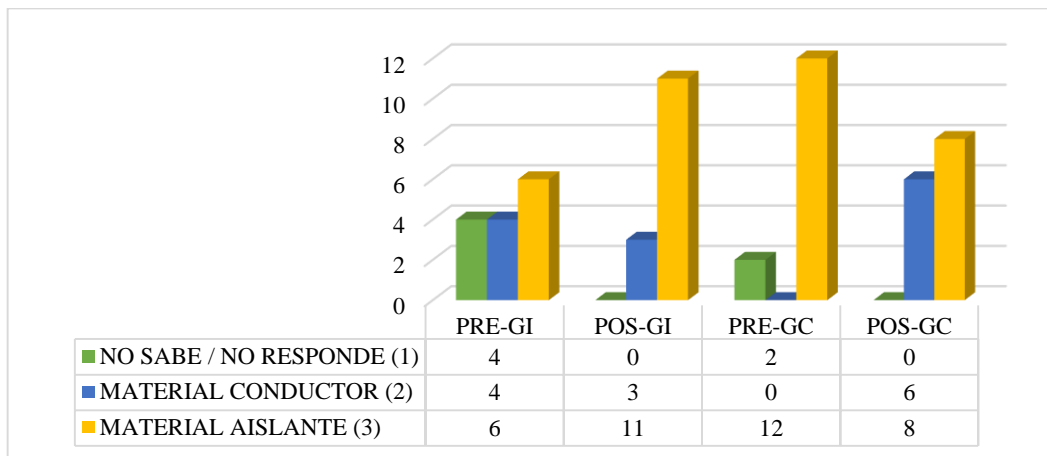


Figura 38.4. Frecuencias de la Categoría Prevención de Riesgo

Esta categoría registró correlaciones con la Categoría *Temperatura* y *Voltaje* a partir del segundo interrogante, con valores de 0,765 y 0,545 respectivamente en el GI. Del mismo modo, en el interrogante tres se identificó correlación con la Categoría *Flujo Eléctrico* con un valor de 0,642 moderadamente para el GI, y el cuarto interrogante lo hizo en el GC, pero esta vez con la Categoría *Corriente Eléctrica*, registrando una correlación fuerte de 0,857. Esto demuestra la homogeneidad de los datos para analizar las concepciones en torno al concepto electricidad.

7.4.10 Categoría *Flujo Eléctrico*

Para abordar este concepto en el cuestionario, se planteó el siguiente interrogante a partir de una analogía entre el concepto físico y las vías de transporte: *¿Consideras que la electricidad viaja siempre a la misma velocidad a través de un circuito eléctrico o esta puede variar?*

De esta manera, la prueba t-student ha permitido reconocer que en el GI se registraron cambios significativos entre el momento inicial y el final, dado que el p-valor fue mayor a 0.000 y tal como se evidencia en la Figura 39, los y las estudiantes después de la intervención didáctica se ubicaron en las tendencias más próximas a un nivel ideal, *Potencia-Voltaje* (10 estudiantes) y *Resistencia* (4 estudiantes). La situación en el GC no fue similar, en un inicio la mayoría del estudiantado se ubicó en la subcategoría alternativa *Condiciones Circuito*, y al final la muestra total se distribuyó entre las cuatro subcategorías, situación que se refleja en un p-valor de 0.302. No obstante, es necesario fortalecer los contenidos en torno a esta categoría temática pues solo 7 estudiantes de toda la población (4 del GI y 3 del GC) reconocen la variación de la velocidad de la electricidad depende de las resistencias específicamente, como parte esencial en un circuito.

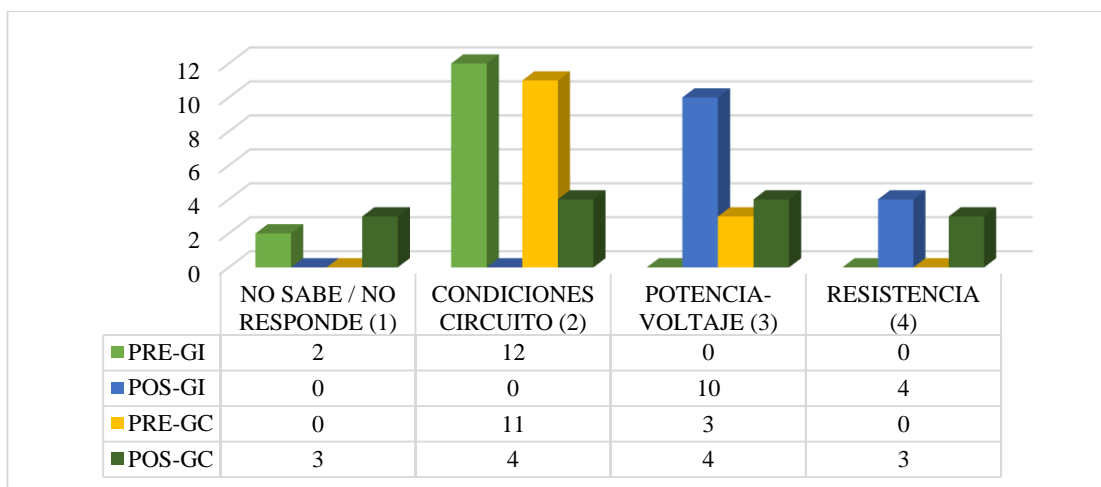


Figura 39. Frecuencias de la Categoría Flujo Eléctrico

Por otra parte, esta categoría presentó en los dos grupos, correlaciones fuertes con la Categoría Voltaje de 0,708 en el GI y de 0,689 en el GC. De ahí que, se pueda entender la movilización progresiva o regresiva de las concepciones en ambos grupos para temáticas

relacionadas con el voltaje y el flujo de electrones o cargas eléctricas en un circuito, como se evidencia en este estudio.

A continuación, se presentan algunas evidencias textuales de las respuestas del estudiantado en el GC y el GI.

GI4:C1 [Haciendo referencia a la categoría flujo eléctrico en el momento inicial] *“no estoy segura, pero me parece que puede viajar a distintas velocidades depende de dificultades que tengan los cables que las transporta”*

GI4:C2 [Haciendo referencia a la categoría flujo eléctrico en el momento inicial] *“esta puede variar porque puede haber ciertos obstáculos que se lo impidan ejemplo un cable en mal estado o muchos bombillos”*

GC11:C1 [Haciendo referencia a la categoría flujo eléctrico en el momento inicial] *“Puede variar si el cable no está en buenas condiciones”*

G11:C2 [Haciendo referencia a la categoría flujo eléctrico en el momento inicial] *“No viajan a la misma velocidad pueden cambiar cuando el cable está en mal estado”*

En este caso se observa en las mismas evidencias de respuestas, como para el GC fue más complejo pensar en subcategorías como Resistencia para explicar fenómenos asociados con la velocidad de la corriente eléctrica. Por el contrario, el estudiantado del GI en baja frecuencia logra aproximarse a estos niveles ideales y movilizar de manera progresiva después de la intervención didáctica.

7.4.11 Categoría Resistencia Eléctrica

A partir de la misma analogía con las vías de transporte de la ciudad se abordó el concepto de resistencia eléctrica, y para ello se empleó la pregunta: *Los reductores de velocidad existen en las vías para evitar que, por imprudencias al volante, ocurran accidentes. En comparación con el ejemplo, ¿existe algo en los circuitos eléctricos que cumpla la función de evitar accidentes como los cortocircuitos o daños a electrodomésticos? Si tu respuesta es sí, ¿crees que todos los circuitos lo tienen o lo deberían tener?*

En este caso, los resultados se corresponden con lo descrito en la categoría anterior, se evidencia un cambio progresivo en interesante en el GI, pasando de 1 a 9 los y las estudiantes que reconocen que es una *Resistencia* en un circuito eléctrico, y con un p-valor mayor a 0.000 se valida la contribución de la intervención didáctica. Por el contrario, en el GC el cambio no es significativo y para el momento final prevalecen concepciones alternativas en el estudiantado, llevando a que la subcategoría mayoritaria se *No Saben / No Responde* (Figura 40).

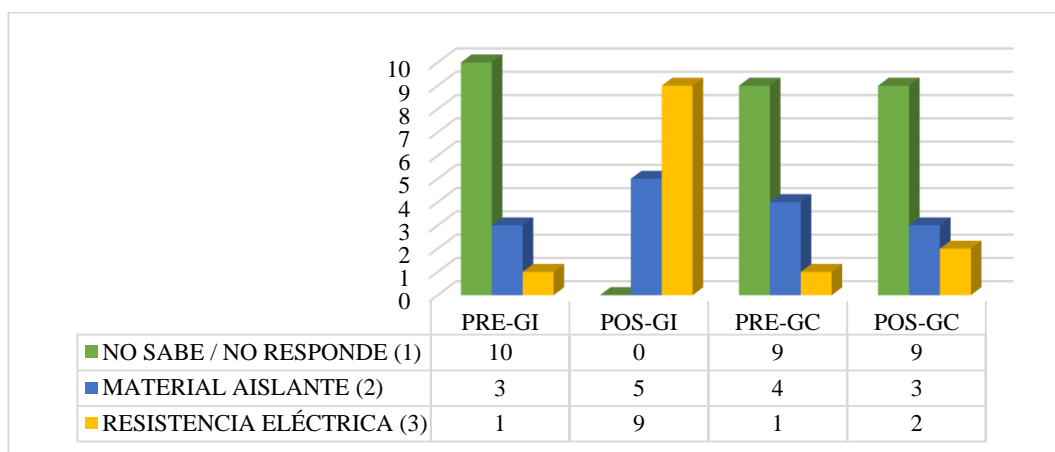


Figura 40. Frecuencias de la Categoría Resistencia Eléctrica

7.4.12 Categoría Circuito en Serie

Para este caso, se planteó una situación problema en donde se exponía un circuito posible a encontrar en las instalaciones domésticas, con el fin de analizar tres situaciones. Así, el primer interrogante es: *¿Qué explicación podrías dar a este fenómeno?*

En este sentido, fue posible identificar que en el GI se dio un cambio significativo y progresivo en las concepciones de los y las estudiantes con un p-valor mayor o igual a 0.000 y como se ve en la Figura 41, en la subcategoría ideal *Circuito en Serie* se pasó de 0 a 12 estudiantes, los otros dos se ubicaron después de la intervención didáctica en la subcategoría *Voltaje*. Por el contrario, en el GC el valor de significancia es de 0.435 y el único estudiante que se ubicaba inicialmente en un nivel ideal de respuesta, se movilizó hacia una de las tendencias alternativas, así, al final del proceso la subcategoría mayoritaria en el GC es *Voltaje* con 12 estudiantes.

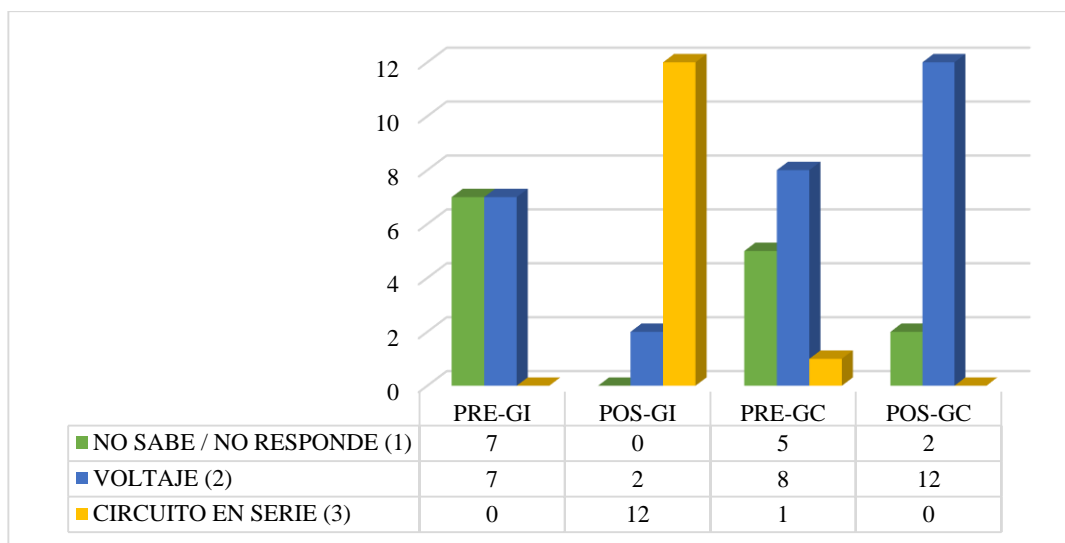


Figura 41. Frecuencias de la Categoría Circuito en Serie

7.4.13 Categoría Circuito en Paralelo

En este caso, se empleó la pregunta: *Observa el tamaño de las flechas en el circuito. ¿Por qué razón consideras que sus tamaños varían?*

De esta manera, se registraron cambios entre el momento previo y posterior a la intervención didáctica solo en el GI con un p-valor igual o mayor a 0.000 y en el GC de 0.752. Estos hallazgos son registrados de igual manera en la Figura 42, en donde se aprecia como en el GI al inicio la tendencia mayoritaria era *Intensidad de Corriente* (7 estudiantes) y al final los y las estudiantes se distribuyen 4 en *Tamaño Circuito* y 10 en la *Circuito en Paralelo*, es decir, en el estudiantado del GI se dio una progresión sobre sus concepciones. En el GC, tanto al inicio como al final la subcategoría mayoritaria es *Intensidad Corriente*, evidenciando concepciones alternativas en los y las estudiantes.

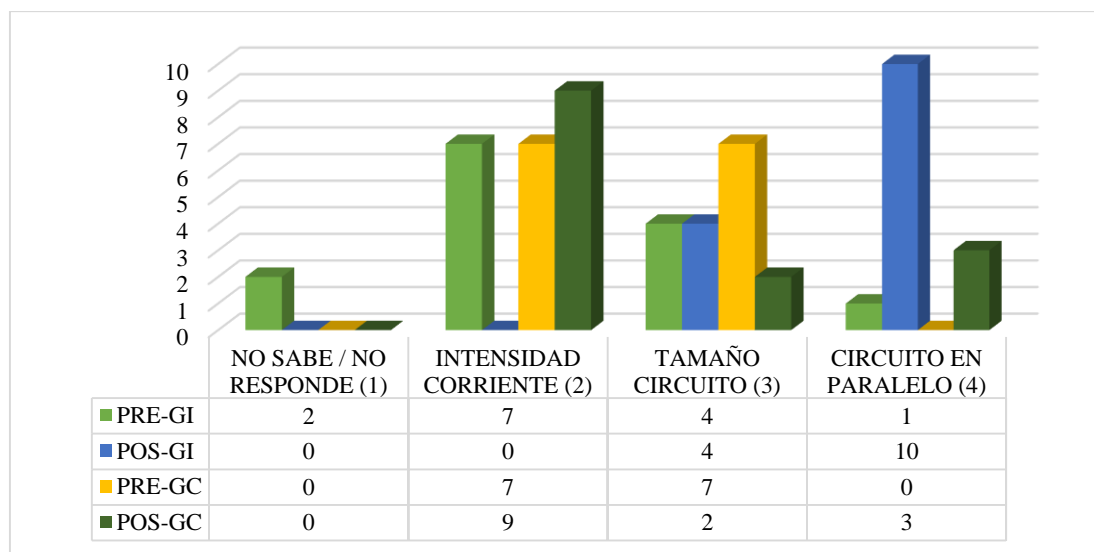


Figura 42. Frecuencias de la Categoría Circuito en Paralelo

7.4.14 Categoría Voltaje

Para desarrollar esta última categoría se empleó la siguiente pregunta: *¿Por qué crees que la batería se agota? ¿Qué hay dentro de ella y cuál es su función?*

Al revisar las respuestas del estudiantado se puede establecer que, en el GC no hubo diferencias significativas entre los dos momentos, dado que el p-valor es de 1.000 en comparación con el valor obtenido para el GI de 0.003. De esta manera, se reconoce una vez más la contribución de la intervención didáctica sobre las concepciones del estudiantado, y tal como se ve en la Figura 43, al final del proceso en el GI los 14 estudiantes se ubicaron en la subcategoría *Energía Electrones*, es decir, estos y estas estudiantes registran un nivel ideal y próximo al conocimiento científico en sus concepciones. Por su parte, en el GC, solo 3 de los y las estudiantes se registran en la subcategoría ideal para el momento final, y los 11 restantes persisten en que la *Composición Batería* es lo que permite el funcionamiento del circuito eléctrico.

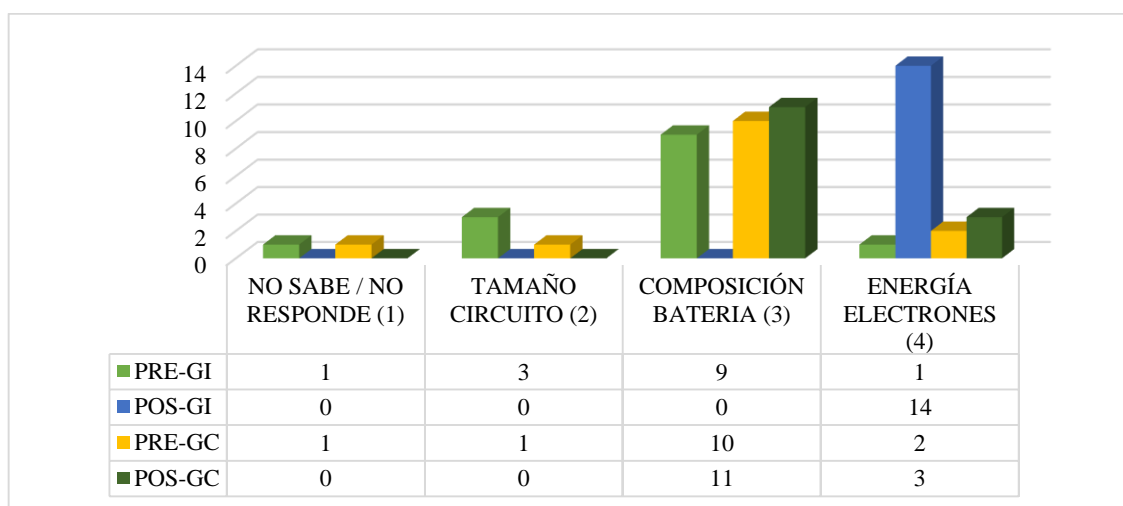


Figura 43. Frecuencias de la Categoría Voltaje

A continuación, se presentan algunas evidencias textuales de las respuestas del estudiantado en el GC y el GI.

GI5:C1 [Haciendo referencia a la categoría voltaje en el momento inicial] *“la función de la batería es dar energía al circuito. La energía se agota porque los químicos que están dentro de ella se agotan”*

GI5:C2 [Haciendo referencia a la categoría voltaje en el momento final] *“creo que la batería se agota porque los bombillos consumen toda su energía y hasta que se acabe toda la energía de la pila o batería... lo que hay dentro de ella es energía de los electrones y su función es hacer prender cosas o hacer que funcionen circuitos”*

GC14:C1 [Haciendo referencia a la categoría voltaje en el momento inicial] *“yo pienso que la batería se agota porque el dispositivo en el cual esta se usa constantemente y al usarse demasiado hacen que se descargue”*

GC14:C2 [Haciendo referencia a la categoría voltaje en el momento final] *“Una batería se agota porque dentro de ella está toda su electricidad y si se usa constantemente pasando electricidad a otros dispositivos pues todo su voltaje se acabará y la batería se dañará y no podrá funcionar más”*

Se destaca en este sentido cómo la intervención didáctica contribuyó, no solo en la movilización de las concepciones de los y las estudiantes del GI, sino que además, favoreció que en su discurso se fortalecieran habilidades descriptivas y competencias como el uso de un lenguaje científico para explicar los fenómenos estudiados.

A partir de todo lo anterior, se reconoce que como lo plantea Rodríguez (2013), a pesar de que el estudiantado no había trabajado estos conocimientos en los cursos previos o en el mismo grado quinto (5°) de básica primaria, sus experiencias en un primer momento les permitieron distinguir aparatos eléctricos de su entorno, conocer algunas de las normas de seguridad o identificar los elementos de un circuito sencillo. De ahí que, sea claro que los niños y las niñas de estas edades no son una “tabla rasa” a la hora de construir los conocimientos. Por esto, en el GI fue interesante ver como las actitudes del estudiantado fueron evolucionando en conjunto con sus concepciones, evidenciando mejor disposición hacia la ciencia y a partir de sus ideas, se abordaron analogías y cuestiones Sociocientíficas en el proceso de construcción de sus aprendizajes. No obstante, es claro que se deben continuar fortaleciendo estos contenidos y se deben favorecer estrategias alternativas, dado que persiste en escena un modelo de concepciones alternativas en donde se abandonan conceptos como corriente para poder establecer explicaciones y justificaciones en relación a los fenómenos llevado al aula.

Ahora bien, es evidente de igual manera que en los y las estudiantes al final del proceso persisten ideas alternativas en relación a la electricidad, estos hallazgos han sido referenciados de igual manera por autores como Varela et al., (2000). Estos autores establecen que las principales dificultades giran en torno a las ideas que se tienen sobre los fenómenos electrostáticos, tales como la electrización y campo eléctrico. Así mismo, tal como se aprecia en las categorías finales del instrumento de este estudio, para los y las estudiantes es complejo pensar en la diferencia entre circuitos abiertos y cerrados, situación que se agudiza sino se interviene en el aula de manera didáctica, tal como ocurrió con el GC. Sumado a ello, existen errores conceptuales cuando se quiere abordar la conservación de la corriente eléctrica, sin bien, en el GI se logró progresar en las concepciones sobre circuitos eléctricos simples, es necesario continuar fortaleciendo dichos

procesos y superar ideas alternativas en torno a asuntos más complejos del tema circuitos eléctricos.

De acuerdo con López-Valentín (2013), es necesario que en las propuestas de aula se aborden el razonamiento secuencial y se establezcan relaciones con conceptos estructurantes en el estudio de los fenómenos electrostáticos como es el voltaje. Esta afirmación se soporta de las fuerte correlaciones estadísticas halladas entre la categoría temática voltaje con asuntos como la prevención de riesgos, la corriente eléctrica y la naturaleza de los circuitos. Entonces, el concepto de circuitos eléctricos es un tema que se debe seguir abordando desde los primeros años de escolarización y aportar a la superación de las dificultades que giran en torno a este.

Finalmente, se evidencia la necesidad no solo de abordar asuntos de la electricidad en el aula de ciencias desde niveles de educación básica, sino además, favorecer la conexión entre temáticas de la física, dado que la mayoría de los fenómenos de la vida cotidiana son de naturaleza electromagnética. Por otra parte, el uso de las analogías y las Cuestiones Sociocientíficas cobra especial interés, dado que, en la actualidad, en muchos países se enseñan los conceptos de física a temprana edad y de manera asociada con los problemas medioambientales (Rizaki y Kokkotas, 2009; Torres, 2014; Reis, 2004; 2013; 2014). De acuerdo con Reis (2014), es necesario que en la educación en ciencias se fomente el desarrollo de competencias para la vida. Esto es relevante, puesto que, en la educación básica primaria se pretende que los y las estudiantes adquieran las competencias para la convivencia, entonces, al abordar una educación científica consciente con el medio ambiente, permitirá una relación armónica con otros y con la Naturaleza. Es así como, se plantea que un estudiante, en la medida de sus capacidades intelectuales, aprenda porqué los recursos energéticos son limitados y cómo y porqué debe cuidarlos para garantizar un futuro

sostenible. En otras palabras, se trata de apoyar a los y las estudiantes a avanzar de manera progresiva en el aprendizaje de la energía y sus transformaciones, y a tomar conciencia de su relevancia en la vida cotidiana a partir de un tipo concreto de energía, como fue en este caso, la energía eléctrica. Así, se espera contribuir a la formación humana de niños, niñas y jóvenes con bases sólidas para que avancen en la comprensión de los fenómenos de la energía y sus transformaciones como sucede con la electricidad.

8 CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido entender la importancia de la implementación de didácticas alternativas en el aula de ciencias y en especial, favorecer el acercamiento al saber científico de manera experiencial desde temprana edad. Así, se implementó una secuencia de aula en donde se usaron analogía y Cuestiones Sociocientíficas para promover un aprendizaje activo, en el cual el estudiantado pudiera construir sus saberes desde el análisis de situaciones del entorno y reconociendo como la electricidad se hace participe en su vida cotidiana, pudiera fortalecer algunas concepciones, movilizar otras y construir nuevas. En este orden de ideas, como fue evidente en el apartado de resultados, la intervención didáctica contribuyó de manera significativa en las concepciones del estudiantado participante, y se logró apreciar el desarrollo de actitudes y emociones más favorables hacia la ciencia estudiada.

Por otro lado, se logró identificar las concepciones del estudiantado antes y después de la intervención didáctica, comparando las dificultades previas entre dos muestras de la población participante, y posteriormente como dichas concepciones se movilizaron por impacto de la propuesta implementada y por acción también de asuntos como el aprendizaje ambiental, el cual, no se puede desconocer en este tipo de estudios.

Ahora bien, a manera de síntesis se reconoce que si bien las concepciones del estudiantado en el GI se movilizaron de posturas reduccionistas hacia paradigmas próximos a un nivel de conocimiento científico deseable, persisten aún algunas dificultades que deben ser atendidas con la continuación de intervenciones de aula como la propuesta, en donde se autoevalúe el proceso de manera constante y se atienda a la diversidad de ritmos de aprendizaje en el aula, favoreciendo

el reconocimiento del contexto por parte del estudiantado, la apropiación del saber en la vida cotidiana, la explicación de fenómenos Sociocientíficos y el desarrollo de habilidades sociales que garanticen un pensamiento crítico en los futuros ciudadanos hacia prácticas sustentables con el medio ambiente.

Además, se propone que en nuevas propuestas educativas en torno a la enseñanza de la física y de las ciencias en general, se debe continuar abordando el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente – CTSA, ya que, como se evidencia en este estudio, su vinculación al aula aportan elementos formativos para los y las estudiantes, y se convierte en un insumo ideal para favorecer actitudes y emociones positivas hacia la ciencia, generando un pensamiento crítico reflexivo en el estudiantado y creando ambientes amenos para el aprendizaje.

Finalmente, se espera que el colegio en donde se llevó a cabo esta investigación pueda continuar empleando el material diseñado y esta experiencia formativa contribuya a los resultados futuros en la Prueba Saber y a la transformación de las prácticas educativas en ciencias naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almudí, J. M., Zuza, K. y Guisasola, J. (2016). Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 7-24.
- Alomá, E. E., & Martins, I. M. (2008). Propuesta didáctica en física: el concepto de flujo eléctrico. *EDUCERE*, 42, 539 – 550.
- Álvarez, J. y Jurgenson, G. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa, fundamentos y metodología*, (1). México D.F. Paidós Educador.
- Aragón, L., Jiménez, N., Oliva, J., y Aragón, M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica*, 32(2), 193-206.
- Araque, N. (2010). Reflexiones en torno a la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas españolas. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 143-163.
- Arias, I. (2014). Articulación de las Cuestiones Sociocientíficas al currículo de Ciencias: Aportes y limitaciones para la formación de profesores en la Interfaz Universidad - Escuela. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 151- 157.
- Arias, I., & Dallagnol, M. (2016). Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: Una Alternativa para Trabajar la Interdisciplinariedad y Vivenciar Interacciones CTSA. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1319-1330.

Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme.

Arillo, M. A., Ezquerro, A., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., De Juanas, A., Martín del Pozo, R., Reyero, C. y San Martín, C. (2013). *Las ideas «científicas» de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense.

Ballesteros, V., y Gallego, A. (2019). La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en Ciencias. *Revista Científica*, 35(2), 192-200.

Barco, H., Rojas, E., y Restrepo, E. (2012). *Física Principios de Electricidad y Magnetismo*. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Bardín, L. (1977). *Analyse de contenu*. Paris: Presses Universitaires de France. (Tra. cast. Análisis del contenido. Madrid: Akal, 1986).

Benetti, B., de França Ramos, E. M., y de Oliveira da Cruz, W. (2015). Física nos anos iniciais da educação básica -a experiência do pibid com o ensino de eletrostática. *Revista de enseñanza de la física*, 27(Extra), pp. 499-504. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12695/12934>

Bermúdez, G. (2016). Ambientes de Aprendizaje mediados por Tic, Virtuales o E-Learning e híbridos o Blenden-learning. *Virtu@lmente*, 2(2), 119-134.

- Blanco, A., España, E. y Franco-Mariscal, A. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica* 1(1), 107-115.
- Bolívar, A., Torres, L., y Solbes, J. (2017). Propuesta de Contextualizar la Enseñanza de la Física Usando los Accidentes de Tráfico. *X Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 561-566.
- Bozelli, F., & Nardi, R. (2012). Discursive interactions and the use of analogies in physics teaching. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(1), 81-107
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(69), 21-34.
- Campelo, J. (2003). Un Modelo Didáctico para Enseñanza Aprendizaje de la Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(1), 86 – 104.
- Cano, D., Echeverri, E., Giraldo, P. (2015). ¿Consumir o no alimentos modificados genéticamente?, una controversia sociocientífica para contribuir a la formación sociopolítica en la clase de ciencias. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Edición Extraordinaria*. 424-436.
- Carrión, C., Castro, P., Arias, I. (2014). Y tú, ¿qué tipo de carne prefieres en tu hamburguesa? *Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: construcciones entre la escuela y la universidad. Compiladores L. F. Martínez Pérez, D. P. Villamizar Páquene*, 1, 39 – 55.

- Chamizo, J., (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26 – 41.
- Cobe, K. (2015). *Teaching Science during the Early Childhood Years*. National Geographic Learning/Cengage.
- Coll, C. y Solé, I. (1987). La importancia de los contenidos en la enseñanza. *Revista Investigación en la Escuela*, 3, 19-27.
- Conceição, T., Baptista, M. y Reis, P. (2019). La contaminación de los recursos hídricos como punto de partida para el activismo socio-científico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1).
- Couso D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez J.M., Sanmartí, N. (2011) Informe ENCIENDE: *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L. y Garrett, A. L. (2008). Methodological issues in conducting mixed methods research designs. En M. M. Bergman (Ed.), *Advances in mixed methods research*, 66-83.
- Cuesta, A., & Benavente, M. (2014). Uso De TIC En La Enseñanza De La Física: Videos Y Software De Análisis. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*.
- De Pro, A. (2009) La enseñanza y el aprendizaje de la física. *Serie Didáctica de las ciencias experimentales*, 1(3). 175 – 202.

de Pro, A., & Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385–404.

Díaz, N., Caparrós, E., Sierra, E. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 12, 261-281.

Duque, D. (2018). *Controversias Socio-Científicas en Clase de Física*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Elizondo, M. (2013). *Dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física*. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/3368/1/Dificultades_en_el_proceso_ense%C3%B1anza_aprendizaje_de_la_F%C3%ADsica.pdf.

Fagúndez, T., y Pérez, O. (2011). La analogía y la construcción de significados científicos en la enseñanza de la física para estudiantes de ingeniería Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 12(3) 76-100.

Fanaro, M.A., Elgue, M. y Suasnábar, J. (2020). Conceptos básicos de electricidad y magnetismo en una escuela primaria y aprendizaje por proyectos. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 32, número extraordinario.

- Fantini, A. (2008). Los estilos de aprendizaje en un ambiente mediado por TICs. Herramienta para un mejor rendimiento académico. *III Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*.
- Fernández, J., González, B., & Moreno, T. (2003). Las Analogías como Modelo y como Recurso en la Enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 35, 82-89.
- Fernández, J., Marrero, J., Elórtegui, N., Tejera, C., & Moreno, T. (2014). *Didácticas de las Ciencias: Analogías para el Circuito Eléctrico*. Grupo Blas Cabrera Felipe – GITEP. Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de la Laguna.
- Fleer M. (2015) A cultural-historical model of early childhood science education. En M. Fleer, N. Pramling (Eds.), *A cultural-historical study of children learning science* (pp. 199-213). Dordrecht: Springer.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. (2). Madrid: Morata
- Fonseca, D. (2017). *El Estudio del Espectro de las Lámparas Halógenas como Analogía que Permita la Descripción del Espectro Electromagnético del Sol. Una Propuesta de Aula para la Enseñanza de la Física*. Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Fragkiadaki G., Ravanis K. (2014) Mapping the interactions between young children while approaching the natural phenomenon of clouds creation. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair* 1(2), 112-122.

- Furió, C. y Guizasola, J. (2001). La enseñanza del concepto del campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. Departamento de Didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Valencia.
- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las Ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. En L. La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en la Educación Secundaria (pp. 47-71). Barcelona: Editorial Horsori.
- Galagovsky, L. & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El Concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Galagovsky, L. R., y Greco, M. (2009). Uso de analogías para el "aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 10 – 33.
- Galvis, A., (1997). Micromundos Lúdicos Interactivos: Aspectos Críticos en su Diseño y Desarrollo. Memorias de Jornadas de Informática Educativa 1997 JIE. Reproducido en *Informática Educativa*, 10(2), 191-204.
- Gambara, H. (2002). Métodos de Investigación en psicología y Educación. Cuaderno de prácticas (3). McGraw-Hill: Madrid.
- García, I., Álvarez, J., Rivas, J., Mosquera, J., Cerquera, L., Torres, A., Hernández, D., Rojas, J., & Triviño, L. (2017). Aproximación a las concepciones del alumnado de secundaria de

- Neiva (Colombia) sobre el origen de la energía eléctrica de uso doméstico». *Enseñanza de las ciencias*, Núm. Extra, 3493-3498.
- García, J. J. (2003). *Didáctica de las ciencias resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá, Magisterio.
- García, J.J. y Parada, N.J. (2017). La razón sensible en la educación científica: las potencialidades del teatro para la enseñanza de las ciencias. *Zona Próxima*, 26 (1), pp. 114-139.
- García, M. (2015). *Estudio de los Circuitos Eléctricos: Implicaciones Disciplinarias y Didácticas en el Proceso de Enseñanza en Estudiantes de Grado Quinto*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Giacosa, N., Zang, C., Giorgi, S. Maidana, J., & Such, A. (2013). Circuitos resistivo-inductivos en corriente continua: análisis de su tratamiento en libros de texto del ciclo básico universitario. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(2), 253-286.
- González, B. (2005). El Modelo Analógico como Recurso Didáctico en Ciencias Experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-15.
- González, H., Marín, G., Ortíz, F. (2014). Enseñanza y aprendizaje del concepto de corriente eléctrica basado en analogías y metáforas. *Entornos*, 27, 125 – 130.
- Greca, I., y Moreira, M. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 289-303.

Guisasola, J., Zubimendi, J. L., Almudí, J. M. y Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), pp. 177-191.

Hadzigeorgiou Y. (2002) A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education* 32(3), pp. 373-391.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (4). México D.F. Mc Graw - Hill.

Hewitt, P. (2007). *Física Conceptual*. Pearson.

Inorreta, Y, Montero, M, Braunmüller M, Bravo, B, Bouciguez, M. J., Sequeira, A. (2017). Los circuitos eléctricos. Una propuesta de enseñanza mediada por TIC. II Congreso Regional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza I Congreso Nacional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática. "Las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática en el aula, nuevos desafíos y paradigmas".

Jiménez, M. (2003). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: GRAO.

Latorre, A., y Sanfélix, F. (2000). Alfabetización científico-tecnológica en estudiante de secundaria y universidad: un análisis experimental. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(1), 55-70.

López-Valentín, D.M., Guerra-Ramos, M.T. y Pulido-Córdoba, L.G. (2013). Enseñanza de la energía eléctrica en educación primaria: desarrollo de una unidad didáctica. *IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, pp. 2002-2007.

López, A., España, E., & Franco-Mariscal A. (2017). Estrategias Didácticas para el Desarrollo del Pensamiento Crítico en el Aula de Ciencias. *Ápice: Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.

Marrero, J. J., & Fernández, J. (2012). *Profesores reflexionando acerca de los circuitos eléctricos a enseñar*. Grupo Blas Cabrera Felipe – GITEP. Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de La Laguna.

Martínez, L. y Moreno, D. (2013). A formação crítica de professores no contexto da perspectiva: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. En Chapani, D. y Silva, J. (Org). *Debates em Educação Científica* (pp. 33-44). São Paulo: Escrituras.

Martínez, L., y Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque ctsa. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 8(1), 23-35.

Martínez, L.F. (2018). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Revista Tecné, Episteme & Didaxis - TED*, 36 (2), pp. 77 - 94

Medina, L. F. (2014). Cuestiones socio-ambientales en el desarrollo sostenible de fuentes energéticas; propuesta de educación científica intercultural en contextos rurales. *Revista*

- Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Memorias, Sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 172 – 178.
- Mendoza, J. (2002). *Física*. Ingnovando.
- Mínguez, R. (2015). *Utilización de Analogías en la Enseñanza de Física en Bachillerato*. Universidad de Valladolid.
- Morales, L., Mazzitelli, C., y Olivera, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes. *Revista electronica de investigación educativa*.
- Moreira, M. (2014). Enseñanza de la Física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de enseñanza de la Física*, 45-52.
- Mosquera, J. (2017). *Construcción del conocimiento profesional del profesorado principiante en el marco de la inserción profesional de graduados de la licenciatura en ciencias naturales de la Universidad Surcolombiana*. Tesis de Maestría en Educación. Universidad Surcolombiana.
- Ocampo, (2017). *Estrategia metodológica que contribuya a la enseñanza significativa del concepto de energía en el grado quinto de la institución educativa Juan de Dios Carvajal del municipio de Medellín*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. 164. <http://bdigital.unal.edu.co/58370/1/43459798.2017.pdf>

- Oliva, J., Aragón, M., Bonat, N., y Mateo, J. (2003). Un Estudio Sobre el Papel de las Analogías en la Construcción del Modelo Cinético-Molecular de la Materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 429-444.
- Oñorbe, A., y Sánchez, J. (1996). Dificultades de la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. Opiniones del alumno. *Investigación y experiencias didácticas*, 165-170.
- Orlaineta, S., García-Salcedo, R., Sánchez, D. y Guzmán, J. (2012). Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(3),466-81.
- Ortiz-Revilla, J. y Greca, I. (2017). Diseño, aplicación y evaluación de una propuesta de enseñanza de electricidad y magnetismo mediante indagación para la escuela primaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(1), pp. 25-39.
- Paramo, P. y Arango, M. (2008). Cuestionarios en: La Investigación en las Ciencias Sociales. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia. 55-72
- Perales, F., Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Editorial Marfil.
- Pino, Y. (2018). *Las Analogías como Recurso Didáctico: Uso del Lenguaje Científico y Aprendizaje de la Combustión*. Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Manizales.

Pinto, M y Gálvez, C (1996). *Análisis documental de contenido. Procesamiento de información*. Madrid: Editorial Síntesis.

Postigo, D. y Greca, I. (2014). Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria. *Revista de enseñanza de la física*, 26(1), pp. 265-273. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9762/10498>

Pro Bueno, A. (2003). El uso de los recursos energéticos". Una unidad didáctica para la asignatura ciencias para el mundo contemporáneo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), pp. 92-116.

Quintero, E. (2019). *Base orientadora de la acción en el aprendizaje del concepto circuito eléctrico desde la teoría de la actividad en estudiantes de primaria*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. 140. <http://bdigital.unal.edu.co/73807/>

Ramírez, J. (2013). *Estrategia didáctica para abordar la temática de la seguridad alimenticia bajo el enfoque CTSA en el colegio Fe y Alegría San Ignacio IED*. Universidad Nacional de Colombia.

Reis, P. (2013). Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sócio científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), pp. 1-10.

- Reis, P. (2014a). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teacher's perspectives. In S. Alsop & L. Bencze (Eds.), *Activism in science and technology education*, (pp. 547-574). London: Springer.
- Reis, P. & Galvão, C. (2004). The impact of socio-scientific controversies in Portuguese natural science teachers' conceptions and practices. *Research in Science Education*, 34(2), pp. 153-171.
- Rivas, J., Amórtegui, E. y Mosquera, J. (2017). Estado del arte de los trabajos de grado realizados en el programa de licenciatura en ciencias naturales de la Universidad Surcolombiana (2006-2015): caracterización desde el conocimiento del profesor. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número Extraordinario, pp. 94-101
- Rizaki, A. y Kokkotas, P. (2009). The use of history and philosophy of science as a core for a socioconstructivist teaching approach of the concept of energy in primary education. *Science & Education*. DOI 10.1007/s1191-009-9213-7
- Rodríguez-Moreno, J. (2013). Diseño, aplicación y evaluación De una propuesta Didáctica para trabajar la enseñanza De los circuitos eléctricos en tercer ciclo De educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), pp. 275-284
- Rodríguez-Moreno, J., de Pro Chereguini, C. y de Pro Bueno, A. (2020). ¿Qué se puede aprender “Jugando con la electricidad” en Educación Infantil? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2).

- Rodríguez, F. (2013). Diseño, aplicación y evaluación de una Propuesta para la enseñanza de los circuitos Eléctricos en tercer ciclo de educación Primaria. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 31(2), 275-284.
- Romero, S. (2017). *Propuesta Práctica de Intervención para la Utilización de la Analogía Química-Cocina como Recurso Didáctico para Trabajar de Manera Contextualizada los Contenidos de la Materia Física y Química de 2° de ESO*. Universidad Internacional de la Rioja.
- Rugeles, P., Mora, B. y Metaute, P. (2015) El rol del estudiante en los ambientes educativos mediados por las TIC. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 132 – 138.
- Ruíz, M. (2014). Alimentos naturales vs alimentos artificiales ¿un problema real de nutrición?: una propuesta, de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas. *GÓNDOLA, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 9(1), 62-77.
- Sánchez, G; Valcárcel, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 33-44.
- Sánchez, I., (2014). Estado del arte de las metodologías y modelos de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAS) en Colombia. *Entornos*, 28, 93 – 107.
- Solbes, J. (2019). Cuestiones Socio-Científicas y Pensamiento Crítico: una Propuesta para Cuestionar las Pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 81-99.

- Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), pp. 185-194.
- Solbes, J., y Torres, N. (2018). Energía nuclear: una cuestión sociocientífica para el desarrollo del pensamiento crítico. En: CONRADO, D.M., and NUNES-NETO, N. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas [online]*. EDUFBA, 375-394.
- Strieder, R. B., Bravo Torija, B., y Gil Quilez, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 29-49.
- Tacca, D. (2011). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica . *Investigación educativa*, 139-152.
- Torres, A., Cárdenas, A., Hernández, D., Díaz, D., & Cerquera, L. (2018). *Estrategias para el Aprendizaje de Conceptos, Actitudes y Prácticas sobre Recursos Energéticos con Estudiantes de Grado Sexto y Séptimo de Cuatro Instituciones Educativas de Neiva*. Facultad de Educación, Universidad Surcolombiana.
- Torres, N., Soles, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 34(2), 43-65.

Torres, N. Y. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revista Luna Azul*, 32, 45-51.

Torres, N.Y. (2014). *Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente* (Tesis Doctoral). Valencia: Universidad de Valencia.

Ulazia, A. (2015). La Analogía Provocativa como Estrategia Pedagógica: el Caso Histórico de la Mecánica de Fluidos. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 159-174.

Valero, M. (1997). *Física fundamental 2*. Grupo Editorial Norma.

Varela, M. P., Pérez de Landazábal, M. C., Manrique, J. y Favieres, A. (2000). *Electricidad y magnetismo*. Madrid: Síntesis.

Villamil, N. (2017). *La Analogía Máquina Térmica e Hidráulica, y su Uso en la Enseñanza de la Física*. Universidad Pedagógica Nacional.

Wilson, J., Buffa, A. & Lou, B. (2007). *Física*. Pearson.

Young, H., Freedman, R. & Ford, L. (2009). *Sears & Zemansky Física Universitaria con Física Moderna, 2*. Pearson.

Zapata, M. J. (2008). *Jugando con los circuitos eléctricos en tercer ciclo de educación primaria*. Memoria del proyecto de innovación máster innovación docente en educación infantil y educación primaria. Facultad de educación, Universidad de Murcia.

ANEXOS

A. CUESTIONARIO PARA VALORAR LAS CONCEPCIONES DEL ESTUDIANTADO PARTICIPANTE



Probablemente la has sentido, como un cosquilleo o un punzón en el cuerpo que te despierta y te pone con la espalda recta y los ojos bien abiertos. Vamos a explorar las ideas que tienes sobre la electricidad. ¡Diviértete!



1. Usualmente nuestros padres poseen un cajón o una caja que probablemente has visto, en ésta hay elementos como los que se muestran en la imagen de la izquierda. Si tuvieras la posibilidad de reunir estos elementos, ¿Cómo podrías utilizarlos para lograr encender el bombillo? Elabora dos dibujos en dónde utilices como mínimo 3 de estos objetos.

Dibujo 1:

Dibujo 2:

2. Estás en la ciudad de Neiva, el termómetro marca los 36° de temperatura y según el informe del clima en las noticias, aumentará hasta los 38°. Te encuentras en tus clases virtuales en tu habitación y tienes estas 3 posibilidades:

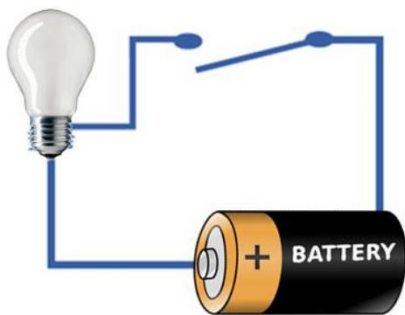
- abrir la ventana para que ingrese algo de brisa,
- encender el ventilador y ponerlo en tu dirección o
- encender el aire acondicionado para refrescar la habitación.



⇒ ¿Qué relación crees que existe entre las tres posibilidades anteriores y la sensación térmica en tu habitación? Justifica tu respuesta.

⇒ ¿Cuál de las posibilidades consideras que es la más amigable con el medio ambiente? Justifica tu respuesta.

⇒ ¿Cuál consideras, de las tres posibilidades, la que más consume electricidad? Justifica tu respuesta.



3. Observa la imagen de la izquierda. Este montaje está compuesto de un bombillo, una pila, un interruptor y cables. Responde:

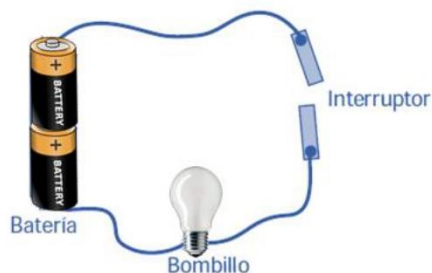
⇒ Si el sistema está como en la imagen, ¿qué sucede con la corriente? Explica.

⇒ ¿Qué condiciones son necesarias para que encienda el bombillo? Justifica.

⇒ ¿Qué aparatos crees que funcionen con este tipo de circuito?

⇒ ¿Qué electrodomésticos de tu hogar consideras que puedan tener este tipo de circuito en su interior?

4. Observa el circuito y responde las preguntas de la izquierda:



5. Lee la siguiente noticia y responde las preguntas:

"Corto circuito generó incendio en el centro de Neiva"



RIESGO ELÉCTRICO

(Eran cerca de las 5:10 de la tarde cuando de un momento a otro, un denso humo llamó la atención de algunos comerciantes del centro de la capital opita, quienes al percatarse de lo que ocurría, de inmediato corrieron hasta el sitio para tratar de ayudar a apagar el incendio estructural. Con el paso de los segundos las llamas fueron creciendo; provenían del cielo raso del negocio 'Agrofinca, venta de insumos agrícolas', localizado en el centro de la ciudad, donde se originó un presunto corto circuito.

Según las versiones de uno de los comerciantes de la zona, una chispa cayó sobre un montón de heno -gramínea seca-, causando una pequeña llama. Tras lo sucedido, una mujer que se encontraba junto a su hija terminó atrapada entre las llamas, por lo que de inmediato optó resguardarse en el baño del local con su pequeña. Al acudir al sitio, varios bomberos ingresaron con máscaras hasta el baño donde se encontraban encerradas la menor y la mujer, quienes tras haber inhalado humo, fueron llevadas de urgencias por algunos uniformados de la Policía Metropolitana de Neiva a un centro asistencial.

Finalmente, luego de un arduo trabajo por el personal de bomberos, la enorme conflagración pudo ser apagada luego de 20 minutos aproximadamente, y con el apoyo de dos maquinarias de la institución. Por ahora las autoridades evalúan los daños causados por este incendio estructural que por poco acaba con este negocio de productos agrícolas (Tomado y adaptado de <https://www.lanacion.com.co/corto-circuito-genero-incendio-en-el-centro-de-neiva/>).

⇒ ¿Qué importancia le das a las instalaciones eléctricas de tu hogar y qué riesgos existen si no se utilizan de manera correcta? Justifica tu respuesta.

⇒ ¿Qué medidas o precauciones puedes tomar en casa para evitar situaciones como la de la noticia?

6. Lee atentamente la siguiente historia y responde las preguntas:

En la ciudad de Neiva, "Don Severo Corrientazo" disfrutaba de un refrescante baño en la tina de su casa. El acostumbraba a llevar su celular al baño para poner música mientras se bañaba. Cerca de la bañera hay un tomacorriente que don Severo usaba para enchufar su celular para ponerlo a recargar batería. Un día con muy mala suerte, Don Severo Corrientazo recibió una descarga ocasionada por la caída de su iPhone, aún conectado, dentro de la bañera. Paz en su Tumba.

Muere electrocutado en la bañera



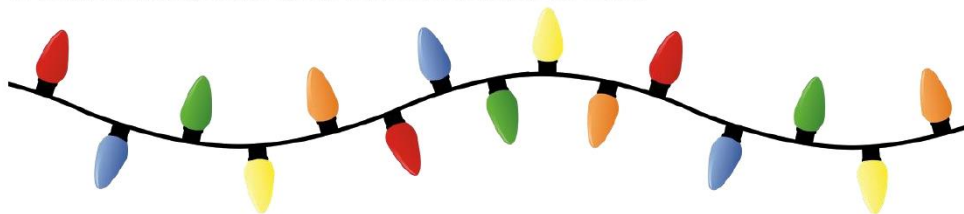
mientras cargaba el iPhone

⇒ A partir de lo anterior, ¿Consideras posible morir al pisar un charco que tenga un dispositivo electrónico conectado a un tomacorriente? Explica tu respuesta.

⇒ Si la persona que pisa el charco tuviera zapatos, ¿cambiaría tu respuesta de la pregunta anterior? ¿Por qué?

⇒ ¿Crees que existe algún tipo de calzado que evitaría daño al pisar el charco electrificado? Explica tu respuesta.

7. Electra es una niña que disfruta al máximo la llegada de la Navidad junto a su perrito Chispitas. En su casa es la primera en ayudar a organizar el arbolito y el pesebre. Electra saca una instalación de luces que en la caja dice: 150 bombillos agrupados en 10 series de 15 bombillos. El siguiente dibujo representa una de las series:



⇒ Por accidente, Electra quiebra el primer bombillo rojo de la serie. Es de esperarse que:

- A) no se apague ningún bombillo.
- B) se apaguen sólo los bombillos rojos.
- C) se apaguen los 15 bombillos de la serie.
- D) se apaguen los 150 bombillos de la instalación.



⇒ En un descuido, Chispitas muerde una parte de la instalación y rompe el cable donde se enchufan las luces. Electra rápidamente toma silicona líquida y une los dos extremos antes de que sus papás lo noten. Cuando conecta la instalación para probarla, esta no se enciende. Lo anterior ocurre probablemente porque:

- A)** cuando se rompe el cable, se dañan los bombillos.
- B)** si el cable se rompe, ya no se puede volver a unir.
- C)** la luz es completamente absorbida por la silicona.
- D)** La silicona no conduce la electricidad.

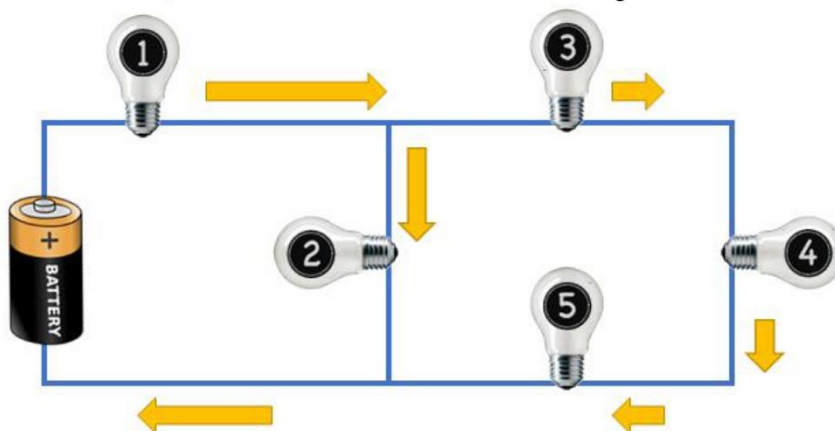
8. Cuando viajas en auto, es usual encontrar en el camino reductores de velocidad, calles en mal estado, vías con paso a un solo carril, trancones, entre otros objetos o situaciones que reducen la movilidad y hacen más lento tu viaje.



⇒ Tomando el ejemplo anterior, ¿Consideras que la electricidad viaja siempre a la misma velocidad a través de un circuito eléctrico o esta puede variar? Justifica tu respuesta.

⇒ Los reductores de velocidad existen en las vías para evitar que, por imprudencias al volante, ocurran accidentes. En comparación con el ejemplo, ¿existe algo en los circuitos eléctricos que cumpla la función de evitar accidentes como los cortocircuitos o daños a electrodomésticos? Si tu respuesta es sí, ¿crees que todos los circuitos lo tienen o lo deberían tener? Argumenta tu respuesta.

9. Cuando se pone en funcionamiento el circuito que se muestra a continuación, la corriente circula desde el polo positivo de la batería a través de todo el cableado como lo representan las flechas, encendiendo todos los bombillos hasta agotarse la batería.



⇒ Te encuentras observado este circuito y notas cómo los bombillos 3, 4 y 5, que son iguales, alumbran menos que los demás. ¿Qué explicación podrías dar a este fenómeno?

⇒ Observa el tamaño de las flechas en el circuito. ¿Por qué razón consideras que sus tamaños varían?

⇒ ¿Por qué crees que la batería se agota? ¿Qué hay dentro de ella y cuál es su función? Justifica tus respuestas.

Gracias por tus aportes

