

**ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS: IMPLICACIONES
DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA EN
ESTUDIANTES DE GRADO QUINTO**

**Trabajo de grado para optar el título de
Licenciada en Física**

**Presentado por:
MARÍA CAROLINA GARCÍA CAMARGO**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Licenciatura en Física
Bogotá D.C
2015**

**ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS: IMPLICACIONES
DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA EN
ESTUDIANTES DE GRADO QUINTO**

**Trabajo de grado para optar el título de
Licenciada en Física**

**Presentado por:
MARÍA CAROLINA GARCÍA CAMARGO**

Asesoras:

**Profesora DIANA CAROLINA CASTRO CASTILLO
Profesora NATHALY GUERRERO GUEVARA**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Licenciatura en Física**

Bogotá D.C

2015

AGRADECIMIENTOS


A mi Padre Celestial ese ser maravilloso quien creyó en mí dándome la fe, fortaleza y sabiduría para culminar este trabajo de investigación y continuar cumpliendo su propósito en mi vida, sin importar los obstáculos que se presentaron en el camino siempre estuvo conmigo.

A mi esposo e hijos haber creído en mí y mis capacidades, a pesar de los momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión, cariño, amor, apoyo incondicional y paciencia.

A mis padres quienes con sus consejos no me dejaban decaer para que siguiera adelante y fuera perseverante para llegar a feliz término mi carrera.

A mis asesoras por su esfuerzo, dedicación y por haber contribuido a mi formación como docente brindándome no sólo sus conocimientos sino su calidad humana.

Gracias Infinitas.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realizando lo posible</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-06-2015	Página 4 de 68	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Estudio de los circuitos eléctricos: Implicaciones disciplinares y didácticas en el proceso de enseñanza en estudiantes de grado quinto.
Autor(es)	García Camargo, María Carolina
Director	Castro Castillo, Diana Carolina; Guerrero Guevara, Nathaly
Publicación	Bogotá D.C, Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 68p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	IMPLICACIONES, EXPERIENCIAS, FACTORES, ESTRATEGIA, NARRATIVA, CARGA ELÉCTRICA, CIRCUITOS ELÉCTRICOS, DIDÁCTICA.

2. Descripción
<p>El presente trabajo de investigación surge de las observaciones realizadas durante los procesos de Práctica Pedagógica en el Colegio Veintiún Ángeles en un aula regular con estudiantes de grado quinto. En dicho proceso se pudo evidenciar la manera como son abordados los diferentes contenidos en las Ciencias Naturales, en particular, los de Física, en estudiantes entre los 8 y 11 años de edad; siguiendo los estándares curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional y los libros de textos que emiten algunas editoriales para acompañar los procesos de enseñanza. 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.</p> <p>En esta investigación se centró la atención particularmente en los circuitos eléctricos, teniendo en cuenta que es una de las temáticas que se debe atender en este grado (quinto de primaria). El Objetivo general se orientó a la 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.</p>

3. Fuentes

- Alvarez, J., Marcos, L., & Ferrero, F. (2007). *Introducción al análisis de los Circuitos Eléctricos*. Oviedo: Ediuono.
- Amanguel, G. (Número 15, 2007). El concepto de Experiencia: De kant a Hegel. *Redalyc - tópicos*, 5-30.
- Barra, A. (1993). La Ley de Ohm en la Electrotecnia Contemporánea. En A. Barra, *George Simon Ohm* (págs. 39-44). México D.F: Limusa Noriega Editores.
- Bausela, E. (s/a). La docencia a través de la investigación-ación. *Revista Iberoamericana de Educación*, (ISSN: 1681-5653).
- Castro, D., & Ramírez, M. (2009). *La escuela en movimiento: Una propuesta didáctica para el estudio de conceptos físicos implicados en un sismo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Dorf, R., & Svoboda, J. (2006). *Circuitos eléctricos (Sexta edición)*. México: Alfaomega.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1989). *Ideas Científicas en la Infancia y Adolescencia*. Madrid: Morata S.A.
- Feynman, R., & Leighton, R. (1998). *Electromagnetismo y Materia Volumen 2*. México: Addison Wesley Iberoamericana S.A.
- Gómez, M., Delgado, C., & Gómez, W. (1988). *Ingéniate 5° (Quinta edición)*. Bogotá: Voluntad.
- Ibarra, J. (1999). *Olimpiadas Ciencias 5*. Bogotá: Volutad.
- Irwin, J. (1997). *Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería*. Pearson Educación.
- Kip, A. (1972). *Fundamentos de Electricidad y Magnetismo*. México: McGraw-Hill.
- Macias, J. (2009). *Biociencias 5*. Bogotá: Voluntad.
- Ohanian, H., & Makert, J. (2009). *Física para Ingeniería y Ciencias (Tercera Edición)*. Mc Graw Hill.
- (2003). Electricidad y Magnetismo antes de 1820. En M. Pérez, & P. Varela, *Origenes del Electromagnetismo* (págs. 21-27). España: Nivola.
- Piaget, J. (1983). *La Psicología de la Inteligencia*. Barcelona: Crítica.
- Piaget, J., Osterrieth, P., De Saussure, R., Tanner, J., Wallon, H., Zazzo, R., y otros. (1956). *Los estadios en la psicología del niño*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1998). Electricidad y Magnetismo. Los Circuitos Eléctricos. En J. Pozo, & M. Gómez, *Aprender y Enseñar Ciencias* (págs. 241-262). Madrid: Morata S.A.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1998). Enfoques para la Enseñanza de las Ciencias. En J. Pozo, & M. Gómez, *Aprender y Enseñar Ciencias* (págs. 265-308). Madrid: Morata S.A.
- Pro Bueno, A., & Rodriguez, J. (2010). Aprender Competencias en una Propuesta para la Enseñanza de los Circuitos Eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 385-404.
- Purcell, E. (1989). *Electricidad y Magnetismo, Berkeley Physics course vol 2*. Barcelona: Reverté S.A.
- Sastoque, B. (1987). *Conceptualizaciones Entorno a un Circuito Eléctrico Elemental de Estudiantes en Primeros Semestres de la Licenciatura de Física del Quindío*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sears, F. (1958). *Fundamentos de Física II-Electricidad y Magnetismo*. Madrid: Aguilar.
- Serway, R., & Jewett, J. (2009). Corriente y Resistencia. En R. Serway, & J. Jewett, *Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna Vol. 2* (págs. 752-755). México D.F: Cengage Learning Editores S.A.
- Shipstone, D. (1989). Electricidad en Circuitos Sencillos. En R. Driver, E. Guesne, & Tiberghien, *Ideas Científicas en la Infancia y Adolescencia* (págs. 62-88). Madrid: Morata S.A.

(1972). La Obra del Siglo XVII en Electricidad. En R. Tatón, *Historia General de las Ciencias Vol. II- La Ciencia Moderna (De 1450 a 1800)* (págs. 381-382). Barcelona: Ediciones Destino.

Tipler, P. (1993). *Física (Tercera Edición)*. Barcelona: Reverté S.A.

Varela, P. (2003). Su Gran Aportación: La Electrodinámica. En M. Pérez, & P. Varela, *Orígenes del Electromagnetismo* (págs. 247-281). España: Nivola.

Vargas, A., & Maldonado, D. (2011). *Prácticas experimentales en el aula de primaria: El caso de la electricidad y el magnetismo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

4. Contenidos

El documento está estructurado en cuatro capítulos: En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema que dio inicio a esta investigación: ¿Qué implicaciones disciplinares y didácticas conllevan el estudio de los Circuitos eléctricos en estudiantes de grado quinto?, la ruta que se empleó para responder dicho interrogante, el estado del arte y las reflexiones que han manifestado diferentes autores dentro y fuera de la Universidad sobre el abordaje de esta temática en niños de primaria.

En el capítulo II se presentan las temáticas alcanzadas por la investigación sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos: La historia de la electricidad, las nociones básicas y componentes que constituyen el circuito eléctrico y su función, los procesos cognitivos del estudiante de acuerdo a su edad, las ideas científicas que tienen los niños acerca del estudio de los circuitos eléctricos sencillos.

En el capítulo III se da a conocer la metodología utilizada en esta investigación, se realiza una descripción de la estrategia didáctica con cada uno de sus momentos, finalidad y actividades y el material empleado.

En el capítulo IV se da a conocer los resultados de cada uno de los momentos que se abordaron en la implementación de la estrategia didáctica titulada “Descubriendo el mundo de los circuitos eléctricos”, teniendo en cuenta dos categorías: Los Factores asociados a la disciplina y los factores asociados a la didáctica, con su respectiva síntesis.

5. Metodología

Para alcanzar el objetivo de este estudio se planteó una estrategia de aula, 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.

Dichos momentos se denominaron: ¿Cómo puedo cargar un cuerpo?, ¿Qué propiedad tiene este material?, y por último ¿Qué puedo hacer con estos elementos? En el primer momento se inició con la lectura un cuento, se realizó una experiencia con el fin de indagar acerca de las ideas que tienen los estudiantes acerca del concepto de carga eléctrica, se desarrolló la guía de trabajo No. 1(anexo 2) en su totalidad, y por último se realizó la experiencia 2 donde los estudiantes interactuaron con el Electroscopio.

En el segundo momento se continuó con la lectura del cuento, se entregó por grupo una bolsa con unos elementos (pila, bombillo, cables, interruptor, motor y timbre) que los niños observaron y utilizaron para realizar la experiencia 3; para la experiencia 4 se hizo uso de diversos materiales para identificar y caracterizarlos en materiales conductores y no conductores; Finalmente en el tercer momento se llevaron a cabo dos experiencias para identificar la importancia y función de cada uno de los elementos de un circuito.

6. Conclusiones

Antes de realizar el abordaje disciplinar de un tema, es pertinente identificar los conceptos o nociones que debe manejar el estudiante; para el caso específico del tema de Circuitos se considera necesario realizar un trabajo previo sobre el concepto de energía, sus diferentes formas de manifestarse y transformaciones. De esta forma el estudiante puede incluir en sus esquemas conceptuales conocimientos sobre fenómenos más complejos que le van a permitir explicar los acontecimientos cotidianos, como el funcionamiento de los electrodomésticos.

Es importante no presentar al estudiante los conceptos físicos como definiciones, fórmulas o teorías acabadas, donde lo importante es repetir una definición teórica que no tiene discusión. Por el contrario, las temáticas se deben abordar reconociendo el trabajo en ciencias como el resultado de un largo proceso donde han participado diversos personajes, a través del tiempo; incluir la historia en la enseñanza de la Física de una forma didáctica (cuento) -para nuestro caso de la Electricidad- permite no solo humanizar los contenidos, sino cambiar la percepción que tienen los estudiantes sobre la construcción del conocimiento científico.

En el proceso de enseñanza de la física es importante identificar los factores que favorecen el aprendizaje, en los niños es importante diseñar recursos, estrategias y/o propuestas didácticas coherentes con dichos procesos para que los resultados obtenidos cumplan los objetivos esperados. En ocasiones las temáticas abordadas no son pertinentes para el grado de escolaridad ni se adecuan a los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional (MEN), en nuestro caso para el grado quinto de primaria los estudiantes solo lograron trabajar e identificar las funciones de cada uno de los componentes de un circuito. Pero no llegan a comprender las diferencias de potencial, la corriente eléctrica entre otros temas disciplinares debido a su grado de complejidad y nivel de abstracción que se requiere.

Reafirmando lo propuesto por Jean Piaget cuando afirma que los niños en esta etapa de operaciones concretas son capaces de establecer relaciones y utilizan modelos para representar objetos concretos de acuerdo con su pensamiento lógico, por esta razón los discursos no son formales y están sujetos a lo que ellos consideran que es real de acuerdo a lo que observan en la experiencia con su entorno.

Al abordar el tema de los circuitos eléctricos con niños de grado quinto se considera pertinente hacerlo con tiempo, donde se evidencie una explicación más detallada de cada término a estudiar y lograr su respectiva aproximación junto con las actividades que se hayan propuesto para tal fin.

Elaborado por:	María Carolina García Camargo
Revisado por:	Diana Carolina Castro Castillo Nathaly Guerrero Guevara

Fecha de elaboración del Resumen:	22	06	2015
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CAPÍTULO I: Planteamiento Del Problema	3
2.1 Descripción del problema	3
2.2 Objetivos	5
2.2.1 Objetivo general	5
2.2.2 Objetivos específicos	5
2.3 Justificación	6
2.4 Antecedentes	7
2.4.1 Antecedentes Universidad Pedagógica Nacional	7
2.4.2 Antecedentes Internacionales	9
3. CAPÍTULO II: Reflexiones sobre los Conceptos Involucrados en el Estudio de los Circuitos Eléctricos	11
3.1 Inicios del estudio de la electricidad y los circuitos eléctricos a Través de la historia	11
3.2 Circuitos eléctricos	15
3.2.1 Clases de Circuitos con respecto a la resistencia	16
3.2.2 Tipos de Corriente	18
3.3 ¿Qué implicaciones tiene la enseñanza de los circuitos eléctricos En niños de 10 a 11 años?	20
3.3.1 ¿Cómo son las ideas de los niños al abordar el estudio de Un fenómeno físico?	22
3.3.1.1 Las ideas son personales	22
3.3.1.2 Las ideas pueden ser incoherentes	22
3.3.1.3 Las ideas son estables	23
3.3.2 Ideas con respecto al estudio de los circuitos eléctricos	24
3.3.3 ¿Cuáles son los modelos conceptuales más utilizados por los niños con respecto a los circuitos eléctricos?	25
3.3.3.1 Modelo unipolar	26
3.3.3.2 Modelo de choque de corrientes o corrientes en Colisión	26
3.3.3.3 Modelo de atenuación	27

3.3.3.4 Modelo de participación o de corriente compartida y Científico	27
3.4 Aspectos pedagógicos que facilitan el proceso de enseñanza en el niño	27
3.4.1 El papel de la pregunta como herramienta activa del Pensamiento	28
3.4.2 La experiencia como fortaleza en el proceso de Enseñanza	28
3.4.3 Importancia de la narrativa en el proceso de Enseñanza	29
4. CAPÍTULO III: Metodología	31
4.1 Tipo de investigación	31
4.2 Descripción de la población	31
4.3 Descripción de la propuesta de investigación	32
5. CAPITULO IV: Análisis y resultados	35
5.1 Momento uno: ¿Cómo puedo cargar un cuerpo?	37
5.1.1 Factores asociados a la disciplina	37
5.1.2 Factores asociados a la estrategia didáctica	38
5.2 Momento dos: ¿Qué propiedad tiene este material?	40
5.2.1 Factores asociados a la disciplina	40
5.2.2 Factores asociados a la estrategia didáctica	41
5.3 Momento tres: ¿Qué puedo hacer con estos elementos?	42
5.3.1 Factores asociados a la disciplina	42
5.3.2 Factores asociados a la estrategia didáctica	47
6. CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	52

ANEXOS

ANEXO 1: Cuento “Las aventuras de Camila y Andrés por el Mundo de los circuitos eléctricos	54
ANEXO 2: Guías de trabajo	55
ANEXO 3: Tabla de sistematización	56
ANEXO 4: Galería de Material didáctico	57
ANEXO 5: Galería de experiencias	58
ANEXO 6: Instrumento para contextualizar la población	59

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación surge de las observaciones realizadas durante los procesos de Práctica Pedagógica en el Colegio Veintiún Ángeles en un aula regular con estudiantes de grado quinto. En dicho proceso se pudo evidenciar la manera como son abordados los diferentes contenidos en las Ciencias Naturales, en particular, los de Física, en estudiantes entre los 8 y 11 años de edad; siguiendo los estándares curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional y los libros de textos que emiten algunas editoriales para acompañar los procesos de enseñanza. 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.

En esta investigación se centró la atención particularmente en los circuitos eléctricos, teniendo en cuenta que es una de las temáticas que se debe atender en este grado (quinto de primaria). El Objetivo general se orientó a la realización de un estudio que permitiera identificar las implicaciones disciplinares y didácticas que conlleva a la aproximación conceptual que favorece 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.

El documento está estructurado en cuatro capítulos: En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema que dio inicio a esta investigación: ¿Qué implicaciones disciplinares y didácticas conllevan el estudio de los Circuitos eléctricos en estudiantes de grado quinto?, la ruta que se empleó para responder dicho interrogante, el estado del arte y las reflexiones que han manifestado diferentes autores dentro y fuera de la Universidad sobre el abordaje de esta temática en niños de primaria.

En el capítulo II se presentan las temáticas alcanzadas por la investigación sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos: La historia de la

electricidad, las nociones básicas y componentes que constituyen el circuito eléctrico y su función, los procesos cognitivos del estudiante de acuerdo a su edad, las ideas científicas que tienen los niños acerca del estudio de los circuitos eléctricos sencillos.

En el capítulo III se da a conocer la metodología utilizada en esta investigación, se realiza una descripción de la estrategia didáctica con cada uno de sus momentos, finalidad y actividades y el material empleado.

En el capítulo IV se da a conocer los resultados de cada uno de los momentos que se abordaron en la implementación de la estrategia didáctica titulada “Descubriendo el mundo de los circuitos eléctricos”, teniendo en cuenta dos categorías: Los Factores asociados a la disciplina y los factores asociados a la didáctica, con su respectiva síntesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

La presente investigación tiene como punto de partida, la construcción del conocimiento científico en la etapa de operaciones concretas, la cual se caracteriza por el deseo que tienen los estudiantes por conocer su entorno a través de la observación e interacción. En esta medida, es necesario que los docentes de física aproximen a las aulas de básica primaria las nociones de los conceptos fundamentales de la ciencia teniendo en cuenta su etapa de desarrollo.

Según diferentes autores, la introducción de dichas nociones demanda considerar factores como: dificultades de aprendizaje de los niños, el nivel de abstracción de los diferentes conceptos a fenómenos físicos en este caso los Circuitos Eléctricos y las actividades prácticas que influyen en el proceso de su enseñanza. Autores como Driver (1999), mencionan que las ideas o interpretaciones que tienen los estudiantes sobre los fenómenos que se estudian en el aula son creadas inicialmente a partir de sus propias experiencias, a través de actividades físicas, prácticas, conversaciones con otras personas o por la influencia de los medios de comunicación. Es claro que en la clase de ciencias los conceptos se tienen que describir, interpretar y explicar, desde una perspectiva diferente que no implique la imposición de seguir lineamientos curriculares pues se deja de lado lo que comprende el estudiante; al respecto también afirma, *“que el conocimiento no debe ser transmitido sino que debe ser construido por el niño mediante unos procesos que permitan llevarlo a cabo”* (Driver, 1999).

En relación con el aprendizaje Shipstone (1989) considera que a pesar que los conceptos sobre electricidad básica se adquieren antes de la educación formal, en el aula se observa que términos como: energía, corriente, fuerza, electricidad, carga y diferencia de potencial son empleados por los estudiantes como sinónimos. Esto los lleva a utilizar modelos de corriente eléctrica en circuitos sencillos como: Unipolar, cuando se tiene en cuenta una sola terminal de la pila y se utiliza un solo cable; Choque de corriente, se utilizan ambas terminales de la pila para que pueda fluir la corriente hasta el bombillo; Atenuación, la corriente fluye por el circuito en una sola dirección,

sale de la pila por un extremo y se consume por el bombillo en su camino hasta volver a la pila con menos corriente; Participación, en este modelo se considera la corriente compartida por todo el circuito; y por último Científico, la corriente va en un sentido dentro del circuito y se conserva, cada uno de ellos es simplemente el modelo de circuito en los niños y lo utilizan dependiendo su experiencia.

En relación con la enseñanza, en las aulas de clase esta temática aparece en los textos que utilizan tanto el docente como los estudiantes llevándolos a condicionarse por el contexto en el cual está enmarcado el libro, pero al parecer no de forma adecuada, el lenguaje que se emplea tiende a confundir al niño y plantean pocas actividades prácticas para que un estudiante en esta etapa escolar se aproxime a los conceptos, elementos y las funciones que componen un circuito eléctrico sencillo.

Cabe anotar que, en la dinámica curricular, la idea del aprendizaje práctico, ha generado diversas resistencias debido a los procesos que los docentes desarrollan al interior de sus aulas, creando en muchos casos grandes tensiones en los estudiantes por la complejidad de los contenidos, ya que se ha observado que el mayor obstáculo es la concepción de conceptos y funciones en relación a los circuitos eléctricos, aspectos que hacen que los estudiantes tengan grandes dificultades en su comprensión.

Es importante, reconocer, que el conocimiento científico que se construye en las aulas de clase es un conocimiento verbal es decir, el docente se limita a explicar; y por ende los estudiantes lo que hacen es escuchar y copiar. (Shipstone, 1989), considera que *“con intención de ayudar a los estudiantes a que comprendan los fenómenos de los circuitos eléctricos se deben recurrir a las actividades experimentales, debido a las dificultades que presentan para distinguir los conceptos propios del tema a tratar”*. Este conocimiento en la enseñanza de la física no permite su construcción total si se deja de lado la parte experimental y didáctica, puesto que se hace con el fin de acercar a los estudiantes a las nociones fundamentales del fenómeno a observar. Cabe resaltar que *“los estudiantes no solo tienen dificultades, sino conocimiento y experiencias que se pueden aprovechar para la construcción de nuevos aprendizajes”* (Pro Bueno & Rodríguez, 2010).

Expuesta la situación anterior, se da paso a una reflexión que emerge de la práctica pedagógica realizada con estudiantes de quinto grado de básica primaria del Colegio Veintiún Ángeles I.E.D, la cual se encuentra registrada en el diario de campo. Durante el desarrollo de esta práctica se observó que la estrategia del docente en las aulas de clase aparece en dos vías: 1. Utiliza y aplica las actividades que se encuentran en los textos como aparecen diseñadas, careciendo de reflexión con respecto a la pertinencia para los estudiantes. 2. Se privilegian métodos expositivos dejando de lado espacios que permitan identificar el proceso del estudiante (lo que él piensa), pero no se trabaja sobre ello con anterioridad. Se considera al niño como un estudiante pasivo, como lo afirma Sastoque (1987) es importante no excluir al estudiante, sino que este sea participe en la planeación y ejecución de actividades que sean de su interés y que favorecen la construcción de su propio conocimiento; por ello se hace congruente diseñar actividades de acuerdo a su edad.

En relación a lo anterior, la pregunta de investigación que envuelve este problema se plantea a partir del siguiente interrogante:

¿Qué implicaciones disciplinares y didácticas conlleva el estudio de los circuitos eléctricos y su aproximación conceptual en estudiantes de grado quinto?

2.2. Objetivo

2.2.1 Objetivo General

Realizar un estudio que permita identificar las implicaciones disciplinares y didácticas que conlleva la aproximación conceptual a los circuitos eléctricos en el grado quinto.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica que permita establecer reflexiones disciplinares y pedagógicas acerca de los problemas de aprendizaje de los circuitos eléctricos.

- Diseñar una estrategia de aula que permita identificar las características y componentes de los circuitos eléctricos.
- Evaluar la estrategia didáctica diseñada a partir de una implementación, reconociendo las dificultades disciplinares y didácticas que se encuentran en el proceso.
- Analizar los resultados de dicha implementación y comunicarlos a la comunidad académica.

2.3. Justificación

La enseñanza de las ciencias en la escuela cobra sentido, cuando se le da la oportunidad al estudiante de construir su propio conocimiento a través de la actividad experimental (experiencia que dirija y articule el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de algún concepto científico), pues se espera que en la interacción con los eventos de la ciencia escolar, el estudiante desarrolle habilidades de pensamiento que le permitan interactuar de forma crítica y reflexiva con los eventos del mundo natural teniendo en cuenta el contexto en que se encuentre.

En los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para grado quinto del Ministerio de Educación Nacional (MEN) se enuncia que el estudiante debe: *“Identificar las funciones de los componentes de un circuito eléctrico”*. A pesar de esta directriz existen diferentes autores como: Sastoque (1987), Driver (1989), Shipstone (1989) y Piaget (1983) que han tomado posturas sobre la pertinencia de abordar dicho tema en estudiantes de grado quinto de primaria, por el grado de complejidad, a lo que Shipstone (1989) manifiesta que la electricidad se constituye como un tema con un nivel de complejidad, tanto para adultos que creen entenderla como para niños, puesto que se les pide que razonen según nociones abstractas, por ejemplo: energía, corriente eléctrica y electricidad. Por lo tanto se considera importante revisar desde la implementación de una estrategia didáctica dichas afirmaciones.

Así mismo construir una estrategia didáctica de apoyo para aproximar a los estudiantes a los conceptos asociados a los circuitos eléctricos desde una perspectiva que se enfatiza en el aprender haciendo y no en la memorización, el material brindará estrategias de enseñanza que privilegian el reconocimiento de las explicaciones y

modelos propios de los estudiantes sobre lo que ocurre en el mundo y su contexto; dichas explicaciones y modelos que corresponden a las posibilidades cognitivas de su edad y a su propia experiencia para intentar direccionarlas a explicaciones y representaciones construidas en el marco de la ciencia.

De acuerdo a lo anterior, se hace evidente que el docente de básica primaria proponga actividades como son los experimentos, cuentos, videos, simuladores, etc., que sirvan como herramienta didáctica para acercar y motivar a los niños a la práctica tanto en el aula como fuera de ella para aproximarlos al trabajo científico. A su vez, ellos relacionan los conceptos teóricos con el contexto donde se encuentran, en este sentido, es pertinente resaltar la forma cómo el docente presenta dicha temática a los estudiantes para alcanzar el objetivo propuesto al inicio de la clase y lograr que los niños se interesen y motiven. Actualmente no se observa esto, debido a que muchos de los docentes se remiten a los textos que tienen en el aula y se guían por los laboratorios o talleres que tienen, encontrándose que muchos de ellos están fuera de contexto, comprensión y se desconoce el proceso cognitivo del estudiante en el aprendizaje de la física (Ingéniate 5, 1988; Olimpiadas ciencias 5, 1999; Biociencias 5, 2009).

2.4. Antecedentes

A continuación se describen algunos de los trabajos más representativos que anteceden la investigación, los cuales serán presentados de la siguiente manera: El lector encontrará primero monografías y tesis encontradas en la Universidad Pedagógica Nacional, seguido a esto artículos encontrados en el ámbito internacional.

2.4.1 Antecedentes Universidad Pedagógica Nacional

Vargas, A. y Maldonado, D. (2011) “*Prácticas Experimentales en el Aula de Primaria el Caso de la Electricidad y el Magnetismo*”, Monografía de pregrado. Los autores presentan una propuesta enfocada en la educación básica primaria específicamente en los grados 4° y 5°, basándose en los estándares de competencias básicas del Ministerio de Educación Nacional (MEN) como apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de electricidad y magnetismo. Y cuyo propósito es hacer uso del

experimento como una herramienta de aprendizaje desde un ejercicio práctico para el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes.

Esta propuesta antecede a la investigación, puesto que el trabajo en el aula que se realizó con los estudiantes de grado 5° fue fundamental como herramienta en la parte de la experiencia con el material propuesto; además identificaron características y conceptos propios del fenómeno estudiado, debido a que se presenta de manera sencilla de acuerdo a la estructura cognitiva del niño y relacionándola con el contexto en donde vive.

Sastoque, B. (1987) “*Conceptualizaciones en torno a un circuito eléctrico elemental de estudiantes en primeros semestres de la licenciatura de física del Quindío*”, Tesis de Maestría (1987). Esta tesis se enfatiza en mostrar el estudio que giró en torno a la doble conceptualización que el estudiante emplea para expresar su conocimiento referente a algún fenómeno físico. Dicho estudio se realizó con estudiantes de los primeros semestres de la licenciatura en física de la Universidad del Quindío, en donde concluyó que el contenido no es claro del tema que se está tratando, los estudiantes a pesar de los cursos introductorios de electricidad que recibieron, persisten aún en sus explicaciones iniciales o términos que en algún momento escucharon y los relacionan con lo que están haciendo al momento de explicar lo que sucede en el circuito. Además, el empleo de analogías como el caso del circuito hidráulico para explicar la funcionalidad del circuito eléctrico sin construir antes las diferencias de cada uno, puede generar errores conceptuales en los estudiantes.

Antecediendo en el aspecto pedagógico de la investigación, en el sentido de identificar las implicaciones que existen al momento de estudiar los circuitos eléctricos en estudiantes de grado 5° de primaria; este trabajo tiene gran relevancia, puesto que permite observar los diferentes errores conceptuales cuando no se tienen en cuenta las explicaciones iniciales que tienen los estudiantes, la falta de manipulación de los estudiantes con cada elemento que conforma un circuito y el empleo de herramientas apropiadas al momento de explicar el tema de estudio en el aula.

2.4.2 Antecedentes Internacionales

Antonio Pro Bueno y Javier Rodríguez “*Aprender Competencias En Una Propuesta Para La Enseñanza De Los Circuitos Eléctricos En Educación Primaria*”, Artículo Revista de investigación Enseñanza de las Ciencias (2010) p. 385-404. Este artículo recalca la importancia con respecto a la enseñanza de las ciencias según el currículo educativo de cada institución y con respecto al estudio de los circuitos eléctricos en la educación básica primaria, llevando al aula el diseño de una unidad didáctica y la valoración de los efectos que se producen en el aprendizaje en los estudiantes.

En este sentido, la propuesta realizada y diseñada para la enseñanza de los circuitos eléctricos en primaria hace un aporte favorable al proceso de aprendizaje de los estudiantes con las diferentes actividades prácticas que complementan la parte conceptual en el aula para una mejor comprensión en los estudiantes al momento de abordar dicha temática. Allí ellos diseñan una unidad didáctica donde observaron algunos efectos producidos en el aprendizaje de los estudiantes basándose en el currículo por competencias. Además relacionaron los circuitos eléctricos con las diferentes actividades que realizan los niños habitualmente (leer comics, ver televisión o películas, juegos).

Driver, Guesne y Tiberghien (1989) “*Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*”, Libro. En su libro las autoras junto con su equipo de colaboradores enfatizan la importancia de las ideas científicas y representaciones que tienen los estudiantes acerca de temas como: Calor y temperatura, electricidad, la luz, fuerza y movimiento, entre otros; antes de recibir una educación formal en los planteles educativos, así mismo presentaron algunos hallazgos acerca de las concepciones que tienen los niños en especial para este trabajo de investigación sobre la electricidad, capítulo tres del libro y escrito por David Shipstone (colaborador).

Antecediendo en el aspecto referencial de la investigación, en el sentido de indagar acerca de las implicaciones que hay en el estudio de la electricidad en los circuitos eléctricos sencillos para los niños, se deben tener en cuenta algunas características que ellos tienen referente al tema y así mismo partir de ellas por medio de las actividades

experimentales que se consideren apropiadas dependiendo del contexto en que se encuentre.

CAPITULO II

REFLEXIONES SOBRE LOS CONCEPTOS INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Para contextualizar al lector, en este capítulo inicialmente se presenta una revisión a la historia de la electricidad, las perspectivas que se tienen sobre la misma y los aportes que realizaron varios científicos o teóricos como lo son: Gilbert con la construcción del primer electroscopio para diferenciar el tipo de carga que tienen los cuerpos; Franklin con el invento del pararrayo para extraer la carga eléctrica de las nubes; Ampere quien mostró que las corrientes eléctricas se atraen o se repelen mutuamente dando origen a la electrodinámica y Ohm con la conducción de la electricidad en conductores metálicos; todos ellos contribuyeron a construir la comprensión de lo que hoy se conoce como un *circuito eléctrico*.

De igual forma se hace una revisión de los conceptos básicos que constituyen un circuito eléctrico desde la definición del mismo, la corriente eléctrica, diferencia de potencial, resistencia y la ley de Ohm.

Por último se tendrá en cuenta los procesos cognitivos del estudiante de acuerdo a su edad y etapa operacional según los estadios de desarrollo del niño que enuncia Jean Piaget¹, las ideas científicas que tienen los niños acerca del estudio de los circuitos eléctricos sencillos y las posibles implicaciones que existen en estudiantes de básica primaria.

3.1 INICIOS DEL ESTUDIO DE LA ELECTRICIDAD Y LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS A TRAVÉS DE LA HISTORIA

Se puede considerar el origen de la electricidad como un fenómeno físico que se da por la existencia de cargas eléctricas: positivas (protones) y negativas (electrones) bien sea estáticas o en movimiento. Otra manera de definirla es concibiéndola como una forma de energía que se puede manifestar cuando se presenta una acumulación de cargas eléctricas en un objeto. Esta acumulación puede dar lugar a una descarga eléctrica

¹ Psicólogo infantil más importante del siglo XX. Afirmaba que el pensamiento de los niños es de características muy diferentes al de los adultos, a medida que va madurando se producen una serie de cambios sustanciales en sus etapas de pensamiento.

cuando dicho objeto se pone en contacto con otro (electricidad estática) o en movimiento (corriente eléctrica).

De acuerdo con Dorf & Svoboda (2006) la electricidad ha sido estudiada desde la antigüedad por el griego Tales de Mileto, quien fue el primero en observar las propiedades eléctricas del ámbar (piedra hecha de resina vegetal fosilizada que proviene principalmente de restos de los árboles), el cual al frotarlo con una lana adquiría la capacidad de atraer objetos o cuerpos ligeros como paja y plumas. Con el tiempo, el primer aporte formal que se dio sobre la electricidad y el magnetismo lo realizó William Gilbert en el año de 1600 gracias a su invento del electroscopio pudo establecer la diferencia cuando un cuerpo era eléctrico (cargado) o no, el modelo del mismo se describe a continuación: *“Con un metal cualquiera elaboró una aguja móvil bastante ligera sobre su eje (como una brújula). Por una de sus puntas acercó un pedazo de ámbar o una gema ligeramente frotada, pulida y brillante e inmediatamente observó que la aguja móvil (versorium) cambiaba de dirección”* (Tatón, 1972).

Por medio de éste instrumento Gilbert pudo establecer que el ámbar no es el único cuerpo que puede ser electrizado y por consiguiente decide dividir los cuerpos en: eléctricos y no eléctricos. Los materiales que eran atraídos por el ámbar al ser frotados los llamó *electricks* y a la fuerza que los atrae *eléctrica* (Pérez & Varela, 2003). Además definió el término de fuerza eléctrica como el fenómeno de atracción que se producía al frotar ciertos materiales.

Otro de los personajes fue Otto de Guericke en el año de 1672 construyó la primera máquina de electricidad estática (hoy conocida como generador eléctrico). La máquina tenía un globo de azufre fijado sobre un eje, colocó debajo láminas de diferentes materiales (oro, plata, papel), luego se frotaba el globo con la mano bien seca y se ponía a girar. Allí observó que *“el globo atraía las diferentes láminas y las empuja en su rotación... Este globo no solamente atrae sino que después hace presión sobre los pequeños cuerpos... y no les atrae ya cuando han tocado otro cuerpo”*. Según Tatón (1972) el trabajo realizado por Otto de Guericke se basó en la observación, de experiencias imprevistas.

En el año de 1729 Stephen Gray descubrió que la electricidad puede transmitirse por hilos metálicos, su experiencia la realizó con bolas de marfil atadas a varillas de pino de

diferentes longitudes fijadas a un tapón y luego a hilos de metal, los cuales suspendidos verticalmente median 10 m. En vista que no tuvo éxito intentó realizarlo con hilos de seda a una distancia de 293 pies, cuya virtud eléctrica (electricidad) se transmitía por estos hilos; con esto Gray experimentó la *conducción de la electricidad* y que algunos cuerpos no poseen esta propiedad.

Al poco tiempo en el año de 1733 Charles-François Dufay, comprobó que no todos los cuerpos pueden electrizarse por sí mismos, sino por frotamiento abriendo paso a la existencia de dos clases de electricidad: *vítrea* (electricidad adquirida por el vidrio) y *resinosa* (electricidad adquirida por el ámbar), demostrando así que todos los cuerpos adquieren una considerable *virtud eléctrica* al acercar un tubo de vidrio frotado previamente, al final estableció como principio que cuando dos cuerpos de diferente material son frotados entre sí, se presenta una electrización por frotamiento.

Para (Pérez & Varela, 2003) en su teoría de los dos fluidos pudo establecer que: “*un cuerpo cargado con electricidad vítrea repele a los demás cargados con la misma electricidad, caso contrario con los que poseen electricidad resinosa puesto que los atrae*”, ya hasta este punto se conoce lo que corresponde a los fluidos eléctricos y sus diferentes características de atracción y repulsión.

A finales de la década de 1740 Benjamín Franklin planteó la teoría de la existencia de dos clases de cargas: una positiva y otra negativa. Para plantear esta teoría él consideró el concepto de carga como “*fuego eléctrico*” (Tatón, 1972), el cual no se producía por el frotamiento de los cuerpos sino que estos lo almacenaban considerándolo como un elemento inalterable, conocido y atraído como el agua y los metales. Teniendo ya el concepto de carga realizó el experimento de la cometa en 1752 e inventó el pararrayo, cuyo fin era extraer la carga eléctrica de las nubes al momento de presentarse la descarga eléctrica “*el relámpago*”, Franklin suponía que solamente había un tipo de fluido eléctrico, que de acuerdo con Pérez & Varela (2003) lo imaginaba como partículas eléctricas que se repelían entre sí o podían ser atraídas esto de acuerdo a la cantidad de fluido que tenía el cuerpo. Lo importante de la teoría presentada por Franklin es que dio a conocer principios universales de la física “*Principio de conservación de la carga eléctrica*” en donde el fluido eléctrico permanece constante y el proceso de electrización pasa a ser una transferencia de fluido.

Según Pérez & Varela (2003) Alessandro Volta consideraba que la base de la electricidad se encontraba en los metales y en el modo de producir el paso de las cargas. Es por ello que en el año de 1800 inventó la primera batería eléctrica, consistía en una vasija con una solución salina en la que se introducían y unía dos tiras metálicas (Zinc y cobre), las cuales se cargaban eléctricamente, suministrando así una cantidad considerable de corriente continua, dicha batería se conoce como “*la pila de volta*”.

La invención de la pila eléctrica de Volta hizo posible para los investigadores y científicos de la época trabajar con fuentes permanentes de fluido eléctrico. Es así como en el siglo XIX se establece la conexión entre la electricidad y el magnetismo con Oersted y Ampere quienes observaron que la corriente eléctrica que circula por un material conductor crea un campo similar al del imán cuyo nombre es *campo magnético*. Al respecto Pérez (2003) afirma que Oersted consideraba que la materia era una distribución de cargas eléctricas positivas y negativas en equilibrio y que cuando sufrían algún tipo de perturbación se producía una propagación en forma de ondas.

Por su parte, André-Marie Ampere marca el inicio de la electrodinámica gracias a sus ideas y experimentos sencillos e ingeniosos al relacionar la electricidad con el magnetismo encontrando similitudes entre el fluido eléctrico y el magnético, trata de evidenciar que: “*el magnetismo es electricidad en movimiento*” según lo describe (Varela, 2003). A su vez Ampere expone que al colocar dos elementos conductores paralelamente por donde pasa la corriente eléctrica en el mismo sentido estos se atraen el uno al otro, pero si circulan en el sentido contrario se repelen; demostrando con este hecho en 1820 que las corrientes eléctricas se atraen o se repelen mutuamente.

Por último, George Simón Ohm en la parte de circuitos eléctricos investigó sobre la corriente eléctrica, en 1895 haciendo uso de la pila de Volta, creó la balanza de torsión para medir la relación de la fuerza electromotriz con la intensidad de la corriente. En 1827 estableció la ley que relaciona las tres magnitudes eléctricas: la diferencia de potencial (E), la intensidad de la corriente (I) y la resistencia eléctrica (R), la cual enunció la siguiente manera: “*La intensidad de corriente (I) es directamente proporcional a la fuerza electromotriz (E) que obra en el circuito e inversamente*

proporcional a su resistencia (R)” para efectos de cálculos matemáticos se expresa a continuación:

$$I = \frac{E}{R} \quad (\text{Ecuación 1})$$

3.2 Circuitos Eléctricos

Desde el comienzo de la historia el hombre ha estudiado el campo de los fenómenos eléctricos que vivencia en su entorno. Por ejemplo, en la cotidianidad se asocia la palabra circuito con una pista de carreras de autos en los autódromos, allí la trayectoria es un camino cerrado que se repite continuamente; también suele asociarse con la circulación de la sangre dentro de nuestro cuerpo donde su trayectoria sería continua.

Con esto, se puede notar que se tiene un concepto intuitivo de lo que es un circuito eléctrico y por tal razón, se considera pertinente definir un circuito eléctrico bajo la mirada de la literatura científica de los siguientes autores: 1) (Purcell, 1988) considera el circuito como *“un dispositivo eléctrico con terminales bien definidos a los que se puede conectar unos hilos y donde la carga puede circular por estos caminos”*; 2) (Sears, 1958) lo puntualiza como *“una conexión entre el hilo conductor y una pila o dinamo a la cual estén conectados sus extremos”*; 3) (Irwin, 1997) simplemente la define *“como una interconexión de componentes eléctricos”*; por último para 4) (Alvarez, Marcos, & Ferrero, 2007) *“es un conjunto de componentes eléctricos interconectados en los que puede circular corriente eléctrica”*. De acuerdo con estos autores un circuito eléctrico se puede definir como *“la unión eléctrica de elementos que permiten la circulación de la carga eléctrica dentro del material conductor cuya trayectoria es cerrada. (Figura 1)*

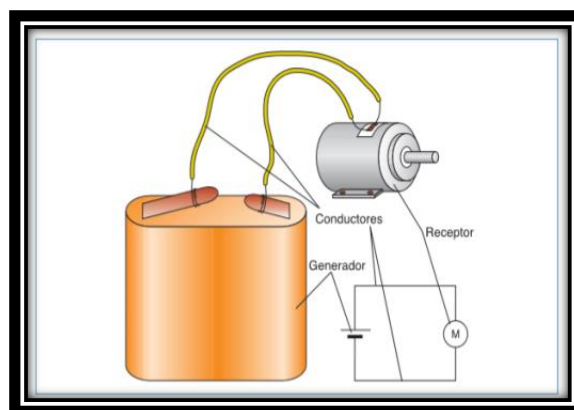


Figura 1: Circuito Eléctrico (tomada del libro “electricidad y el circuito eléctrico”).

Los elementos que componen un circuito eléctrico se clasifican en: Generadores, Conductores y Receptores. Los primeros son los que transforman la energía (química, térmica, etc.) en energía eléctrica; los segundos son hechos de material conductor como el cobre, aluminio o zinc que permiten el paso de las cargas eléctricas y los últimos son aquellos elementos que aprovechan el paso de la corriente eléctrica para transformar la energía eléctrica como: calor, luz, sonido o movimiento dependiendo a la necesidad del ser humano.

3.2.1 Clases de Circuitos con respecto a la resistencia

Los circuitos eléctricos se pueden clasificar en dos formas: Paralelo y en serie (ver figura 2), un circuito en serie es aquel donde los receptores están conectados de tal forma que la corriente que atraviesa el primero de ellos será la misma que la que atraviesa el último, es decir tiene un solo camino para circular y si se interrumpe deja de hacerlo. Mientras que en un circuito en paralelo cada receptor conectado a la fuente de alimentación lo está de forma independiente al resto, es decir tiene más de un camino para circular la corriente y si uno de ellos se interrumpe no afecta el funcionamiento de los demás.

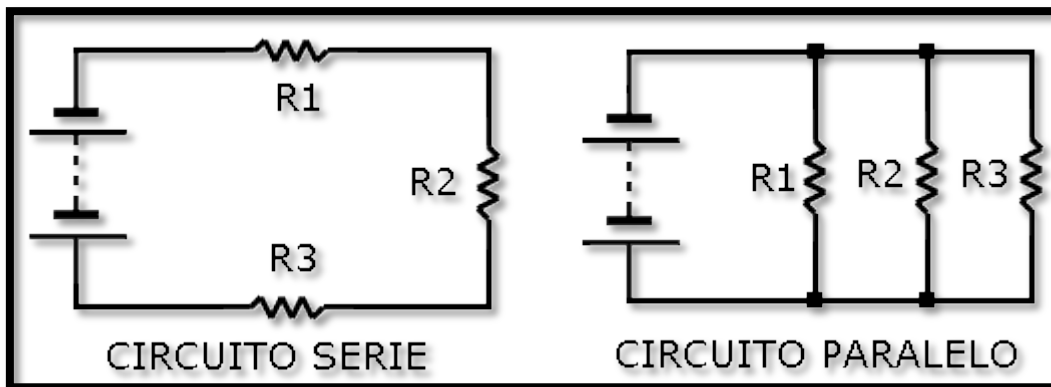


Figura2: Tomada de <http://fisica.laguia2000.com/general/circuitos-en-serie-y-en-paralelo>

En este orden de ideas, para describir el comportamiento de un circuito eléctrico se utilizan las siguientes tres magnitudes o parámetros: La intensidad de corriente eléctrica, Diferencia de Potencial y la resistencia eléctrica, para efectos de una mejor comprensión se han de definir por separado; la primera es la corriente eléctrica, que en su momento Ohm trató de explicar empleando una analogía donde la relacionó con el flujo del agua,

dando inicio a lo que se conoce como la Ley de Ohm. De la misma forma (Barra, 1993) describe “el flujo del agua es la corriente eléctrica, el salto del agua o desnivel es la diferencia de potencial y la resistencia al paso del agua por las cañerías como la resistencia eléctrica”; de esta manera él pudo concebir la corriente eléctrica, la diferencia de potencial y la resistencia eléctrica en un circuito eléctrico.

Continuando con las magnitudes se introduce para medir la corriente eléctrica la noción de *Intensidad de corriente (I)* siendo esta la cantidad de carga eléctrica que pasa por una sección transversal de un material conductor en un segundo; en otras palabras, es el flujo de cargas que circulan a través de una superficie. Si esta cantidad es una unidad de carga y el tiempo un segundo se llama *Ampere*:

$$1 \text{ ampere} = 1 \frac{\text{Coulomb}}{1\text{Segundo}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Bajo la mirada de autores como: 1. (Serway & Jewett, 2009) sucede algo similar con un sistema de cargas en movimiento teniendo un área A (como lo muestra la figura 3).

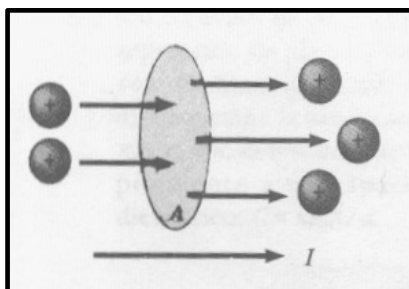


Figura 3: tomada del libro “Física para ciencias e ingenierías con física moderna”, Serway y Jewett, 2009.

En donde las cargas que pasan por una superficie en este caso A pueden ser positivas o negativas, 2. Tipler (1993) la corriente puede surgir por cualquier flujo de carga no necesariamente en el movimiento de las cargas por medio de cables conductores y por ende define la corriente eléctrica como el flujo de cargas eléctricas que por unidad de tiempo atraviesan un área transversal y 3. Purcell (1988) comenta que la corriente eléctrica es una carga en movimiento y que si a través de cualquier superficie pasa una carga neta (o total) dq en un intervalo de tiempo dt, se dice que se ha establecido un corriente eléctrica I de la forma:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Al integrar la corriente (I) se halla la carga neta (total) que pasa por la superficie en cualquier intervalo de tiempo

$$q = \int I * dt \quad (\text{Ecuación 4})$$

Si la corriente (I) es constante entonces $q = I \int dt$, integrando dt la ecuación sería:

$$q = I * t \quad (\text{Ecuación 5})$$

De acuerdo con lo anterior la ecuación final de corriente eléctrica (Solo en este caso particular) es:

$$I = \frac{q}{t} \quad (\text{Ecuación 6})$$

En un conductor, la corriente eléctrica es la misma en todas las secciones transversales, aun cuando el área de dicha sección transversal sea diferente en distintos puntos, permitiendo así que la carga eléctrica se conserve. De acuerdo con (Ohanian & Makert, 2009) *“la carga eléctrica es una cantidad que se conserva en cualquier reacción donde intervengan partículas cargadas, la carga total siempre deben ser la misma”*.

3.2.2 Tipos de Corriente:

En nuestro entorno podemos encontrar dos tipos de corriente, los cuales son: Corriente alterna se expresa con la sigla (CA), en esta las cargas eléctricas se desplazan en uno u otro sentido dentro del circuito eléctrico. Este tipo de corriente es el que se encuentra en todas las casas permitiendo que funcionen los electrodomésticos; debido a que la energía eléctrica se puede transportar a largas distancias, debe controlarse la cantidad de diferencia de potencial y corriente que se ha de utilizar, para ello actualmente existen generadores eléctricos que permiten dicho control.

Y corriente continua, debido al enfoque que presenta esta investigación se trabajará con este segundo tipo de corriente, el cual se identifica con las siglas (CC o DC) se emplea en circuitos simples formados por los diferentes elementos que componen el circuito como lo son: las baterías, receptores y otros elementos que se encuentran en distintos puntos del mismo, con el fin de determinar su potencial (V) e intensidad de corriente (I). Estos circuitos son llamados de corriente continua (CC) porque la corriente en cualquier punto circula en la misma dirección, es decir, como lo expresa Irwin (1997) se genera por un flujo continuo de cargas eléctricas siempre en el mismo sentido a través de un conductor entre dos puntos con diferente potencial.

Continuando con las magnitudes o parámetros, está la *fuerza electromotriz (fem)* también llamada diferencia de potencial (esto dependiendo el caso donde se aplique). En el sentido de la mecánica no se entiende como una fuerza, sino como una variación de energía potencial o trabajo que se realiza para mover las cargas eléctricas de su posición de equilibrio dentro del átomo. Refiriéndose así al movimiento de la unidad de carga en un segundo, es por eso que su unidad es el *Volt* y se expresa:

$$1 \text{ volt} = \frac{1\text{Watt}}{1\text{Ampere}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

A propósito, según Barra (1993) en la analogía de Ohm la diferencia de potencial se representa como el salto o desnivel que sufre el agua a medida que va fluyendo por la corriente, pero antes de hablar de ello es preciso tener en cuenta el concepto de Potencial Eléctrico. Según lo encontrado en la literatura por diferentes autores este se puede definir como la energía potencial (U) por unidad de carga (q) y cuya ecuación es:

$$V = \frac{U}{q} \quad (\text{Ecuación 8})$$

De acuerdo a lo anterior, (Irwin, 1997) afirma que las cargas en movimiento implican una transferencia de energía, entonces la variación o el trabajo de dicha energía por la unidad de carga localizada en dos puntos (a, b) se denomina *Diferencia de Potencial o Voltaje*, en donde la energía requerida para mover dicha carga es la diferencia en el nivel de energía entre los dos puntos, como lo muestra la siguiente ecuación: $\frac{W_{ab}}{q} = -\frac{\Delta U}{q} = -\left(\frac{U_b}{q} - \frac{U_a}{q}\right) = -(V_b - V_a) = (V_a - V_b)$, donde $-\Delta U$ (es el trabajo realizado por una fuerza conservativa), $V_a = U_a/q$ (energía potencial por unidad de carga en el punto a) y $V_b = U_b/q$ (energía potencial por unidad de carga en el punto b).

Y el último parámetro es la *Resistencia eléctrica* se define como la relación constante entre la fuerza electromotriz empleada en un circuito y la intensidad de corriente que circula por dicho circuito. Esta magnitud fue experimentada y formulada en 1826 por Ohm en su trabajo *Determinación de la ley mediante la cual los metales conducen la electricidad*, según afirma (Barra, 1993), la cual él asoció en su analogía como el paso del agua por las cañerías. Pero en sí su concepto nace de la existencia de materiales aislantes (dificultan el paso de la corriente) y conductores (facilitan el paso

de la corriente), puesto que indican la dificultad que ofrece el material al paso de la corriente eléctrica. Las resistencias se emplean para regular la cantidad de corriente que circula por cada rama del circuito, cuyo elemento se denomina *resistor* y por esta razón en esta tiene lugar la transformación de la energía eléctrica en otras formas energéticas dependiendo la necesidad del ser humano, por ejemplo: Calor, Acciones químicas, fuerza electromotriz.

3.3. ¿QUÉ IMPLICACIONES TIENE LA ENSEÑANZA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN NIÑOS DE 10 A 11 AÑOS?

Actualmente se han realizado diferentes investigaciones acerca de las explicaciones que tienen los niños al momento de estudiar los fenómenos eléctricos en el aula; dichas investigaciones dan como resultado que los estudiantes tienen sus propias concepciones, construyen sus representaciones a pesar que algunas de ellas parezcan incoherentes. Según Driver, Guesne & Tiberghien (1989) los niños se apropian de las ideas, construyen sus propios significados y adquieren la información para construir así su conocimiento científico acerca de algún tema en particular; estas ideas científicas que tienen los niños antes de entrar al colegio o de recibir una educación formal son claves para el proceso de asimilación y acomodación que presentan en su desarrollo cognitivo.

En este sentido para comprender dicho desarrollo se considera pertinente revisar los estudios realizados por Piaget. De acuerdo con estos y al contexto en el que se desenvuelve el niño, se espera que este desarrolle determinadas habilidades de pensamiento bajo la mirada de los cuatro estadios propuestos:

Periodo de la inteligencia sensorio-motriz: Periodo comprendido desde el nacimiento hasta los 2 años. El niño debe aprender a asimilar por medio de la observación o experiencia y actividad motora con objetos reales que lo rodean. La acomodación es imitativa y su asimilación determina los significados que conciba llevándolo así a una interiorización y comprensión de dicha asimilación.

Según Piaget (1983) en este periodo el niño juega de una forma simbólica, es decir utilizando su propio cuerpo retiene lo que ha observado en su entorno. Por ejemplo: No solo escucha y ve un sonajero sino que aprende a sostenerlo, sacudirlo y chuparlo.

Periodo de las representaciones preoperatorias: Este periodo va desde los 2 años hasta los 8 años aproximadamente. Allí empiezan una serie de hechos en el niño que le permiten concebir el mundo que lo rodea de acuerdo a su desarrollo cognitivo, puesto que ya existe una representación mental, es decir un cambio en la estructura interna de su pensamiento estableciendo una relación entre los objetos con los que interactúa y su funcionalidad, clasificándolos u ordenándolos, para así mismo intentar explicar el mundo que está a su alrededor.

Periodo de las operaciones concretas: Compreendido entre los 8 años hasta los 12 años. Se caracteriza porque en este periodo el niño piensa de una manera más lógica que en los anteriores periodos, una serie de estructuras y para lograr esto, empieza agrupando dichas estructuras que trae de su pensamiento intuitivo de las representaciones que hace, en un todo, afirmando así la naturalidad de su pensamiento.

Para Piaget las operaciones del pensamiento en los niños alcanzan su forma de equilibrio (asimila y acomoda el medio en el que se encuentra) cuando se organizan en sistemas de conjunto o agrupaciones. Dicho equilibrio se logra desde el momento en que el niño asimila las cosas que existen en su entorno con él mismo y viceversa, estableciendo una conexión entre los objetos con el uso que les puede dar de acuerdo a su pensamiento irreflexivo. Piaget (1956) al considerar que “*las operaciones concretas son las que se efectúan con objetos manipulables o reales*”, está afirmando que el niño no desarrolla un pensamiento abstracto al momento de razonar sobre algo que no ve, por tal motivo no puede dar una explicación acertada, esto radica el papel que juega la experiencia en esta etapa. A su vez, sus nociones, razonamientos e incluso sus discursos todavía no son formales, están sujetos a la manipulación, a lo que es real (para el niño). Por consiguiente, esta etapa del desarrollo cognitivo del niño es de gran relevancia para este trabajo de investigación dado al tipo de población a la que va dirigido.

Desde la perspectiva de Piaget, para el caso del estudio de los circuitos eléctricos es importante que el niño al observar, interactuar y manipular los elementos que componen dichos circuitos los asimile y agrupe en su pensamiento a manera de modelos de tal forma que le permitan explicar lo que está sucediendo a su alrededor. En este

sentido la aproximación a los conceptos de los circuitos eléctricos se ven reflejadas en los discursos que ellos expresan de acuerdo a la experiencia.

Periodo de las operaciones formales: La etapa de las operaciones formales se desenvuelve en la adolescencia comprendida entre los 11 o 12 años con una reconstrucción de la agrupación de estructuras realizada en las operaciones concretas por el niño con un nuevo pensamiento. Este nuevo pensamiento se da, puesto que el sujeto razona, reflexiona y elabora teorías que no necesariamente pueden tener relación con la realidad o creencias del mismo, es decir las explicaciones que da acerca del mundo que lo rodea son propias.

Se ha de notar que en las diferentes etapas o estadios del desarrollo intelectual del niño, se habla de las estructuras de conocimiento que para Piaget parten de algo previo y se caracterizan porque no son solo esquemas, sino una serie de conjuntos que constituyen una estructura que desde la lógica reflejan las capacidades intelectuales del niño, esto hace que los estadios se caractericen por tener un nivel de preparación y otro de equilibrio en su desarrollo.

3.3.1 ¿Cómo son las ideas de los niños al abordar el estudio de un fenómeno físico?

“Al momento de abordar algún fenómeno físico es claro que los estudiantes tienen sus propias concepciones acerca de ello, a pesar que algunas de ellas parezcan incoherentes para el docente. También los resultados experimentales pueden no concordar con lo que el docente explica” (Driver R, Guesne E y Tiberghien A, 1989).

Los docentes pretenden que los estudiantes comprendan el tema de estudio, pero para ello es necesario tener en cuenta las ideas o explicaciones iniciales que tienen los niños y niñas, puesto que ellos basan sus respuestas en su experiencia cotidiana y observación del contexto donde se encuentren, es decir elaboran representaciones que se tienden a comparar con situaciones o nociones que vivencian diariamente. Es necesario mirar en detalle las características de estas ideas para poder como docente establecer alguna relación entre el conocimiento nuevo que se le ha de enseñar al niño con lo que él ya conoce según su experiencia. A continuación se presentan los diferentes tipos de ideas que emplean los niños:

3.3.1.1. Las ideas son personales

De un solo experimento de algún fenómeno físico los niños pueden hacer diferentes interpretaciones, puesto que cada uno lo ha observado, asimilado y estructurado a su modo. Estas ideas son influenciadas por la forma como el niño adquiere la información del suceso en cuestión, debido a que ellos interiorizan su experiencia y construyen su propio significado, estos significados e interpretaciones pueden ser compartidas con otros niños en contextos diferentes y con ciertas semejanzas.

3.3.1.2. Las ideas pueden ser incoherentes

Para el niño sus ideas, significados, representaciones no son incoherentes. Él no tiene un modelo o representación única de los diferentes fenómenos como lo puede tener el docente, debido a que él mismo puede mantener diferentes concepciones de dicho fenómeno haciendo uso de diferentes argumentos que llevan a conjeturas distintas a las que el docente está explicando.

3.3.1.3. Las ideas son estables

Como ya se ha hablado el niño tiene explicaciones iniciales sobre las cosas, estas desempeñan un papel propio en las experiencias de aprendizaje. Para (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989) *“lo que los niños son capaces de aprender depende en parte de lo que tienen en la cabeza así como el contexto en que se encuentra su proceso de enseñanza aprendizaje”*, es por eso que a pesar de que se les explique el fenómeno como tal ellos no modifican sus ideas o nociones que han concebido con anterioridad, su modelo de representación no es coherente según el docente con respecto al fenómeno de estudio, pero son igual de importantes.

3.3.2 Ideas con respecto al estudio de los circuitos eléctricos

El fenómeno eléctrico es un tema complejo tanto para adultos como para los niños, debido a su razonamiento con base a nociones abstractas que se encuentran inmersas en dicho fenómeno. Shipstone (1989) comenta que en el caso de los niños al pedirles que

razonen acerca de nociones como: Corriente, electricidad, diferencia de potencial y energía se presentan las siguientes situaciones:

1. Dificultades para distinguir los conceptos propios del tema: Esto se da porque los términos empleados (energía, corriente, fuerza, electricidad, carga) se conciben como sinónimos, es decir para el niño todos estos términos significan lo mismo. A pesar que ellos tienen algunas explicaciones iniciales o nociones acerca de gran parte de los términos ya descritos.
2. Los niños en grupo crean diversos modelos conceptuales con los cuales creen entender los fenómenos que han de estudiar, estos modelos a medida que se va desarrollando su pensamiento cognitivo es difícil cambiarlo.

Por lo anterior se considera relevante para este trabajo de investigación tratar algunos aspectos acerca de la electricidad básica en circuitos de corriente continua como lo realizó David Shipstone (1989) donde enfatiza que para producir procesos continuos se debe disponer de un circuito completo, es decir contruidos con pilas, interruptores, bombillo o motor y cables, al igual que para facilitar la comprensión en los niños de estos fenómenos es necesario recurrir a los experimentos. Diversos investigadores han examinado lo que creen los niños con relación a la electricidad antes de entrar al colegio con base en un experimento donde los estudiantes de edades comprendidas entre los 8 y 12 años trataron de encender una lámpara desenchufada con una pila y unos cables de conexión, pero no lo lograron. Con esto, las investigaciones ponen en evidencia que muchos estudiantes de los últimos cursos de secundaria han realizado el mismo experimento obteniendo los mismos resultados, observando la bombilla como un canal donde pasa la corriente.

Es por esta razón que Vargas y Maldonado (2011), consideran importante *“captar el interés de los estudiantes de primaria acercándolos con la experiencia, ya que a la edad de 7 a 12 años se encuentran en la etapa de las operaciones concretas de acuerdo a los estadios de Piaget previamente enunciados el niños es capaz de establecer relaciones y utilizar símbolos para representar objetos concretos de acuerdo con su pensamiento lógico”*. De tal manera que lo más adecuado para trabajar con los niños de primaria es con material u objetos que ellos puedan manipular dependiendo la etapa de desarrollo en que se encuentren, esto permite dar una clara demostración y especificidad

de la temática a presentar contando a su vez con un buen soporte físico para que los estudiantes entiendan lo que se les está explicando.

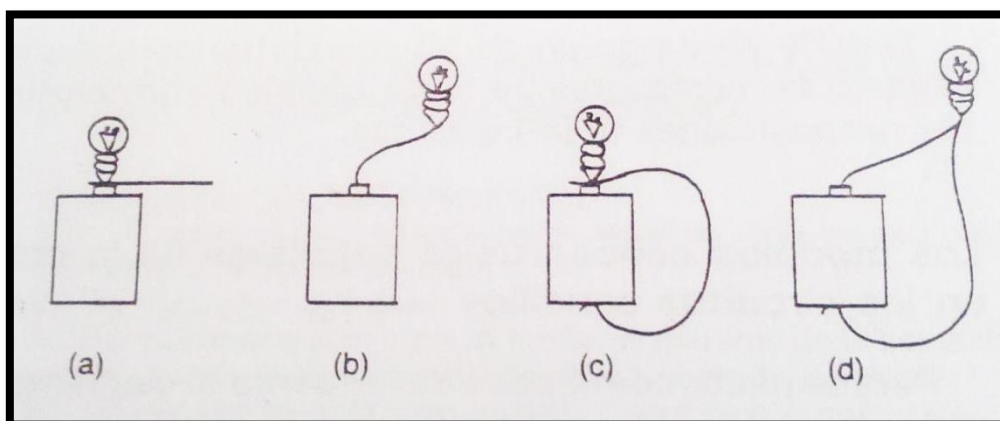


Figura 4: Ejemplos de circuitos que evidencian el modelo fuente-consumidor que conciben los niños, tomado del libro: "Ideas científicas en la infancia y adolescencia", Shipstone, D (1989).

No obstante, Shipstone (1989) afirma que las ideas propias o modelo (ver figura 4) que tienen los niños antes de la enseñanza formal consisten en que existe una fuente (pila) y un elemento consumidor (bombillo o motor); la pila es el elemento energético, mientras que el bombillo o motor es el elemento que recibe o consume lo que necesita de la pila. Durante las primeras etapas de la enseñanza formal con respecto a este tema, el concepto en que se enfatiza más es el de corriente eléctrica.

3.3.3 ¿Cuáles son los modelos conceptuales más utilizados por los niños con respecto a los circuitos eléctricos?

Para que los niños logren explicar lo que conciben como circuito eléctrico lo hacen por medio de modelos o representaciones que surgen como ya se ha dicho de la observación y experiencia cotidiana del contexto en que se encuentren inmersos. A continuación se presentarán los resultados del experimento (pila-lámpara) que expone (Shipstone, 1989) con niños de educación formal con edades comprendidas entre los 8 y 12 años, de igual modo una breve descripción de cada uno de ellos:

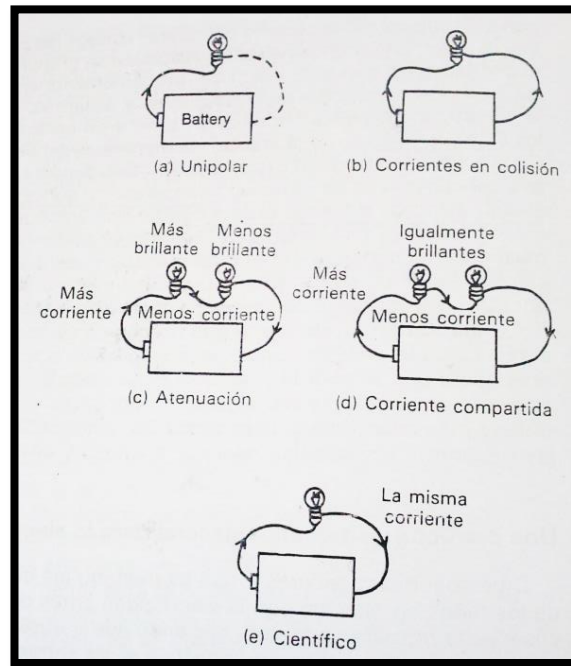


Figura 5: Modelos infantiles de la corriente en circuitos sencillos, tomado del libro: "Ideas científicas en la infancia y adolescencia", Shipstone, D (1989).

3.3.3.1 Modelo Unipolar (Figura 5a)

En este modelo algunos estudiantes piensan que solo se considera activo una terminal de la pila y solo es necesario un cable. Mientras que otros consideran el empleo de otro cable por seguridad o como ayuda para que se encendiera el bombillo.

3.3.3.2 Modelo de choque de corrientes o corrientes en colisión (figura 5b)

Se utilizan ambos terminales de la pila para que fluya la corriente hasta la bombilla; el nombre del modelo se debe a la explicación que dio un estudiante cuando la lámpara se encendía, dijo: "*dos cosas que chocan sueltan una corriente eléctrica*". Este modelo representa un intento claro de la necesidad del segundo cable para completar el circuito.

3.3.3.3 Modelo de atenuación (figura 5c)

La corriente fluye por una sola dirección, sale por un extremo de la pila llega al bombillo donde parte de esta es consumida por la bombilla y regresa a la pila con menos corriente.

3.3.3.4 Modelo de participación o de corriente compartida y científico (figura 5d y 5e)

Cuando hay un circuito en serie, es decir que está compuesto por varios elementos la corriente es la misma y compartida por todos. Pero en la figura 5d se considera que la corriente no se conserva, también se encontraron algunos niños que aceptaban el modelo científico figura 5e donde consideraban que la corriente iba en un sentido dentro del circuito y se conservaba.

De acuerdo con las diferentes experiencias realizadas se puede evidenciar que algunos de estos modelos son aún empleados por nuestros estudiantes (Anexo 6) en el aula. Por consiguiente, al construir un circuito eléctrico con varios elementos eléctricos un estudiante puede lograr interpretar la corriente eléctrica como una circulación de carga que se mueve. Pero ese movimiento lo hace por medio de un material conductor y se manifiesta en los resultados de los diferentes aparatos que empleamos en nuestra cotidianidad (Vargas & Maldonado, 2011).

3.4 Aspectos pedagógicos que facilitan el proceso de enseñanza en el niño.

Para este estudio se considera pertinente abordar tres aspectos pedagógicos: La narrativa (cuento), el papel de la pregunta como herramienta activa del pensamiento y la experiencia para fortalecer la comprensión de los diferentes fenómenos físicos. (Castro y Ramírez, 2009) proponen que:

“Las estrategias pedagógicas diseñadas por el docente de ciencias naturales, requieren de espacios propicios para la indagación, creación y experimentación, pues

estos elementos le permiten al estudiante cuestionarse, reflexionar comprender y dar soluciones a cualquier problema”²

3.4.1 El papel de la pregunta como herramienta activa del pensamiento

“Una educación de preguntas es la única educación creativa y apta para estimular la capacidad humana para asombrarse, de responder a su asombro y resolver sus verdaderos problemas esenciales, existenciales. Es el propio conocimiento.”

(Paulo Freire, 1985)

Este primer aspecto es esencial para la construcción del conocimiento y proceso de enseñanza en todo ser humano; puesto que le permite reflexionar, criticar, opinar, analizar, en especial el poder de explicar situaciones o fenómenos que hacen parte de su entorno natural, se encuentra vinculada a la curiosidad, el cuestionamiento que se hace el hombre de lo que lo rodea y al diálogo con otras personas.

En este orden de ideas es importante como docentes al momento de formular la pregunta tener en cuenta la creatividad, propiedad conceptual que se tenga del tema a estudiar y el lenguaje que sea adecuado y fácil para su comprensión forjando así en el estudiante la construcción de su propio conocimiento.

3.4.2 La experiencia como fortaleza en el proceso de enseñanza

“Se considera que la experimentación es necesaria para que los niños construyan conocimiento...” Carmen del Hoyo³ (2001)

La actividad científica ha centrado su atención en empalmar las representaciones de los diferentes fenómenos físicos naturales con la explicación de los mismos por parte de los estudiantes. Así como hay fenómenos que son observables por el hombre existen otros que son meramente manifestaciones de la naturaleza y que permiten explicaciones

² Tesis de pregrado: La escuela en movimiento: una propuesta didáctica para el estudio de conceptos físicos implicados en un sismo. Universidad Pedagógica Nacional.

³ Profesora titular de la Escuela Universitaria de didáctica de las ciencias experimentales. Universidad Autónoma de Madrid

a situaciones que no se pueden percibir, es decir son abstractas, tal es el caso de la corriente eléctrica, la cual no es observable pero si se hace evidente lo que produce.

La experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje juega un papel importante, puesto que gracias a ella el niño puede interiorizar para luego explicar cómo entiende el mundo que lo rodea. Según Amengual (2007) es “*el conocimiento de lo dado sensiblemente*”, es decir que el conocimiento se adquiere cuando se interactúa por medio de los sentidos con determinado objeto o fenómeno natural. En este sentido, se hace sumamente importante al abordar el estudio de los circuitos eléctricos con los niños permitiendo que intervengan con cada uno de sus componentes y logren una aproximación a las nociones básicas de los mismos.

Por tal razón es indispensable plantear situaciones experimentales con una orientación adecuada en el aula a los estudiantes para que puedan construir y concebir el conocimiento científico. En este sentido según (Castro y Ramírez, 2009) “*el docente debe contemplar la realización de experimentos, para reproducir fenómenos en clase y posibilitar al mismo tiempo un andamiaje metodológico y conceptual en procura de la construcción de conocimiento científico en el aula*”, esto quiere decir que se hace necesario llevar al aula de clase experimentos que contribuyan al mejoramiento y comprensión del estudiante al estudiar determinado fenómeno físico.

3.4.3 Importancia de la narrativa en el proceso de enseñanza

“La narrativa es un esquema a través del cual los seres humanos brindan sentido a su experiencia y a su actividad personal”

(José Luis Mesa⁴, 2009)

La narrativa está presente en la vida de todo ser humano de una forma discursiva, es decir su comprensión se hace a partir del discurso y su relación con el lenguaje. Se hace necesario el uso del lenguaje para describir, expresar o representar algo en un momento determinado, existiendo una persona que narra (emisor) y otra que recibe e interpreta lo dicho por el emisor (interprete).

⁴ Profesor Titular de Universidad. Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Ciencia y Tecnología/ZTF. Universidad del País Vasco/EHU.

Al igual que la pregunta en la enseñanza, las narrativas permiten el reconocimiento, identidad, empatía con el otro y con un entorno compartido. También proporcionan explicaciones a diferentes situaciones o problemáticas del ser humano y que sus diferentes experiencias cobren sentido, tengan una finalidad.

En este sentido, se considera importante el uso del cuento en el proceso de la enseñanza–aprendizaje en la escuela, en especial Educación Básica Primaria, siendo este una representación de las narrativas más comunes y empleadas para captar el interés del estudiante hacia el tema de estudio o simplemente aproximarle a cierta noción o concepto.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

4.1 Tipo de Investigación

Como ya se ha expresado, la presente propuesta de investigación tiene como objetivo general: “Realizar un estudio que permita identificar las implicaciones disciplinares y didácticas que conllevan la aproximación conceptual a los circuitos eléctricos en el grado quinto”.

Para poder alcanzar dicho objetivo se plantearon cuatro objetivos específicos que son la ruta metodológica. Se consideró pertinente para esta propuesta un tipo de investigación que le permita al docente de ciencias naturales indagar, reflexionar y analizar acerca de su práctica en el aula con sus estudiantes. Es por ello que se estima conveniente la investigación-acción, dado que se ajusta al planteamiento del problema y ofrece las herramientas necesarias para determinar dichas implicaciones.

De acuerdo con lo anterior, (Bausela, s/a) afirma que la investigación- acción considera la enseñanza como una práctica investigadora basada en que la teoría se desarrolla a través de la experiencia y se puede modificar mediante nuevas acciones, es decir el docente investigador propone diferentes experiencias acerca de algún fenómeno de estudio para con sus estudiantes, observa, recoge la información obtenida de dicha experiencia, la analiza, reflexiona, interpreta y establece nuevas experiencias que lo lleven a mejorar. Lo primordial en la investigación-acción es el análisis reflexivo que debe haber por parte del docente acerca de su trabajo en el aula de clases para establecer así mismo mejoras tanto para él como para sus estudiantes.

4.2 Descripción de la Población

Esta propuesta de investigación se implementó a un grupo de 37 niños entre 10 y 11 años de edad del grado quinto de primaria, del Instituto Americano del Norte. El colegio se encuentra ubicado en el Barrio San Antonio de La Localidad de Usaqué. Esta institución educativa cuenta con un maestro para el grado quinto, quien es el que acompaña los procesos académicos de todas las áreas, su formación profesional es de

Licenciado en Matemáticas. Como característica general, los niños se muestran curiosos e inquietos por las actividades que se desarrollan dentro del aula. Para conocer algunos factores socioeconómicos de los niños se aplicó un instrumento de recolección, encuesta, (Anexo 6) donde se encontró: 1) Los niños que estudian en este plantel educativo viven en barrios aledaños de estrato tres. 2) En su mayoría el núcleo familiar está compuesto por: Papá, mamá, hermanos y abuelos, 3) Gran parte de ellos hacen tareas solos, debido permanecen la mayor parte del tiempo con los abuelos o cuidadores, una minoría solo tienen la ayuda de la mamá. 4). Los padres tienen trabajos formales, es decir son empleados de empresas privadas o públicas, comerciantes, enfermeras. etc.,

Cuando se interrogó por su conocimiento sobre la Física, la gran mayoría manifestó no haber escuchado nada sobre la asignatura. Los pocos estudiantes que respondieron afirmativamente, la asocian con las matemáticas, con materias que se abordan en los grados superiores. No se evidenció ninguna relación con el mundo natural y la explicación de fenómenos que se dan en la cotidianidad.

4.3 Descripción de la Propuesta de Investigación

Para alcanzar el objetivo de este estudio se planteó una estrategia de aula, 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.

Dichos momentos se denominaron: ¿Cómo puedo cargar un cuerpo?, ¿Qué propiedad tiene este material?, y por último ¿Qué puedo hacer con estos elementos?. En el primer momento se inició con la lectura un cuento, se realizó una experiencia con el fin de indagar acerca de las ideas que tienen los estudiantes acerca del concepto de carga eléctrica, se desarrolló la guía de trabajo No. 1 (anexo 2) en su totalidad, y por último se realizó la experiencia 2 donde los estudiantes interactuaron con el Electroscopio.

En el segundo momento se continuó con la lectura del cuento, se entregó por grupo una bolsa con unos elementos (pila, bombillo, cables, interruptor, motor y timbre) que

los niños observaron y utilizaron para realizar la experiencia 3; para la experiencia 4 se hizo uso de diversos materiales para identificar y caracterizarlos en materiales conductores y no conductores; Finalmente en el tercer momento se llevaron a cabo dos experiencias para identificar la importancia y función de cada uno de los elementos de un circuito. En la siguiente tabla se especifican las actividades que se realizaron en cada uno de los momentos:

“Descubriendo el mundo de los Circuitos Eléctricos”

Tabla 1. Síntesis de la Estrategia Didáctica en el aula

Momento	Finalidad	Actividades
<i>¿Cómo puedo cargar un cuerpo?</i>	Aproximar a los estudiantes a la historia de la electricidad.	Se proyecta la primera parte del cuento “ <i>Las aventuras de Camila y Andrés por el mundo de los circuitos eléctricos</i> ” (Anexo 1)
	Indagar acerca de las ideas que tienen los estudiantes sobre el “poder de atracción” que tienen los objetos.	Siguiendo la secuencia del cuento (Parte 1- diapositiva 1 a la 9) se realizó la experiencia 1, y se realizó la primera Guía de Trabajo No. 1 (Anexo 2).
	Realizar una experiencia que permita reconocer el comportamiento de las cargas eléctricas.	Se llevo a cabo la actividad 2 con el Electroscopio.
<i>¿Qué propiedad tiene este material?</i>	Clasificar los materiales de acuerdo con su capacidad para permitir el paso de la corriente eléctrica.	Se presenta la segunda parte del cuento (Parte 2 diapositivas 10 a la 12) y se realiza la experiencia 3,4 y 5 De acuerdo con estas experiencias, los niños realizan las actividades correspondientes a la Guía de Trabajo No. 2 (Anexo 2).
<i>¿Qué puedo hacer con estos elementos?</i>	Identificar los componentes del circuito y su función dentro del mismo.	Se culmina la lectura del cuento (Parte 3 diapositivas 13 a la 17), se procede a realizar la experiencia 6 en donde los niños tienen que armar un circuito eléctrico con los elementos que hay dentro de la bolsa que se les entregó en el primer momento y por último contestan la Guía de trabajo No. 3 (anexo 2).

A continuación se describe el material diseñado: El cuento “*Las aventuras de Camila y Andrés por el mundo de los circuitos eléctricos*” es el hilo conductor de la estrategia didáctica, en el cual se enuncian diferentes aportes que se han hecho al estudio de la electricidad. En algunos momentos precisos del cuento los personajes de la historia le van indicando a los niños las actividades que deben ir realizando y les explican la guía de trabajo que debe desarrollar.

Guías de Trabajo: La propuesta consta de tres guías en las cuales se privilegia el papel de la pregunta, se propician espacios para que los estudiantes describan lo observado durante las experiencias realizadas.

Tabla 2: Descripción de las experiencias

<p>Experiencia 1: Bomba y confetis</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Infla la bomba 2. Frótala en tu cabello 3. Acerca la bomba a los confetis 4. Observa lo que ocurre 5. Registra la experiencia en la guía
<p>Experiencia 2: Interacción con el electroscopio</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observa el artefacto que está sobre el pupitre. 2. Toma los siguientes materiales: Trozo de madera, Cartón, piques, cuchara y bomba. 3. Acércalos a la parte superior del artefacto. 4. Describe lo observado. 5. Vuelve a tomar cada uno de los materiales, frótalo con un paño y vuelve a acercarlos al artefacto. 6. Registra lo observado con cada material nuevamente.
<p>Experiencia 3: Materiales conductores y no conductores</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toma la bolsa (kit 2) que te correspondió. 2. Saca todo de la bolsa y ponla encima del pupitre. 3. Coge el instrumento dentro de la bolsa. 4. Toma los cables que en sus extremos están pelados y ponlos encima de cada objeto (plastilina, clip, cuchara, borrador, lápiz). 5. Registra lo que observaste en la guía. 6. Coge de la bandeja que se encuentra encima de la mesa las siguientes soluciones: agua, agua-sal, agua-azúcar y zumo de limón.

	<ol style="list-style-type: none"> 7. Toma los cables que en sus extremos están pelados y ponlos encima de cada solución. 8. Observa lo que sucede y describe lo observado en la guía.
Experiencia 4: Cambio de material	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toma la bolsa (kit 2) que te correspondió. 2. Sacar todo de la bolsa y ponlos encima del pupitre. 3. Coge el instrumento dentro de la bolsa. 4. Retira uno de los cables del instrumento y en su lugar pon la lana. 5. Toma la lana y el cable que está pelado en uno de sus extremos al otro lado del instrumento y ponlos encima de cada objeto (plastilina, clip, cuchara, borrador, lápiz). 6. Registra lo que observaste en la guía. 7. Coge de la bandeja que se encuentra encima de la mesa las siguientes soluciones: agua, agua-sal, agua-azúcar y zumo de limón. 8. Toma la lana y el otro cable y ponlos encima de cada solución. 9. Describe lo observado en la guía.
Experiencia 5: Componentes del circuito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toma la bolsa (kit 3) 2. Observa e interactúa con cada uno de los elementos que hacen parte del kit. 3. Identifica el uso que les podrías dar y descríbelo en la guía.
Experiencia 6: Componentes y su funcionalidad en el circuito	<p>Toma la bolsa (Kit 4)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica cada uno de los elementos que hacen parte del kit. 2. De acuerdo a lo visto anteriormente intenta ordenar y conectar los elementos de tal manera que encienda el bombillo o el motor se mueva.

Nota: En todas las experiencias se ubicaron en grupos de la siguiente forma: 4 grupos de 3 niños y 12 grupos de 2 niños, para completar un total de 16 grupos.

Kit de trabajo: Se organizaron tres kits, con los materiales que le permitían al estudiante llevar a cabo las actividades experimentales propuestas.

Tabla 3: Información de los Kits de Trabajo

Kit de Trabajo 1	Bombas y confetis
Kit de Trabajo 2	Instrumento 1: 2 pilas 1.5 V, timbre, 2 cables y un porta pilas. Instrumento 2: 2 pilas 1.5 V, bombillo, cables y un porta pilas. Instrumento 3: 1 pila 9 V, motor, cables y un porta pilas. Instrumento (1, 2 o 3), un pedazo de plastilina, borrador, lápiz, un clip, una cuchara de metal y una tira de lana escolar.
Kit de Trabajo 3	Bolsa 1: un bombillo, dos pilas 1.5, 2 cables, interruptor, un bombillo led. Bolsa 2: un motor, una pila 1.5 V, 2 cables, interruptor, un bombillo led. Bolsa 3: un timbre, una pila de 9 V, 2 cables, interruptor, un bombillo led.
Kit de Trabajo 4	Bolsa 1: un motor, 3 cables, una pila de 9 V, un interruptor. Bolsa 2: un bombillo, 3 cables, dos pilas de 1.5 V, un interruptor. Nota: cinta aislante por si algún grupo necesitaba.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo general de este trabajo de investigación: Realizar un estudio que permita identificar las implicaciones disciplinares y didácticas que conllevan la aproximación a los conceptos fundamentales de los circuitos eléctricos en el grado quinto; se diseñó e implementó la estrategia didáctica titulada “*Descubriendo el mundo de los Circuitos Eléctricos*” (Ver Capítulo III). La información obtenida de la implementación se organizó y sistematizó teniendo en cuenta dos categorías: Los Factores asociados a la disciplina y los factores asociados a la didáctica.

Dentro de los factores asociados a la disciplina se tuvieron en cuenta: Aproximación a la noción de carga eléctrica, existencia de la carga eléctrica, materiales que permiten el paso de la corriente eléctrica, componentes de un circuito y su funcionamiento. Y para los factores asociados a la didáctica están: El papel de la pregunta (guías de trabajo), la narrativa (cuento y discursos) y la importancia de la experiencia en los niños.

5.1 Momento Uno: *¿Cómo puedo cargar un cuerpo?*

5.1.1 Factores Asociados a la Disciplina:

Al iniciar el cuento se observó que los estudiantes no reconocieron el nombre de algunos de los personajes que han trabajado sobre el concepto de carga eléctrica, esto se manifestó en las preguntas y afirmaciones que realizaron durante esta actividad. Preguntas como: ¿Quién era ese señor?, ¿Cuántos años tiene?, ¿Por qué tiene ese nombre tan raro?, entre otras.

Se encontró que la mayoría de los niños en la experiencia 1 con los confetis y la bomba, identifican el poder de atracción como propiedad de algunos cuerpos (carga), por lo cual cuando al frotar la bomba con diversos materiales los confetis se pegaron a ella. Las respuestas fueron más comunes fueron; E3: “La bomba se llena de confetis”, E5, E9, E13, E15, E16, E17: “El confetis se pegó a la bomba”, E27: “El confetis se levanta hacia la bomba”. Otros estudiantes asociaron el fenómeno con el magnetismo, en particular a los imanes, por ejemplo E4: “Al acercar la bomba al confetis este se

pegó a la bomba porque se hizo electricidad”, E6: “El confetis se pegaba a la bomba como un imán”, E7: “Se generó una electricidad que atrajo todo el confeti y parecía un imán” y E14: “El confetis se levantó como un imán al metal”.

Con respecto a la experiencia 2 con el electroscopio, se observó que los niños evidenciaron el efecto que tenían las láminas al acercar o retirar la bomba previamente cargada por el cabello o paño. Pero al indagar acerca del fenómeno se encontró que los estudiante se limitan a describir lo ocurrido, mas no dan explicaciones del fenómeno ya que respondieron: E1: “Hicimos con algunos elementos pasó algo y con otros no”, E3: “Con la lámina le pusieron cartón, madera, cuchara y pique, ninguno de eso funcionó y le pusimos una bomba y hay si se movió”, E4: “Con la bomba empezaron a moverse”, E7: “al acercarlos se puede observar que las láminas se mueven y se separan”, E12: “Nada, con la caja, la madera, la cuchara y la piques no sucedió nada”.

5.1.2 Factores Asociados a la Didáctica:

En esta primera parte al iniciar la lectura del cuento, se evidenció que los estudiantes centraron su atención en él, se observaron muy motivados e interesados por lo que iba a suceder, tanto así que seguían la lectura con bastante atención, (ya que esta se proyectó en diapositivas).

La experiencia uno llamó la atención de los niños, realizan la actividad siguiendo las instrucciones que se dan en el cuento, acercan varias veces las bombas a los confetis y se dio un nivel de competencia entre ellos, es decir, juegan al que logre recoger más confetis con la bomba, sin pensar porque se da el fenómeno. Las condiciones del espacio físico, tales como: salón muy pequeño para el grupo de estudiantes, los pupitres debían ser ubicados pegados uno del otro para que se pudiera pasar, esto hace que los niños se dispersen con facilidad. Galería de fotos (Anexo 5).

En la experiencia dos, los estudiantes sintieron curiosidad por conocer el artefacto que se llevo a clase, se reunieron por grupos y observaron en detalle el electroscopio. Cuando acercaban los materiales que hacían “funcionar” el electroscopio, mostraban su asombro y lograban identificar los elementos cargados. Algunos grupos al ver que no ocurría ningún efecto en las láminas, mostraron su frustración y perdieron el interés de

continuar la experiencia con el electroscopio. Estos grupos no lograron identificar que esto se dependía de las cargas asociadas al cuerpo.

Síntesis:

Inicialmente se evidencia que posiblemente los niños no reconocen los personajes que aparecen en el cuento por desconocimiento, debido a que en la edad escolar en que se encuentran no han sido trabajados en el aula ni en sus contextos familiares. Posiblemente esto se debe a que los estudiantes en su proceso de enseñanza formal no han tenido un acercamiento con la historia de la ciencia y mucho menos con personajes relacionados con la física.

Por otra parte, se evidencia la dificultad que tienen los niños para explicar el concepto de carga eléctrica, debido a que este no hace parte de la experiencia sensible tal como lo encontró Shipstone cuando afirman que *“cuando los niños estudian los fenómenos eléctricos, al pedirles que razonen según nociones abstractas (corriente, carga, energía, electricidad), surgen dos consecuencias: 1. Presentan dificultades para distinguir los conceptos, es decir frecuentemente se observa que se emplean como sinónimos, y 2. Los niños crean modelos conceptuales, los cuales según ellos “entienden” los fenómenos con los que se encuentran”*. Respecto a esto Sastoque manifiesta que se debe tener en cuenta la manera como el estudiante concibe en su mente estos conceptos, por tal motivo considera que para poder contextualizar algún concepto el estudiante debe vincular este con los modelos conceptuales con que los representa y explica.

En cuanto a las preguntas orientadoras de la guía de trabajo deben construirse de tal manera que lleven al estudiante a reflexionar sobre el fenómeno observado. Las preguntas que se establecieron dentro del material lograron una mínima parte aproximar al estudiante a la temática de acuerdo a su etapa de desarrollo haciendo que el estudiante le diera respuesta a la luz de lo observado.

El estudiante tiende a explicar lo que ve a partir de lo que ya conoce, y a reproducir los discursos que ha escuchado en los diversos escenarios. Es común encontrar que utilizan palabras como energía, circuito, electrones y magnetismo sin distinción.

5.2 Momento Dos: *¿Qué propiedad tiene este material?*

5.2.1 Factores Asociados con la disciplina:

Los niños manifestaron en su mayoría cuando se les preguntó *si habían visto estos elementos y ¿en dónde?* Que desconocían los materiales que estaban dentro de la bolsa (Kits 3). Una minoría respondieron que si los habían visto en la casa, en los juguetes, en el salón y fuera de la casa, como se muestra a continuación: E7: “Si, bombillo el hermano tenía uno, las baterías en los juguetes y los cables en muchas cosas”, E15: “Si, en la casa y almacenes” y E28: “Si, la bombilla en la casa y salón, la pila en un juguete y el cable en electrodomésticos”.

Con respecto a la última pregunta: *Observa las imágenes, escribe el nombre de cada uno y ¿en qué podrías utilizarlo?*, se encontró que a pesar que la mayoría de estudiantes reconocer algunos de los elementos entregados en el kit 3. Pero no relacionan ni explican el uso o la función que cumple cada uno de ellos, tal es el caso de: E2: “Reconoce 7 de 10 elementos. Con respecto a su utilidad: "el bombillo nos sirve para dar luz; las pilas nos sirven para hacer cosas", E7: “Reconoce 9 de 10 elementos y su utilidad. Bombillos iluminar, baterías para poder funcionar algo, interruptor encender luz”, E28: “Reconoce 4 de 10 elementos, la utilidad del bombillo es para generar energía, las pilas para hacer funcionar algo, el interruptor para encender la bombilla” y E34: “Reconoce 4 de 10 elementos, la utilidad del bombillo es para generar energía, las pilas para hacer funcionar algo, el interruptor para encender la bombilla”.

Todos excepto un estudiante manifestaron comprender conceptualmente los términos al preguntarles *¿qué entiendes por material conductor y no conductor?*, tal como se evidenció en los discursos: “Material conductor es el que deja pasar la corriente y Material no conductor es el que no deja pasar la corriente”.

Los estudiantes logran reconocer una de las propiedades de los elementos conductores que es la de conducir la corriente eléctrica, por lo tanto identificaron las diferencias entre el cable y la lana. A los cables se les asocia con palabras como energía, corriente, electricidad. Con respecto a las soluciones en especial agua-sal, los

estudiantes se sorprendieron cuando al introducir los cables dentro del agua, se observó que salían burbujas, de esta experiencia un grupo emitió la siguiente afirmación: “Salen burbujas porque el agua con la sal son materiales conductores”.

Fueron muy pocos los niños que identificaron que esta también era una solución conductora, manifestándose en sus respuestas. Atribuían esta propiedad solo a los materiales metálicos, afirmando que solo la cuchara, el clip y el cable podrían conducir la corriente eléctrica.

Se identificó que los estudiantes en su gran mayoría reconocen los materiales metálicos como buenos conductores como lo expresan las respuestas: E1: “La lana porque no es un instrumento de corriente”, E3: “La lana no tiene electricidad”, E8: “La lana porque no era metálica no funcionó” y E20: “La lana porque no es conductora de electricidad”. Los estudiantes asociaron bien el término de conductor a los materiales metálicos y establecieron la diferencia entre el cable y la lana como se manifiesta en lo que respondieron: E6: “La lana no es material conductor”, E7: “El otro cable no permite el paso de la corriente cuando está con la lana porque esta no es conductora”, y por último otra parte asocio la conducción con los metales, evidenciándose lo siguiente: E8: “La lana porque no era metálica no funcionó”, E32: “La lana porque no tiene metal”.

5.2.2 Factores Asociados con la Estrategia Didáctica:

A pesar que la experiencia 3 se realizó con diferentes materiales (plastilina, clip, borrador, lápiz, cuchara) y soluciones (agua, agua-sal, agua-azúcar y zumo de limón), no se evidenció el resultado esperado, ya que una mayoría de los niños hicieron lo solicitado por la docente y una vez terminaron lo que hicieron fue unir las puntas de los dos cables y ponerlas encima de dichos materiales y concluyendo que el lápiz es también un material conductor, esto se evidenció en sus explicaciones: E9: “Con el clip y el lápiz por los cables”, E18: “Cuando se unieron los dos cables, también con una cuchara, un clip, lápiz y agua sal”.

Síntesis:

Los elementos que componen el circuito eléctrico son en su mayoría desconocidos y por ende su funcionalidad, posiblemente por su falta de interacción con los mismos en su diario vivir, como lo plantea Sastoque cuando afirma que se le debe brindar al estudiante la oportunidad de manipular de una forma activa, es decir considerar al estudiante un sujeto activo mas no pasivo al momento de interactuar dichos elementos.

Al identificar y clasificar los materiales conductores y no conductores los niños establecen la diferencia uno del otro, permitiendo una breve aproximación al término de corriente eléctrica. Esto se da probablemente por las definiciones de cada una de las clases de materiales, los cuales permiten o no el paso de la corriente eléctrica. Como lo manifestó Shipstone cuando afirma que la corriente eléctrica al enseñarla probablemente se relaciona con los conceptos de materiales conductores y aislantes.

La construcción de la pregunta por parte del docente es fundamental, puesto que permite el fortalecimiento en la construcción del conocimiento y habilidades de pensamiento durante el proceso de enseñanza en el estudiante, permitiendo que este argumente por sí solo y pueda de este modo explicar los fenómenos que observa. Por consiguiente, es pertinente que el docente tenga un muy buen dominio del tema para evitar caer en concepciones equivocadas al momento de explicar el fenómeno físico que se esté estudiando.

5.3 Momento Tres: *¿Qué puedo hacer con estos elementos?*

5.3.1 Factores Asociados a la Disciplina:

Se realizó un ejercicio de retroalimentación con respecto a los elementos que compone un circuito eléctrico y su función, al indagar los niños no lograron explicar esta última en su totalidad tal como se evidenció: E22: “Pila: Conducir corriente, Motor: paso de la corriente, Interruptor: encienda el aparato, Bombillo: paso de la corriente, Cable: es el que transporta, Timbre: no contestó”, E26: “Pila: para tener energía, Motor ni interruptor ni timbre no contestó, Bombillo: ilumina la oscuridad, Cable: da energía”, E28: “Pila: da electricidad, Motor: paso de la corriente, Interruptor: da más electricidad,

Bombillo: alumbrar las partes más oscuras, Cable: para transmitir electricidad, Timbre: para una casa cuando entran personas” y E30 : “Pila: Forza la electricidad, Motor: permite que funcione un objeto, Interruptor: prender o apagar, Bombillo: alumbrar, Cable: Transmitir la energía, Timbre: Suena en la casa”.

Una minoría respondieron conforme a lo que estaba la actividad 2 de la guía de trabajo No 3 (anexo 2), esto fue evidente en las siguientes respuestas:

¿Para qué servirían los siguientes elementos dentro del circuito?
 Pila Genera corriente eléctrica.
 Motor permite ver el paso de la corriente.
 Interruptor controla el paso a la corriente.
 Bombillo que se pueda iluminar algún lugar y dejar ver el paso de la corriente.
 Cable conducir energía y electricidad.
 Timbre Genera sonido al paso de la corriente.

¿Para qué servirían los siguientes elementos dentro del circuito?
 Pila para darle electricidad.
 Motor el que nos permite que observemos el
 Interruptor paso de la corriente eléctrica.
 Bombillo para dar luz.
 Cable conducir la energía.
 Timbre se usa para despertar o para cuando llega una visita o timbra.

ACTIVIDAD 2
 Relaciona la columna A (objetos) con la columna B (función):

¿Para qué servirían los siguientes elementos dentro del circuito?
 Pila para que conduzca corriente.
 Motor permite el paso de la corriente eléctrica.
 Interruptor para que encienda el aparato.
 Bombillo nos permite observar el paso de la corriente.
 Cable ni por que es el que transporta.
 Timbre

❖ ¿Para qué servirían los siguientes elementos dentro del circuito?

Pila
Para que porze un poco la electricidad

Motor
Para que funcione un objeto

Interruptor
Para prender algún objeto, o apagar

Bombillo
Para alumbrar

Cable
Para transmitir la energía

Timbre
Para que suene en las casas

❖ ¿Para qué servirían los siguientes elementos dentro del circuito?

Pila
Genera corriente eléctrica.

Motor
Permite ver el paso de la corriente.

Interruptor
controla el paso a la corriente.

Bombillo
Que se pueda iluminar algún lugar y deja ver el paso de la corriente.

Cable
conducir energía y/o electricidad

Timbre
Genera sonido al paso de la corriente

E1: “Pila: genera corriente eléctrica, Motor: Permite ver el paso de la corriente, Interruptor: Controla el paso de la corriente, Bombillo: que se pueda iluminar algún lugar y deja ver el paso de la corriente., Cable: conducir energía y/o electricidad, Timbre: Genera sonido al paso de la corriente”, E7: “Pila: para generar energía (corriente eléctrica), Motor: Permite que podamos observar el paso de la corriente eléctrica, Interruptor: para encender o apagar, Bombillo: permite que podamos observar el paso de la corriente, Cable: por ellos pasa la corriente, Timbre: permite observar el paso de la corriente eléctrica”.

Otros los asociaron con lo que ellos observan en su diario vivir:

Elemento	Concepción
Pila	E3: “para que las cosas funcionen con electricidad”, E5: “ayuda a recargar cosas”, E9: “para la energía”, E10: “genera energía”, E27: “--”.
Motor	E3: “Para controlar la corriente”, E5: “Permite el paso de la corriente eléctrica”, E9: “sonar”, E10: “: Permite observar el

	paso de la corriente”, E27: “para carros”.
Interruptor	E3: “para colocar los cables”, E5: “Para prender y apagar cosas”, E9: “Para poner pilas”, E10: “controla paso de la energía”, E27: “para encender una moto”.
Bombillo	E3: “para tener una corriente eléctrica”, E5: “Para iluminar lo oscuro”, E9: “Luz”, E10: “: Para prender un cuarto o casa”, E27: “da luz”.
Cable	E3: “Crea una corriente eléctrica”, E5: “permite el paso de la corriente eléctrica”, E9: “conectar”, E10: “—“, E27: “para hacer cortos circuitos”.
Timbre	E3: “hace un sonido con la corriente”, E5: “para llamar en la escuela o emergencias”, E9: “alarma”, E10: “—“, E27: “para timbrar”.

En este último grupo se evidenció a profundidad las nociones conceptuales que tienen los niños cuando se han de referir a los elementos y su función:

Elementos	Concepciones
Pila	E12: “Generar y almacenar energía o electricidad”, E15: “sirve para que los cables sirvan”, E16: “genera energía”, E19: “da energía”, E31: “—“.
Motor	E12: “Hace Funcionar muchas cosas en la electricidad”, E15: “: sirve para que vibre”, E16: “Hace funcionar alguna cosa con electricidad”, E19: “se movía”, E31: “da energía”.
Interruptor	E12: “Conecta la pila con los cables”, E15: “para prender el bombillo”, E16:

	“Para que no se accione alguna cosa y funciona cuando queramos”, E19: “para prender algo”, E31: “enciende la energía”.
Bombillo	E12: “Da luz”, E15: “sirve para alumbrar”, E16: “para dar luz”, E19: “para dar luz”, E31: “se enciende la energía”.
Cable	E12: “Hacer circuitos”, E15: “para que funcionen los elementos”, E16: “Conectarlo a algo para que funcione con las pilas”, E19: “—”, E31: “conduce la energía”.
Timbre	E12: “Hacer simulacros o avisar a alguien”, E15: “para hacer un sonido”, E16: “genera sonido al paso de la corriente”, E19: “genera el paso de la corriente”, E31: “suena cuando le da energía”.

Se pudo observar que los niños enlazan en su mayoría la palabra circuito y circuito eléctrico con electricidad, chispa, energía y corriente, tal como se observó en sus discursos: E1: “Es una chispa que sale del cable”, E3: “Es una corriente”, E4: “Es una especie de cable que pasa la electricidad”, E6 E7: “electricidad”, E12: “Electricidad peligrosa”, E17: “deja pasar la corriente”, E20: “Es un circuito eléctrico” y E23: “una clase de electricidad”. Por su parte otro grupo se guio por la analogía con una pista de carreras que se presentó en el cuento y a la breve explicación que se realizó al respecto, la cual se observó así: E13: “Es un camino cerrado”, E14: “Es algo cerrado que no se puede romper por ninguna parte”, E18: “Pista que no tiene fin”, E21: “Pista de carreras”, E22: “Circuito de carreras” y E33: “Camino cerrado que se repite”.

Con relación a la pregunta ¿qué entienden por circuitos eléctricos? Que se les realizó al inicio de la implementación para conocer las nociones previas que tenían acerca del tema se evidenció: 1) la asociación del término con artefactos que observan a su alrededor particularmente con electrodomésticos como: televisores, celulares, radios,

microondas, etc., 2) Como un término empleado por los adultos para describir algunas situaciones, 3) Un término que han escuchado en otros espacios académicos.

Esto se afirma a partir de las siguientes respuestas: E1: “Son las partes que tienen los electrodomésticos por dentro”, E2: “El agua se convierte en energía por medio de una máquina y eso produce luz” y E3: “Cuando mi mamá quemó el computador ella dijo que eso había sido un circuito eléctrico”.

Con respecto a la concepción acerca de los circuitos eléctricos se les volvió a realizar la pregunta a los niños: ¿Qué entiendes por circuito eléctrico?, en esta parte se evidenció que a pesar de haberseles explicado continúan empleando términos de corriente eléctrica, electricidad y la energía como si significaran lo mismo, su definición al respecto persiste siendo la misma que la del circuito como se demuestra en los siguientes discursos: E1 y E2: “Permite el paso de la corriente eléctrica y energía”, E5: “Se necesita harta electricidad para formar el circuito”, E13: “Es el que deja pasar la corriente y es un camino cerrado que deja generar energía”, E14: “Es el que deja pasar la corriente y es un camino cerrado”, E15: “Es una energía que se genera” y E22: “transporta energía”. También se observó que muy pocos lo relacionaron con artefactos o lo que observan de su alrededor como en el momento uno, así se evidenció: E10: “Es un experimento”, E20: “Si ni existe el circuito no tendríamos luz”, E27: “son las baterías, cables e interruptor unidos” y E29: “Cuando ajustas las pilas con cinta, unes los cables con el interruptor y se enciende”.

5.3.2 Factores Asociados a la Estrategia Didáctica:

De los 16 grupos de estudiantes únicamente dos lograron estructurar el circuito de tal forma que el bombillo y el motor funcionaran, tal como se evidenció en la galería de fotos (anexo 5) y al indagar sobre los argumentos que utilizaron para unir los materiales de esta forma se encontró que: E1 “...puse una pila positiva y otra negativa junte los cables a las pilas”, E2: “A los lados del bombillo pusimos 2 cables, unimos las pilas y las pegamos con cinta, en el interruptor pusimos 2 cables y con los otros encima para que se prendiera el bombillo”. La gran mayoría demoraron mucho más para armarlo, debido a que no sabían dónde ubicar cada elemento ni como se conectaban entre sí, como se evidencia una parte en la galería de fotos (Anexo 5) y la otra a continuación:

E4 “Unimos las pilas con los cables y se prendió el bombillo”, E10 “Unimos las dos pilas negativa con positiva, se pegamos con cinta, se pusieron los cables con el interruptor y no prendió el bombillo”, E16 “Es hacer un triángulo con los cables” y E23 “Los cables permiten que el bombillo y la pila prendan”.

Síntesis:

Al indagar acerca de los elementos que componen el circuito eléctrico y su funcionalidad con lo explicado e interactuado previamente en clase, los estudiantes persisten en relacionar sus significados con su entorno natural en el contexto en que se encuentren, presentando con esto parte de dificultad al establecer un modelo o representación de un circuito eléctrico, tal como lo estableció Sastoque al reiterar que el razonamiento de los niños se hace a partir de sus experiencias con la vida cotidiana y los modelos conceptuales previamente arraigados y no cuestionados por parte del docente.

Por otra parte se encontró que los estudiantes continúan utilizando los conceptos (electricidad, energía y corriente) indistintamente es decir, los emplean para definir el término de circuito eléctrico. Shipstone afirma que gran parte de la terminología sobre electricidad básica se adquiere antes de la educación formal y los estudiantes lo entienden e interpretan de manera diferente haciéndose evidente al momento de armar y explicar el circuito eléctrico. Del mismo modo Sastoque considera que los niños e incluso estudiantes tanto de secundaria como universitarios no logran establecer las conexiones correctas para armar el circuito, conciben la pila como la fuente donde se encuentra almacenada (la corriente, electricidad, fuerza, energía, voltios), mientras que el bombillo es el que consume lo que necesita de la pila. Diseñando así sus propios modelos o representaciones conceptuales mediante los cuales entienden los diferentes fenómenos eléctricos que se encuentran en su entorno natural.

Debido a que el estudiante construye argumentos utilizando un lenguaje cotidiano, el cual en ciertas ocasiones tiende a utilizar términos de la ciencia para referirse a otros fenómenos. Por ejemplo en las preguntas: *¿Qué es un circuito?* y *¿Qué entienden por circuito eléctrico?*, los estudiantes lo relacionaron y pensaron que eran lo mismo al responder a la primera pregunta que “Es una especie de cable que pasa la electricidad” y a la segunda que “Es un camino cerrado”.

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. Shipstone ratifica que para que haya una mejor comprensión de los fenómenos eléctricos en los estudiantes, los docentes emplean en algunos casos los modelos analógicos, pero teniendo en cuenta las etapas del desarrollo del pensamiento dichas analogías no son útiles, puesto que para Piaget son niños que se encuentran en un periodo de operaciones concretas.

Lograr que los estudiantes se aproximen conceptualmente a los términos básicos que se emplean en los circuitos eléctricos, requiere de una secuencia de enseñanza que implique tiempo, cuyas actividades deben realizarse con un tiempo apropiado considerando las características de cada uno de los estudiantes. De acuerdo con lo evidenciado por Driver, Guesne y Tiberghien cuando reiteran que los niños al explicar algún fenómeno su razonamiento tiende a seguir una secuencia que puede depender del tiempo en la medida que el niño construya su conocimiento.

CONCLUSIONES

A partir del presente estudio de investigación consideramos que las implicaciones didácticas y disciplinares que conlleva el estudio de los circuitos eléctricos con estudiantes de grado quinto son:

Antes de realizar el abordaje disciplinar de un tema, es pertinente identificar los conceptos o nociones que debe manejar el estudiante; para el caso específico del tema de Circuitos se considera necesario realizar un trabajo previo sobre el concepto de energía, sus diferentes formas de manifestarse y transformaciones. De esta forma el estudiante puede incluir en sus esquemas conceptuales conocimientos sobre fenómenos más complejos que le van a permitir explicar los acontecimientos cotidianos, como el funcionamiento de los electrodomésticos.

Es importante no presentar al estudiante los conceptos físicos como definiciones, fórmulas o teorías acabadas, donde lo importante es repetir una definición teórica que no tiene discusión. Por el contrario, las temáticas se deben abordar reconociendo el trabajo en ciencias como el resultado de un largo proceso donde han participado diversos científicos o teóricos, a través del tiempo; incluir la historia en la enseñanza de la Física empleando diversos métodos de enseñanza (ej: cuento) -para nuestro caso de la Electricidad- permite no solo humanizar los contenidos, sino cambiar la percepción que tienen los estudiantes sobre la construcción del conocimiento científico.

En el proceso de enseñanza de la física es importante identificar los factores que favorecen el aprendizaje, pero a pesar que diseñen recursos, estrategias y/o propuestas didácticas coherentes con dichos procesos no son garantía que los resultados obtenidos cumplan los objetivos esperados. En ocasiones las temáticas abordadas no son pertinentes para el grado de escolaridad ni se adecuan a los estándares de educación del Ministerio de Educación Nacional (MEN), en nuestro caso para el grado quinto de primaria los estudiantes solo lograron trabajar e identificar las funciones de cada uno de los componentes de un circuito. Pero no llegan a comprender las diferencias de potencial, la corriente eléctrica entre otros temas disciplinares debido a su grado de complejidad y nivel de abstracción que se requiere.

Reafirmandose lo propuesto por Jean Piaget cuando afirma que los niños en esta etapa de operaciones concretas son capaces de establecer relaciones y utilizan modelos para representar objetos concretos de acuerdo con su pensamiento lógico, por esta razón los discursos no son formales y están sujetos a lo que ellos consideran que es real de acuerdo a lo que observan en la experiencia con su entorno.

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.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, J., Marcos, L., & Ferrero, F. (2007). *Introducción al análisis de los Circuitos Eléctricos*. Oviedo: Ediuno.
- Amanguel, G. (Número 15, 2007). El concepto de Experiencia: De kant a Hegel. *Redalyc - tópicos*, 5-30.
- Barra, A. (1993). La Ley de Ohm en la Electrotecnia Contemporánea. En A. Barra, *George Simon Ohm* (págs. 39-44). México D.F: Limusa Noriega Editores.
- Bausela, E. (s/a). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana de Educación*, (ISSN: 1681-5653).
- Castro, D., & Ramírez, M. (2009). *La escuela en movimiento: Una propuesta didáctica para el estudio de conceptos físicos implicados en un sismo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Dorf, R., & Svoboda, J. (2006). *Circuitos eléctricos (Sexta edición)*. México: Alfaomega.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1989). *Ideas Científicas en la Infancia y Adolescencia*. Madrid: Morata S.A.
- Feynman, R., & Leighton, R. (1998). *Electromagnetismo y Materia Volumen 2*. México: Addison Wesley Iberoamericana S.A.
- Gómez, M., Delgado, C., & Gómez, W. (1988). *Ingéniate 5° (Quinta edición)*. Bogotá: Voluntad.
- Ibarra, J. (1999). *Olimpiadas Ciencias 5*. Bogotá: Voluntad.
- Irwin, J. (1997). *Análisis Básico de Circuitos en Ingeniería*. Pearson Educación.
- Kip, A. (1972). *Fundamentos de Electricidad y Magnetismo*. México: McGraw-Hill.
- Macias, J. (2009). *Biociencias 5*. Bogotá: Voluntad.
- Ohanian, H., & Makert, J. (2009). *Física para Ingeniería y Ciencias (Tercera Edición)*. Mc Graw Hill.
- (2003). Electricidad y Magnetismo antes de 1820. En M. Pérez, & P. Varela, *Orígenes del Electromagnetismo* (págs. 21-27). España: Nivola.
- Piaget, J. (1983). *La Psicología de la Inteligencia*. Barcelona: Crítica.
- Piaget, J., Osterrieth, P., De Saussure, R., Tanner, J., Wallon, H., Zazzo, R., y otros. (1956). *Los estadios en la psicología del niño*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1998). Electricidad y Magnetismo. Los Circuitos Eléctricos. En J. Pozo, & M. Gómez, *Aprender y Enseñar Ciencias* (págs. 241-262). Madrid: Morata S.A.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1998). Enfoques para la Enseñanza de las Ciencias . En J. Pozo, & M. Gómez, *Aprender y Enseñar Ciencias* (págs. 265-308). Madrid: Morata S.A.

- Pro Bueno, A., & Rodríguez, J. (2010). Aprender Competencias en una Propuesta para la Enseñanza de los Circuitos Eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 385-404.
- Purcell, E. (1989). *Electricidad y Magnetismo, Berkeley Physics course vol 2*. Barcelona: Reverté S.A.
- Sastoque, B. (1987). *Conceptualizaciones Entorno a un Circuito Eléctrico Elemental de Estudiantes en Primeros Semestres de la Licenciatura de Física del Quindío*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sears, F. (1958). *Fundamentos de Física II- Electricidad y Magnetismo*. Madrid: Aguilar.
- Serway, R., & Jewett, J. (2009). Corriente y Resistencia. En R. Serway, & J. Jewett, *Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna Vol. 2* (págs. 752-755). México D.F: Cengage Learning Editores S.A.
- Shipstone, D. (1989). Electricidad en Circuitos Sencillos. En R. Driver, E. Guesne, & Tiberghien, *Ideas Científicas en la Infancia y Adolescencia* (págs. 62-88). Madrid: Morata S.A.
- (1972). La Obra del Siglo XVII en Electricidad. En R. Tatón, *Historia General de las Ciencias Vol. II- La Ciencia Moderna (De 1450 a 1800)* (págs. 381-382). Barcelona: Ediciones Destino.
- Tipler, P. (1993). *Física (Tercera Edición)*. Barcelona: Reverté S.A.
- Varela, P. (2003). Su Gran Aportación: La Electrodinámica. En M. Pérez, & P. Varela, *Orígenes del Electromagnetismo* (págs. 247-281). España: Nivola.
- Vargas, A., & Maldonado, D. (2011). *Prácticas experimentales en el aula de primaria: El caso de la electricidad y el magnetismo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

ANEXO 1: CUENTO
"LAS AVENTURAS DE CAMILA Y ANDRÉS POR EL MUNDO DE LOS
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

ANEXO 2: GUÍAS DE TRABAJO

ANEXO 3: TABLA DE SISTEMATIZACIÓN

ANEXO 4: GALERÍA MATERIAL DIDÁCTICO

ANEXO 5: GALERIA DE EXPERIENCIAS

**ANEXO 6: INSTRUMENTO
PARA CONTEXTUALIZAR LA POBLACIÓN**