



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 06 de noviembre de 2019

Señores

**CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN**

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

**Héctor Hernán Tijaro Cleves, con C.C. No. 1.075.222.493 y Daniela Fernanda Andrade Mora, con C.C. No. 1.075.280.986**, autores del trabajo de grado titulado **Enseñanza – Aprendizaje de Circuitos Eléctricos de Corriente Continua Mediante Resolución de Problemas**. Presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de **Licenciado / Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química Y Biología**; autorizamos al **CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN** de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

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

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Héctor Hernán Tijaro Cleves

Firma: Daniela fda Andrade M.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** *Enseñanza – Aprendizaje de Circuitos Eléctricos de Corriente Continua Mediante Resolución de Problemas.*

**AUTOR O AUTORES:**

Primer y Segundo Apellido	Primer y Segundo Nombre
Tíjaro Cleves	Héctor Hernán
Andrade Mora	Daniela Fernanda

**ASESOR DE LA TESIS:**

Primer y Segundo Apellido	Primer y Segundo Nombre
Marín Oviedo	Gonzalo

**CO - ASESORA:**

Primer y Segundo Apellido	Primer y Segundo Nombre
Cuellar López	Zully

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Licenciado / Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química Y Biología.

**FACULTAD:** Educación

**PROGRAMA O POSGRADO:** Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química Y Biología

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 179

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas  Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general  Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_

Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros

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

**MATERIAL ANEXO:**

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



**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

Español

1. Circuitos eléctricos
2. Resolución de problemas
3. Concepciones alternativas
4. Situaciones problema
5. Secuencia didáctica

Inglés

1. Electrical circuits
2. Problem resolution
3. Alternative conception
4. Problem situations
5. Didactic sequence

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Esta investigación tuvo como objetivo validar, en los estudiantes del grado once de la I.E Técnico Superior de Neiva, la competencia científica en cuanto a la construcción de significados sobre circuitos eléctricos de corriente continua, la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución, la obtención y análisis de los resultados, el trabajo en equipo y el rol del profesor, cuando utiliza la estrategia de enseñanza por resolución de problemas. Aporta en la didáctica de las ciencias, pues es natural que existan concepciones alternativas ingenuas cuando los estudiantes tratan de explicar el funcionamiento de los circuitos eléctricos, es muy usual que los profesores no las tengan en cuenta a la hora de planear sus clases. Se realizó un estudio de caso utilizando un método denominado etnográfico interaccional discursivo de carácter cualitativo, comprendiendo cuatro sesiones metodológicas: primero se caracterizó el grupo de estudiantes a partir de un cuestionario de concepciones alternativas; segundo, se diseñaron situaciones problémicas pertinentes y contextualizadas; la tercera etapa se aplicó lo diseñado; para luego en la sesión final validar el desarrollos adquiridos. Como resultado se obtuvo que muchas de las concepciones alternativas que poseen los estudiantes coinciden con las encontradas por otros autores; se diseñaron cuatro situaciones problemas ricas en contexto. Después de aplicar las situaciones problemas, se evidenció el desarrollo de conceptos, algunas habilidades procedimentales y actitudinales relacionadas con el trabajo en equipo. Finalmente, se concluye con algunas implicaciones y recomendaciones que deben conocer de acuerdo al análisis y discusión de los resultados obtenidos.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This research aimed to validate, in the eleventh grade students of the Higher Technical EI of Neiva, scientific competence regarding the construction of meanings on direct current electric circuits, the issuance of hypotheses, the planning of solution plans, Obtaining and analyzing the results, teamwork and the role of the teacher, when using the problem-solving teaching strategy. It contributes in the didactics of science, since it is natural that there are naive alternative conceptions when students try to explain the operation of electrical circuits, it is very common that teachers do not take them into account when planning their classes. A case study was carried out using a method called ethnographic interactional discourse of a qualitative nature, comprising four methodological sessions: the group of students was first characterized from a questionnaire of alternative conceptions; second, relevant and contextualized problem situations were designed; the third stage was applied as designed; then in the final session validate the acquired developments. As a result, it was obtained that many of the alternative conceptions that students possess coincide with those found by other authors; Four situations rich in context were designed. After applying the problem situations, the development of concepts, some procedural and attitudinal skills related to teamwork was evident. Finally, it concludes with some implications and recommendations that you should know according to the analysis and discussion of the results obtained.



**APROBACIÓN DE LA TESIS:**

Nombre Presidente Jurado: **PhD. Jhon Fredy Castañeda Gómez**

Firma:

**JHON FREDY CASTAÑEDA GÓMEZ**

Nombre Jurado: **Mg. Juan Manuel Perea Espitia**

Firma:

**JUAN MANUEL PEREA ESPITIA**

Nombre Jurado: **Mg. Nelson Enrique Hoyos**

Firma:

---

**Nelson Enrique Hoyos**



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**

---

**Licenciatura en Ciencias naturales: Física, Química y Biología**  
**Enseñanza - Aprendizaje de Circuitos Eléctricos de Corriente Continua**  
**Mediante Resolución de Problemas**

Que para obtener el grado de:

**Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología**

Presentan:

**Héctor Hernán Tijaro Cleves**

**Daniela Fernanda Andrade Mora**

Asesor:

**Gonzalo Marín Oviedo**

Co-asesor:

**Zully Cuellar López**

**Enseñanza - Aprendizaje de Circuitos Eléctricos de Corriente Continua  
Mediante Resolución de Problemas**

Por:

**Héctor Hernán Tijero Cleves**

**Daniela Fernanda Andrade Mora**

Aprobado por los Jurados:



**JUAN MANUEL PEREA ESPITIA**



---

**Nelson Enrique Hoyos**

**Neiva, 2019**

## Resumen

Esta investigación fue desarrollada por estudiantes de del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, y cuyo objetivo fue validar, en los estudiantes del grado once de la Institución Educativa Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo, la competencia científica en cuanto a la construcción de significados sobre circuitos eléctricos de corriente continua, la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución, la obtención y análisis de los resultados, el trabajo en equipo y el rol del profesor, cuando utiliza la estrategia de enseñanza por resolución de problemas.

Se realizó debido a que aporta en la didáctica de las ciencias, pues es natural que existan concepciones alternativas ingenuas cuando los estudiantes tratan de explicar, por ejemplo, cómo y por qué funcionan los circuitos eléctricos de corriente continua, y es muy usual que los profesores no las tengan en cuenta a la hora de planear sus clases, lo que obstaculiza la adquisición de competencias, habilidades y disposiciones en los estudiantes, aspectos necesarios para desarrollar un aprendizaje que se aproxime a los modelos científicos. Se cree que trabajar por resolución de problemas es una alternativa para contribuir a mitigar esta problemática, debido a que al trabajar bajo esta metodología se contribuye en mejorar y puede ser benéfica para el desarrollo de competencias, habilidades, capacidades y disposiciones.

Para cumplir con los objetivos propuestos en esta investigación, se trabajó mediante un estudio de caso bajo un método de investigación en las ciencias sociales denominado etnográfico interaccional discursivo de carácter cualitativo, donde se trabajó con un curso de estudiantes del grado once (con edades que oscilan entre los 14 a 18 años) de la Institución Educativa Técnico Superior, Angelino Vargas Perdomo, en Neiva-Huila, comprendiendo cuatro sesiones metodológicas, la primera correspondió a la caracterización del grupo de estudiantes a partir de un cuestionario de indagación de ideas previas, para reconocer las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto de circuito eléctrico de corriente continua; en la segunda fase, se diseñaron situaciones problémicas pertinentes y contextualizadas; posteriormente, en la tercera etapa se aplicó lo diseñado; para luego en la sesión final validar el desarrollo de la competencia científica en cuanto a la construcción de significados; procedimental, en cuanto a la

emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución y la obtención y análisis de los resultados, actitudinal en cuanto al trabajo en equipo y el rol del profesor.

Como resultado se obtuvo que muchas de las concepciones alternativas que poseen los estudiantes participantes coinciden con las encontradas por otros autores; se diseñaron cuatro situaciones problemas coherentes con las concepciones alternativas indagadas. Después de aplicar las situaciones problemas diseñadas, haciendo énfasis en la adecuada praxis por parte del profesor cuando se trabaja por resolución de problemas, se evidenció el desarrollo de conceptos, especialmente al momento de emitir hipótesis y analizar los resultados; tendencias como basarse en experiencias pasadas cuando se deben proponer rutas de solución a un problema, rutas que se van adaptando de acuerdo a su necesidad. También, los estudiantes generaron conclusiones donde articulan los resultados obtenidos y su análisis validando o refutando sus hipótesis. Por último, se concluye con algunas implicaciones y recomendaciones que deben conocer de acuerdo al análisis y discusión de los resultados obtenidos.

# Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>i</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del Problema</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Antecedentes</b> .....	<b>6</b>
2.1. Internacional .....	6
2.2. Nacional .....	8
2.3. Regional .....	10
<b>3. Justificación</b> .....	<b>12</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>15</b>
4.1. Marco Didáctico.....	15
4.1.1. ¿Qué se entiende por resolución de problemas?.....	15
4.1.2. Historia: La enseñanza mediante la resolución de problemas para el aprendizaje de las ciencias.....	16
4.1.3. Tipos de problemas. ....	18
4.1.1. ¿Cómo se debe trabajar por resolución de problemas?.....	19
4.1.5. ¿Qué se debe tener en cuenta en la resolución de problemas? .....	23
4.1.6. ¿Cómo se debe evaluar la resolución de problemas?.....	24
4.2. Marco Epistemológico .....	24
4.2.1. Reseña histórica y epistemológica del concepto de corriente eléctrica. ....	24
4.3. Marco Conceptual .....	30
4.3.1. Carga y fuerza eléctrica. ....	30
4.3.2. Campo eléctrico. ....	31
4.3.3. Energía potencial eléctrica. ....	36
4.3.4. Potencial eléctrico. ....	41
4.3.5. Diferencia de potencial eléctrico. ....	42
4.3.6. Corriente eléctrica. ....	43
4.3.7. Resistencia eléctrica.....	47
4.3.8. Potencia eléctrica. ....	48
4.3.9. Circuito eléctrico.....	49
<b>5. Objetivos</b> .....	<b>56</b>
5.1. Objetivo General .....	56
5.2. Objetivos Específicos.....	56
<b>6. Metodología</b> .....	<b>57</b>

6.1. Descripción de la Metodología .....	57
6.2. Participantes .....	58
6.3. Instrumentos de Recolección de Datos .....	59
6.4. Análisis de los Datos.....	65
6.5. Rigor de la Investigación .....	68
6.6. Procedimiento de la Investigación .....	70
<b>7. Resultados y Discusión .....</b>	<b>71</b>
7.1. Caracterización de las Ideas y Concepciones del Grupo de Participantes.....	71
7.1.1. Pregunta 1. ....	71
7.1.2. Pregunta 2. ....	71
7.1.3. Pregunta 3. ....	73
7.1.4. Pregunta 4. ....	75
7.1.5. Pregunta 5. ....	77
7.1.6. Pregunta 6. ....	79
7.1.7. Pregunta 7. ....	80
7.1.8. Pregunta 8. ....	81
7.1.9. Pregunta 9. ....	81
7.2. Situaciones problemas .....	82
7.2.1. Primera situación problema: Mitos y Leyendas.....	83
7.2.2. Segunda situación problema: La Corriente como Fluido. ....	84
7.2.3. Tercera situación problema: El Orden de los Factores Sí Altera el Producto. ....	85
7.2.4. Cuarta situación problema: Construyendo un Plan de Negocios.....	86
7.3. Diseño de la Acción Pedagógica para la Aplicación de las Situaciones Problema .....	86
7.3.1. Diseño de la acción pedagógica para la primera clase de aplicación. ....	87
7.3.2. Diseño de la acción pedagógica para la segunda clase de aplicación. ....	91
7.3.3. Diseño de la acción pedagógica para la tercera clase de aplicación. ....	93
7.3.4. Diseño de la Acción Pedagógica para la Cuarta clase de aplicación. ....	96
7.4. Sistematización de la información .....	99
7.4.1. Clase de aplicación No. 1. Situación problema: Mitos y Leyendas.....	100
7.4.2. Clase de Aplicación No. 2. Situación Problema: La Corriente como Fluido. ....	109
7.4.3. Clase de aplicación No. 3. Situación problema: El Orden de los factores Si Altera el Producto. ....	120
7.4.4. Clase de Aplicación No. 4. Situación Problema: Construyendo un Plan de Negocios. .....	134
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>146</b>

8.1. Acerca de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto de circuitos eléctricos de corriente continua .....	147
8.2. Acerca del diseño de las situaciones problemas ricas en contexto .....	147
8.3. Acerca del diseño de las secuencias de intervención didáctica .....	148
8.4. Acerca de la construcción de significados y el desarrollo de competencias.....	149
8.4.1. Competencia emisión de hipótesis.....	149
8.4.2. Competencia formulación plan de solución.....	151
8.4.3. Competencia obtención y análisis de los resultados .....	153
8.5. Acerca de la práctica docente .....	154
8.6. Acerca de la contribución de la resolución de problemas y el rol del profesor .....	155
8.7. Recomendaciones .....	157
<b>Referencias.....</b>	<b>158</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>167</b>
Anexo A. Tabla de Relación de estudiantes .....	167
Anexo B. Formato de Validación .....	168
Anexo C. Cuestionario Inicial.....	170
Anexo D. Cuestionario Final .....	174

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Antecedentes Internacionales.....	6
<b>Tabla 2.</b> Antecedentes Nacionales .....	8
<b>Tabla 3.</b> Antecedentes Regionales .....	10
<b>Tabla 4.</b> Secuencia de intervención didáctica para la aplicación de las situaciones problema....	21
<b>Tabla 5.</b> Preguntas del cuestionario final con su respectivo objetivo .....	61
<b>Tabla 6.</b> Zonas de perfil conceptual .....	66
<b>Tabla 7.</b> Categorías para el análisis de las actitudes en el trabajo en equipo.....	67
<b>Tabla 8.</b> Categorías para el análisis de los contenidos procedimentales.....	68
<b>Tabla 9.</b> Clases de abordaje comunicativo.....	70
<b>Tabla 10.</b> Diseño del plan de clase para la aplicación de la primer situación problema.....	87
<b>Tabla 11.</b> Diseño del plan de clase para la aplicación de la segunda situación problema .....	91
<b>Tabla 12.</b> Diseño del plan de clase para la aplicación de la tercera situación problema .....	94
<b>Tabla 13.</b> Diseño del plan de clase para la aplicación de la cuarta situación problema .....	97
<b>Tabla 14.</b> Mapa de eventos de la primera clase de aplicación: Mitos y leyendas.....	100
<b>Tabla 15.</b> Episodio A: Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	101
<b>Tabla 16.</b> Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	103
<b>Tabla 17.</b> Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	105
<b>Tabla 18.</b> Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	107
<b>Tabla 19.</b> Mapa de eventos de la segunda clase de aplicación: La corriente como fluido .....	109
<b>Tabla 20.</b> Episodio A: Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	110
<b>Tabla 21.</b> Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	113
<b>Tabla 22.</b> Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	115

<b>Tabla 23.</b> Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	118
<b>Tabla 24.</b> Mapa de eventos de la tercera clase de aplicación: El orden de los factores sí altera el producto .....	121
<b>Tabla 25.</b> Episodio A: Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	121
<b>Tabla 26.</b> Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	125
<b>Tabla 27.</b> Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	128
<b>Tabla 28.</b> Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	131
<b>Tabla 29.</b> Mapa de eventos de la cuarta clase de aplicación: Construyendo un plan de negocios .....	134
<b>Tabla 30.</b> Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	135
<b>Tabla 31.</b> Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	139
<b>Tabla 32.</b> Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula .....	141
<b>Tabla 33.</b> Zonas de perfil, clases de abordaje comunicativo y categorías de trabajo en equipo con el respectivo color asignado.....	149
<b>Tabla 34.</b> Dinámica de las zonas de perfil conceptual, abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, para la competencia emisión de hipótesis .....	150
<b>Tabla 35.</b> Dinámica de las zonas de perfil conceptual, abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, para la competencia plan de solución .....	151
<b>Tabla 36.</b> Dinámica de las zonas de perfil conceptual, abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, para la competencia obtención y análisis de los resultados .....	153

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Clasificación de los problemas.....	18
<b>Figura 2.</b> Secuencia didáctica utilizando el ABP.....	20
<b>Figura 3.</b> Modelo Unipolar .....	27
<b>Figura 4.</b> Modelo Concurrente.....	28
<b>Figura 5.</b> Modelo Atenuación .....	28
<b>Figura 6.</b> Modelo de Reparto .....	29
<b>Figura 7.</b> Fuerzas de Interacción según la Carga eléctrica. ....	30
<b>Figura 8.</b> Campo eléctrico.....	33
<b>Figura 9.</b> Electroscopio simple .....	34
<b>Figura 10.</b> Representación de las líneas de campo eléctrico.....	35
<b>Figura 11.</b> Relación entre fuerza y campo eléctrico sobre carga puntual. ....	35
<b>Figura 12.</b> Líneas de Campo para un Dipolo Eléctrico.....	36
<b>Figura 13.</b> Energía Potencial Gravitatoria .....	37
<b>Figura 14.</b> Campo Eléctrico Generado por Placas Paralelas .....	38
<b>Figura 15.</b> Energía Potencial Eléctrica. ....	39
<b>Figura 16.</b> Desplazamiento de una carga a lo largo de una línea radial .....	40
<b>Figura 17.</b> Trabajo para todas las trayectorias posibles entre a y b .....	41
<b>Figura 18.</b> Líneas Equipotenciales de una carga Puntual Positiva. ....	43
<b>Figura 19.</b> Valores de Resistividad y Conductividad para algunos Materiales .....	46
<b>Figura 20.</b> Campo eléctrico y corriente creado por la diferencia de potencial .....	47
<b>Figura 21.</b> Circuito eléctrico y sus componentes.....	50
<b>Figura 22.</b> Circuito en serie y paralelo.....	50
<b>Figura 23.</b> Circuito en Serie.....	51
<b>Figura 24.</b> Circuito en Paralelo .....	52
<b>Figura 25.</b> Circuito mixto. Combinación entre serie y paralelo.....	53
<b>Figura 26.</b> Etapas para reducir una combinación de resistores a un solo resistor equivalente y calcular la corriente en cada resistor .....	53
<b>Figura 27.</b> Corto Circuito.....	55
<b>Figura 28.</b> Número de estudiantes por especialidad técnica.....	58
<b>Figura 29.</b> Circuito eléctrico con bombillos conectados consecutivamente .....	83

<b>Figura 30.</b> Circuitos eléctricos con bombillos de diferente tamaño conectados consecutivamente .....	83
<b>Figura 31.</b> Referencia del brillo de los bombillos.....	84
<b>Figura 32.</b> Comparación utilizada por los físicos para explicar la corriente eléctrica.....	84
<b>Figura 33.</b> Conexión de dos bombillos en paralelo .....	85

## **Introducción**

El presente documento hace referencia al trabajo de investigación donde se utilizó la resolución de problemas con el fin de mejorar el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal a partir del concepto de circuitos eléctricos en un grupo de estudiantes del grado once de la Institución Educativa Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo de la ciudad de Neiva, por parte de los profesores en formación Héctor Hernán Tijero Cleves y Daniela Fernanda Andrade Mora, estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, como requisito para obtener el título profesional.

La intención del trabajo de investigación se debe a tres aspectos. El primero es que aporta en la didáctica de la ciencia porque establece propuestas de enseñanza-aprendizaje que pueden ser benéficas para el desarrollo de los conocimientos, habilidades, capacidades y disposiciones que son indispensables para la formación del ciudadano que toma decisiones responsable en su diario vivir; el segundo aspecto se debe a una problemática latente frente a la enseñanza del concepto de circuitos eléctrico en la Institución Educativa, ya que es un concepto que usualmente se enseña de forma parcial en el último periodo académico porque para esa época las diferentes actividades extracurriculares y de fin de año escolar limitan el tiempo; y el tercer aspecto es que no sólo debemos ver el aula como un espacio para enseñar y aprender, sino también para investigar.

Este trabajo, en el marco de un enfoque cualitativo etnográfico comprende cuatro sesiones metodológicas, la primera corresponde a la caracterización del grupo de estudiantes a partir de un cuestionario de indagación de concepciones alternativas, para reconocer las dificultades de aprendizaje conceptuales, procedimentales y actitudinales de los estudiantes sobre el concepto de circuito eléctrico, con el fin de diseñar en una segunda fase, situaciones problémicas que sean pertinentes y contextualizadas, permitiendo así mejorar el desarrollo del aprendizaje mencionado en los estudiantes; en una tercera fase se aplicó el diseño y simultáneamente se analizó el aprendizaje sobre el manejo de conceptos, la emisión de hipótesis, el diseño de un plan de solución a los problemas, el análisis de resultados y el desempeño grupal. Se tiene como hipótesis que este aprendizaje se mejora en lo conceptual, procedimental y actitudinal cuando se trabaja por resolución de problemas.

En este documento también se encuentran 10 ítems, en el primero está el planteamiento del problema, donde se describe y formula el problema de investigación; en el segundo se encuentran los antecedentes que son pertinentes para llevarla a cabo; en el tercero está la justificación por la cual se realizó la investigación; en el cuarto se encuentra el marco teórico donde se muestran los soportes teóricos del referente didáctico, epistemológico y conceptual; en el quinto se encuentra el objetivo general y los objetivos específicos; en el sexto está la descripción de la metodología empleada en la ejecución de esta investigación, además de las descripciones del grupo de participantes, instrumentos de recolección, análisis de los datos, rigor y procedimiento; en el séptimo se muestran los resultados y su discusión; en el octavo se encuentran las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo, por último están las referencias utilizadas y los anexos.

## 1. Planteamiento del Problema

Los ciudadanos que se desenvuelven exitosamente en este mundo moderno deben adquirir saberes, habilidades y capacidades para la solución de problemas a los que se enfrentan día a día, del mismo modo deben aprender a reflexionar sobre ellos y a tener disposición, para que puedan tomar decisiones responsables. Estas competencias no se aprenden por intuición, sino que deben desarrollarse intencionalmente durante la formación escolar.

Por esta razón, la escuela como institución debe promover espacios para que los estudiantes se enfrenten a problemáticas que se vinculen con su entorno, ya que así se puede garantizar la apropiación y el interés por buscar soluciones plausibles sin afectar a la sociedad y al ambiente. Para llevar a cabo esta utopía es necesario un cambio profundo en el rol del profesor, pues él se debe convertir en un facilitador en la construcción de significados y nuevas competencias en vez de convertirse, o mantenerse, como trasmisor de información, así como comúnmente se presenta en las escuelas con el enfoque de enseñanza tradicional. De acuerdo con Pozo & Gómez (1998), no quiere decir que dicho método, fundamentado en la transmisión de contenidos memorísticos, sea ineficiente para el aprendizaje de los estudiantes, lo que sucede es que su praxis sólo aporta en el saber, en la construcción y apropiamiento de significados, pero se queda corto para desarrollar habilidades, capacidades y disposiciones, es decir, competencias.

Es evidente que la problemática latente es buscar un método o estrategia de enseñanza que facilite no sólo la construcción de significados, sino el desarrollo de algunos procedimientos y actitudes, los cuales son algunos fines de la educación científica, siendo el rol del profesor uno de los factores que influye positivamente en dicha construcción y desarrollo. Generalmente, el rol del profesor lleva a un cierto tipo de interacción que lo hace particular y se ve favorecido a través de la experiencia (Mortimer & Scott, 2002). A partir de su experiencia y cuando se trabaja mediante la estrategia de resolución de problemas, el profesor se torna más consciente de lo que hace y dice en el aula (Mortimer & Scott, 2002). En este sentido, una de las mayores dificultades que puede experimentar un profesor en formación es no ser consciente de su práctica, pues usualmente se ve influenciada por algunas conductas que se aprende durante la formación académica, en otras palabras, enseñamos como nos han enseñado, y si este ejercicio ha sido tradicional, seguramente el rol del profesor tendrá estas conductas particulares, lo cual no favorece la construcción de significados y el desarrollo de competencias científicas.

Por otra parte, al enfocarnos en los significados y competencias científicas deseables para estudiantes, encontramos algunas dificultades. En cuanto a los significados que se llevan al aula se sabe que son constructos de su propia realidad, que son apropiados para explicar su mundo, por lo que estos significados no se caracterizan por el privilegio inherente de una forma de pensar sobre otras (Mortimer & Amaral, 2012) y están fuertemente vinculados con las concepciones alternativas de los estudiantes, las cuales surgen de experiencias sensoriales, culturales y escolares (Pozo & Gómez, 1998). Hay concepciones alternativas que muchos estudiantes expresan sobre el concepto de circuitos eléctricos de corriente continua y es necesario transformarlas a partir de la enseñanza. Según Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci (2003), “los estudiantes consideran que la corriente eléctrica es un fluido que sale del generador y circula por el circuito” (p. 175-202). Y como consecuencia, Pozo & Gómez (1998) plantean que dicho fluido material que se almacena y sale de las pilas, se debe consumir en una bombilla, por lo que los cables solo serían un vehículo que permite trasladar de un sitio a otro la corriente. Es importante resaltar que esta investigación se enfoca en el concepto de circuitos eléctricos de corriente continua, ya que este concepto generalmente se aborda al finalizar el último periodo académico (tal como sucede en la Institución Educativa Técnico Superior de Neiva), interponiéndose con las diferentes actividades extracurriculares que se dan al finalizar el año escolar (entrega de símbolos institucionales, actividades de nivelación, preparación de la fiesta navideña, clausura y grados), razones que conllevan a contribuir a la mejora de esta debilidad.

También se han encontrado dificultades en el desarrollo de competencias procedimentales, debido a que en las propias prácticas escolares tienden a centrarse en tareas rutinarias que en verdaderos problemas de contenido científico, haciendo perder el interés hacia la búsqueda y aplicación de métodos que utiliza la ciencia, por parte del estudiantado (Pozo & Gómez, 1998). Algunas de estas dificultades que han encontrado Mazzitelli, Maturano, Nuñez & Pereira (2006) son: omitir algunos aspectos directamente relacionadas con la emisión de hipótesis; limitar la relación y el control de variables; realizar generalizaciones y redactar conclusiones o informes. De acuerdo a la experiencia como profesores en formación, los estudiantes también presentan dificultad al diseñar un plan de solución a los problemas propuestos en clase y generar sus respectivos análisis de resultados.

Por último, también se encuentran dificultades para que los estudiantes desarrollen actitudes en el aula, estas pueden ir en detrimento de la motivación y sin éstas el aprendizaje no es posible (Solbes, 2008). Estas dificultades se presentan especialmente al trabajar en equipo; ya que pueden llevar al “desinterés, dispersión, falta de escucha, baja participación, inequidad en las responsabilidades, mal manejo del tiempo, indisciplina e irrespeto entre los estudiantes” (Barrios, castillo, fajardo, Rojas & Nova, 2004, p. 50).

Diferentes investigaciones (Varela & Martínez, 1997); (Becerra , 2014) y (Londoño, 2014), han concluido que la resolución de problemas es un método de enseñanza que mejora la construcción de significados que se aproximan al conocimiento científico y además contribuye en el desarrollo de algunas competencias, sin embargo, algunos manifiestan que hay obstáculos a la hora de formular preguntas problematizadoras, ya que sus respectivas respuestas son de carácter cerrado, se requieren metodologías inalcanzables para resolver el problema según el nivel de los estudiantes, o en el peor de los casos, se formulan preguntas que no son de interés para ellos. Por lo tanto, un problema mal formulado dificulta mejorar la construcción de significados científicos, proponer soluciones sistemáticas, generar conclusiones plausibles a partir del análisis y reflexión de los resultados teniendo en cuenta las hipótesis y habría una displicencia para trabajar en equipo.

En este orden de ideas, para afrontar esta problemática se genera la siguiente pregunta de investigación : ¿En qué medida el trabajo por resolución de problemas y el rol de profesor contribuyen en mejorar la competencia científica en cuanto a la construcción de significados; procedimental, en cuanto a la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución y la obtención y análisis de los resultados y actitudinal en cuanto al trabajo en equipo de los estudiantes del grado once de la Institución Educativa Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo de la Ciudad de Neiva?

## 2. Antecedentes

En el siguiente apartado, se presentan los antecedentes encontrados en la revisión bibliográfica relacionados con resolución de problemas y que son pertinentes para el trabajo de investigación.

### 2.1. Internacional

A continuación en la tabla 1, se presentan los antecedentes encontrados a nivel internacional.

*Tabla 1. Antecedentes Internacionales*

Título e Investigador	Objetivo	Metodología	Resultados	Aportes a la Investigación
La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Aspectos didácticos y cognitivos (Varela & Martínez, 1997).	Estudiar la eficacia del proceso de entrenamiento de un grupo de estudiantes en una metodología investigativa de resolución de problemas de enunciado abierto, centrada en el campo de la física.	Se trabajó con un grupo experimental y otro control. Dirigido en 3 fases: <b>Preliminar:</b> planteamiento de un problema de enunciado abierto. <b>Enfoque:</b> profesor propone pautas de trabajo basado en el modelo investigativo. (Metodología científica). <b>Confrontación y Aplicación:</b> estudiantes empiezan a estar en condiciones de resolver el tipo de tarea que se les propone. <b>Evaluación:</b> entrevistas individuales, cuantificación del rendimiento de los estudiantes de dos tipos 1. Metodológicas y 2. Del contenido.	Los estudiantes experimentaron una evolución positiva en cuanto a su eficacia para resolver problemas de tipo abierto independiente del contenido, acompañado de una actitud positiva hacia el aprendizaje de la física. En relación al grupo control el cambio conceptual no ha tenido diferencias significativas, al 1% a favor del grupo experimental. El aumento conceptual no varía, aunque se apliquen métodos de resolución de problemas.	Este trabajo aporta a la investigación a partir de los criterios de evaluación que son necesarios tener en cuenta para la resolución de problemas. Así mismo demuestra que no es necesario trabajar con un grupo control “tradicionalista” debido a que el resultado obtenido muestra que dicho grupo no presenta diferencia significativa en el aprendizaje conceptual que el grupo experimental que trabajo con resolución de problemas.
La resolución de problemas en física y su representación: un	Esta investigación está orientada principalmente en la descripción del comportamiento de novatos y expertos cuando trabajan por resolución de	Se trabaja con 189 estudiantes de dos institutos de educación secundaria: Uno de los grupos hacía parte de la especialidad	Los resultados confirman que, de no mediar una instrucción especialmente diseñada, los estudiantes, en general, se guían por los datos para construir su	Este trabajo aporta de manera significativa a la investigación debido a que a partir de allí se toma como referencia la categorización de las respuestas

---

<p>estudio en la escuela media <b>(Buteler, Gangoso, Brincones Calvo &amp; González Martínez, 2001).</b></p>	<p>problemas, donde se quiere explicar de qué forma pasa un sujeto de una categoría a otra. Esta investigación se realiza en dos institutos de educación secundaria: Alcalá de Henares y dos de la localidad de Coslada (<i>Madrid, España</i>).</p>	<p>técnica y los otros con orientación en ciencias. Para recolectar los datos se utilizan seis enunciados los cuales fueron extraídos de libros que se utilizan en el aula generalmente, también se tiene en cuenta la representación externa e interna que muestran los estudiantes después de leer cada enunciado; el tiempo asignado para esta actividad fue de 60 minutos. Para continuar con la recolección de datos, se destacaron 5 categorías en las cuales serían ubicadas las respuestas de cada estudiante.</p>	<p>representación, siempre y cuando el problema sea de carácter numérico y tradicional. Sin embargo, cuando el problema no requiere de conceptos físicos aprendidos formalmente en la escuela, es decir, los problemas son de contexto cotidiano son representados más exitosamente que los de contexto escolar, aun si los conceptos han sido enseñados en la escuela. El actuar de los estudiantes con respecto al problema de contexto cotidiano, se muestra con un rol mucho más notable al momento de planear la resolución que cuando son ejercicios numéricos; los problemas de contexto podrían favorecer acciones deseables en los estudiantes a la hora de resolver un problema y así involucrar el contexto escolar donde el objetivo principal es relacionar el estudiante en el contexto o área científica.</p>	<p>obtenidas y el respectivo análisis cualitativo de la investigación. Así mismo, cabe destacar que la resolución de problemas genera interés en los estudiantes a la hora de resolver problemas de contexto.</p>
--	--	--	--	---

---

## 2.2. Nacional

En la tabla 2, se registran los antecedentes encontrados a nivel nacional.

*Tabla 2. Antecedentes Nacionales*

<b>Título e Investigador</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Aportes a la Investigación</b>
Propuesta didáctica para promover el aprendizaje de conceptos básicos de la electricidad, fundamentada en las instalaciones eléctricas domiciliarias (Londoño, 2014).	Diseñar una estrategia didáctica para lograr que los estudiantes de la línea de profundización tecnológica en electricidad y electrónica del Colegio ciudadela educativa de Bosa I.E.D, logren dar significado a los conceptos fundamentales de la electricidad y con ello puedan realizar intervenciones sencillas a instalaciones eléctricas encontradas en el hogar.	<b>Ambientación.</b> Se aplicó una prueba diagnóstica, con el fin de recoger las concepciones previas de los estudiantes para elaborar propuesta definitiva. <b>Desarrollo.</b> Se analizaron los resultados de la prueba diagnóstica y se detectaron las dificultades conceptuales y procedimentales. <b>Discusión (Profesor-Moderador).</b> Con base en las dificultades y concepciones detectadas, se diseñaron estrategias y actividades de la vida cotidiana para elaborar la propuesta definitiva.	La implementación de experiencias utilizando como material didáctico elementos cotidianos, permitió solucionar la falta de material con que cuenta la institución y acercó a los estudiantes a la realización de experiencias significativas con elementos de bajo costo y fácil consecución. Las actividades propuestas promovieron una mayor participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, a medida que se fue avanzando la temática ellos se iban adaptando al ritmo y metodología planteada en la propuesta.	En este trabajo se puede evidenciar la importancia de seccionar la clase en tres momentos, lo cual permite reconocer concepciones previas que muestran las dificultades y permiten trabajar especialmente sobre ellas. El diseño de estrategias enfocadas en las dificultades encontradas permite afianzar estos conocimientos y ubicar al estudiante conceptualmente para así lograr un aprendizaje teórico – práctico.
Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos (Becerra, 2014).	Mejorar el aprendizaje y la calidad de enseñanza a partir de una estrategia de aula donde se utilizó la metodología del aprendizaje basado en problemas, la cual fue mediada por el uso de un software que facilitó el diseño y análisis de circuitos eléctricos.	<b>Fase 1. Identificar saberes previos.</b> Sesión 1. Activación del conocimiento previo y construcción de conceptos a partir de situaciones problemáticas acerca de la naturaleza de la	La estrategia de aula implementada bajo la metodología propuesta permitió que durante el desarrollo de las sesiones los estudiantes se involucraron en un proceso activo y continuo en el desarrollo de su conocimiento. También fue posible evidenciar, en el desarrollo de las sesiones, cómo debatían sus ideas y	Este trabajo nos aporta positivamente a nuestra investigación debido a que plantean algunos problemas que merecen ser tenidos en cuenta, ya que articulan el uso de software que facilitan los procesos de enseñanza –

---

<p>electricidad y algunas magnitudes eléctricas.          Sesión 2. Construcción matemática a partir de los conceptos, se trabaja en los circuitos eléctricos, ley de Ohm y potencia eléctrica.  <b><i>Fase 2. Trabajo de aula con las herramientas tablero-software, distribuida en 3 sesiones.</i></b>          Sesión 3. Se explican las propiedades del software Circuit Maker 2000 y se presenta un juego, del tipo concéntrese, que muestra la simbología utilizada para representar los componentes electrónicos.          Sesión 4. Se trabaja con el software en el aula de informática.          Trabajo de aula con las herramientas tablero - software.</p>	<p>saberes sin desmotivarse cuando cometen errores en la construcción de los circuitos.          Durante la implementación se introdujeron al aula los conceptos a partir de situaciones problemáticas, lo que permitió aproximar a los estudiantes a una buena comprensión de conceptos presentes en la enseñanza de los circuitos eléctricos.</p>	<p>aprendizaje de circuitos eléctricos.</p>
---	---	---

---

## 2.3. Regional

En la Tabla 3, se registran los antecedentes encontrados a nivel regional.

**Tabla 3. Antecedentes Regionales**

<b>Título e Investigador</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Aportes a la Investigación</b>
Enseñanza y aprendizaje del concepto de corriente eléctrica basado en analogías y metáforas ( <b>González, Marín &amp; Ortiz, 2014</b> ).	Elaborar y aplicar una estrategia metodológica, basada en el uso de analogías y metáforas, sobre el concepto de corriente eléctrica.	Se distribuyó en 3 fases: <i>Identificación:</i> Observación descriptiva y conceptualización de la corriente eléctrica sin mostrar la propuesta investigativa. <i>Diseño:</i> Aplicación de herramientas de intervención (analogías y metáforas) con el fin de lograr mejorar el entendimiento de la corriente eléctrica y temas relacionados. <i>Cierre:</i> Interpretación de los resultados arrojados por el test inicial, realizando una prueba en forma de mapa conceptual o redes semánticas comparando los resultados recientemente obtenidos con los aceptados por la ciencia.	La elaboración y aplicación de estrategias didácticas basadas en analogías y metáforas, facilitó el aprendizaje del concepto de corriente eléctrica debido a que en sus concepciones previas la concebían como: una chispa de luz que dependía de la fuerza y movimiento, ahora definen la corriente como un flujo de cargas eléctricas que pasa por un conductor en un determinado tiempo.	Las concepciones previas encontradas por estos autores aportan a la investigación ya que se pueden predecir posibles obstáculos conceptuales que se encuentran comúnmente en el aula. Esta investigación también aporta en el uso de algunas analogías que facilitan la comprensión de conceptos básicos necesarios para diseñar y analizar circuitos eléctricos.
Enseñanza del concepto de campo electromagnético a partir de la experimentación con los estudiantes del grado 1104 en la I. E. Escuela Normal Superior de Neiva ( <b>Álvarez Rojas, 2017</b> ).	Crear e implementar nuevos modelos pedagógicos que hagan del aula de clase un mejor escenario para la obtención del conocimiento con los estudiantes del grado 1104 de la I.E Escuela Normal Superior de Neiva.	La metodología es de enfoque cualitativo, se desarrolla una investigación no experimental, de observación longitudinal. La recolección de la información se lleva a cabo mediante escala Likert y el programa Altas ti. El desarrollo de la investigación se lleva a cabo	Durante la práctica fue evidente que los estudiantes no tienen claro que es la electrostática pues lo confunden con el campo electromagnético. Así mismo, se observó un grado de apatía y desinterés por parte de los estudiantes hacia la física, ya que trabajan solo por una nota, si no fuera así, no realizarían ninguna actividad.	Las concepciones previas encontradas y las diferentes observaciones realizadas, aportan de manera significativa a nuestro trabajo debido a que se pueden predecir posibles resultados, también nos aporta en la importancia de seccionar las fases de la

---

en 5 fases, las cuales se dividen así:

**Fase 1, Diagnostica:**

Identificación de concepciones previas en los estudiantes.

**Fase 2, Diseño:** Elaboración de guías de laboratorio para cada una de las prácticas experimentales caseras.

**Fase 3, Aplicación de las actividades experimentales diseñadas:**

Realizar toma de datos de cada una de las actividades registrándola en la libreta de apuntes diseñada por los investigadores.

**Fase 4 Evaluación:** Se aplica nuevamente el cuestionario aplicado en la fase 1 con el fin de indagar como aportaron los espacios de laboratorio en el aprendizaje y conocimiento.

**Fase 5 Socialización y publicación de los resultados obtenidos:**

Se divulgarán las guías en forma de cartilla y se socializarán los eventos pedagógicos sobre la enseñanza de la física.

---

El método experimental es una forma muy útil a la hora de aprender, ya que allí se despiertan competencias científicas las cuales son muy importantes a la hora de aprender, debido a que se vuelven participes de su propio aprendizaje.

clase y el diseño de estrategias metodológicas que permitan generar deseo y competencias científicas a la hora de resolver un determinado problema.

### 3. Justificación

En 1936 Husserl propone el concepto del “Mundo de la vida” el que todos compartimos, tanto científicos, como personas del común. Es el mundo de las calles con su gente, automóviles y buses, el mundo de los almacenes y sus mercancías, sus compradores y vendedores, el mundo de los barrios, las plazas de mercado, los parques y veredas donde se encuentra inmersa cualquier persona; es así que todo estudiante vive este mundo y llega a la escuela con conocimientos subjetivos de él, los cuales han sido tomados desde su infancia. Es allí donde cada profesor de ciencias naturales debe tener en cuenta los conocimientos de la vida cotidiana y saber articularlos mediante el uso de una metodología de enseñanza adecuada, para así contribuir al desarrollo de técnicas y competencias básicas que les permitan resolver situaciones problema del ámbito científico y social, promoviendo el trabajo en equipo, la creatividad y la curiosidad, las cuales generan una visión de ciencia más humana al ser un producto de construcción social.

De acuerdo con Varela & Martínez (1997), enseñar mediante resolución de problemas en el ámbito educativo permite que los estudiantes sean protagonistas de su aprendizaje, así como modificar las posibles concepciones alternativas que son el resultado del conocimiento aprendido de la vida cotidiana, favoreciendo en ello actitudes científicas como la curiosidad y la perseverancia, las cuales son fundamentales para aproximar al estudiante al mundo de las ideas y teorías científicas que le resultarán útiles para crecer como ser humano responsable que ayuda a resolver los problemas de su comunidad.

Según Trop & Sage (1998), citados por Barriga Acero (2006), al indagar un grupo determinado de estudiantes para que expongan algún concepto adquirido con clara comprensión, generalmente no lo recuerdan cuando se trata de situaciones escolares formales, pero sí cuando lo aplican (o adquieren) en problemas reales de su vida cotidiana, esto se debe a que en estas situaciones escolares los estudiantes han sido obligados, de manera indirecta, a aprender de memoria los conceptos acabados de la ciencia, dejando a un lado el pensamiento crítico, la identificación, formulación y resolución de problemas, donde se debe tener en cuenta el empleo de información pertinente para tomar decisiones responsables. De esta manera la enseñanza por resolución de problemas abiertos y de contexto promueve la indagación y el análisis reflexivo, lo cual le permitirá al estudiante reconocer la importancia de los conceptos y las competencias

científicas, debido a que los aprendió de manera aproximada como se aprende cuando solucionan problemas de su cotidianidad.

No hay duda sobre la importancia de trabajar mediante resolución de problemas en el aula, porque, entre otros aspectos ya mencionados, se puede estimular el pensamiento crítico de los estudiantes, permitiéndoles cuestionarse acerca de sus creencias populares y algunos modelos de la ciencia que se enseñan en el aula, como es el caso de circuitos eléctricos (Bernal, 2013), contribuyendo a transformar sus concepciones alternativas.

Algunas de las concepciones alternativas con las que cuentan los estudiantes sobre el funcionamiento de los circuitos eléctricos pueden deberse al constante contacto directo de electrodomésticos, es decir, los estudiantes inconscientemente generan explicaciones funcionales, pero ingenuas, sobre cómo funcionan los artefactos tecnológicos que usan a diario, por lo que es natural que crean que el funcionamiento de un electrodoméstico es resultado de la “electricidad” que se consume o gasta en él, así mismo relacionan las pilas o tomas de corriente como fuentes o almacenes de electricidad. Por tanto, es necesario crear un modelo mental más próximo al conceptual que permita dar explicaciones científicas del funcionamiento de esos artefactos, el cual puede ser mediado por el trabajo en resolución de problemas (Moreira, Greca & Rodríguez, 2002). Por tanto, es importante la enseñanza de circuitos eléctricos mediante resolución de problemas abiertos y de contexto ya que estos mediante el desarrollo de actividades relacionadas con la vida cotidiana, fomentan diversas actitudes y competencias científicas, que a través de la curiosidad permite indagar y reflexionar acerca del funcionamiento de los aparatos eléctricos que los rodea.

Pero ¿por qué enseñar el concepto de circuitos eléctricos? La respuesta se puede abordar desde dos perspectivas. La primera se debe a que, por lo general, la enseñanza de circuitos eléctricos para el ciclo décimo-once, reglamentado en los Estándares Básicos de Competencia, no se hace a profundidad porque es un tema del último periodo, donde las actividades extracurriculares de esa época del año impiden el normal desarrollo de las clases. Y la segunda perspectiva se debe a la facilidad que tiene este concepto para articularse con problemas abiertos y cerrados, donde es posible, establecer hipótesis, realizar mediciones para contrastar las hipótesis, adquirir habilidades manuales (diseño y construcción de un circuito eléctrico) y cognitivas (analizar los posibles resultados después de diseñar y construir el circuito eléctrico),

entre otros aspectos que posibilitan el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes mediante resolución de problemas.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Marco Didáctico

A continuación, se muestra la recopilación de los soportes teóricos del referente didáctico que hace alusión a la enseñanza-aprendizaje mediante Resolución de Problemas. Para esto se tuvieron en cuenta algunos aspectos clave como lo que se entiende por resolución de problemas, sobre su historia, tipos de problemas, cómo se trabaja, qué se debe tener para plantear buenos problemas y cómo se deben evaluar.

#### *4.1.1. ¿Qué se entiende por resolución de problemas?*

Antes de llegar a definir el concepto de Resolución de Problemas, primero se van a presentar algunas definiciones que se tienen acerca de *¿qué es un problema?* Según Garret (1989), un problema es cuando una situación presenta una duda carente de respuesta, en concordancia con Pelares (1993), quien define problema como situaciones de incertidumbre que producen el efecto de la búsqueda de una solución, así que desde un contexto popular, un problema es definido dependiendo de una situación en particular, el cual se relaciona con la terminología que utiliza cotidianamente las personas. Por ejemplo: un problema muy común se presenta en las luces que se utilizan en épocas navideñas, ya que estas suelen descomponerse muy fácilmente debido al tipo de conexión entre sus componentes, creando una situación que puede tomar mucho tiempo y trabajo en hallarle una solución. Este tiempo y trabajo empleado en solucionar el problema, puede verse ampliamente reducido si se cuenta con los conocimientos y habilidades pertinentes para su solución.

Es por tanto que, un problema es una situación no familiar para el estudiante y presenta una novedad como característica fundamental (Contreras, 1987). Por esta razón un problema está representando lo buscado en una pregunta o grupo de preguntas que generan una tensión en el pensamiento productivo de los individuos y cuya solución requiere de la búsqueda de nuevos conocimientos (Vilanova, et al., 1995). Al mismo tiempo, Perales (2000) explica que “un problema constituye, pues, una situación que provoca en quien la padece una conducta (resolución de problema) tendiente a hallar la solución (resultado esperado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre”.

Entonces, *¿qué vendría siendo la definición de problema?* después de todo lo anterior, se puede llegar a la conclusión que un problema es la elaboración de explicaciones que constituyen la solución de la misma (García, 2003), donde se refleja los conocimientos que presenta el individuo, apoyándose de la reflexión cualitativa de las relaciones que maneje entre las variables del problema y los nuevos esquemas que se pueden dar al interior del mismo. Esta solución, demuestra la construcción significativa de conocimientos, desarrollo actitudinal positivo y desarrollo de las capacidades creativas.

Basándose en todo lo anterior, la resolución de problemas presenta tres puntos de vista para su explicación teniéndose en cuenta sus objetivos, los procesos cognitivos involucrados e individualidad con la cual se puede resolver el problema. Por ende, según sus objetivos se puede llegar a describir como un aprendizaje creativo. Según los procesos cognitivos involucrados permite analizar el rango de procedimientos y actividades cognitivas que presenta el individuo, desde la identificación del problema hasta la aplicación de la posible solución del mismo (Garret, 1989). Y, según su individualidad de solución es definida la resolución del problema a la aplicación del conocimiento disciplinar al problema (Sigüenza & Sáenz, 1990); y de acuerdo con Relf (1983), implica “la transformación de un estado inicial en la cual los estudiantes no puede hacer ciertas cosas en un estado final para que se puedan dar las cosas” (p. 4). Esta última faculta al estudiante de leer atentamente el problema y aplicar los métodos que consideren pertinentes para la posible solución y así mismo resolver el problema.

#### ***4.1.2. Historia: La enseñanza mediante la resolución de problemas para el aprendizaje de las ciencias.***

La enseñanza a través de la resolución de problemas dio inicio en el primer tercio del siglo XX, aunque su auge fue definido gracias a la ayuda de las grandes reformas de los 70's, asumiendo la resolución de problemas como un proceso relevante para la enseñanza de las ciencias experimentales (Ibáñez, 2002); con el objetivo de mejorar la calidad educativa.

Luego de que la resolución de problemas comienza a incursionar en la educación, se promueven varias corrientes, en su mayoría, las investigaciones están orientadas a estudiar el “cómo los estudiantes resuelven los problemas”, el cual es abordado desde la psicología cognitiva (Oviedo, 1987). Estas investigaciones han hecho sus respectivos aportes a la

educación, han aportado en la conducta y el estado emocional y hacia estrategias que el estudiante debe emplear para llegar a los procedimientos y soluciones.

De acuerdo con Driver (1982), citado por Muñoz (2010), a partir de la primera década del siglo anterior, el enfoque conductista al ser dominante, consideraba el proceso de la resolución de problemas como una serie de instrucciones que llevaban a resolver un problema; por tanto, este modo de concebir la resolución de problemas no ha cambiado desde entonces, siendo así que es muy frecuente que los estudiantes aprendan a resolver problemas a través de pasos o crear un recetario, los cuales no son más que soluciones de pensamientos mecánicos en donde no se involucran procesos de pensamiento ni el desarrollo del pensamiento lógico.

Así que, debido a las dificultades que han resultado del modelo que se enseña para la resolución de problemas, Polya (1945) presenta un conjunto de procedimientos mediante el método heurístico planteando además de una estrategia general de resolución en cuatro fases:

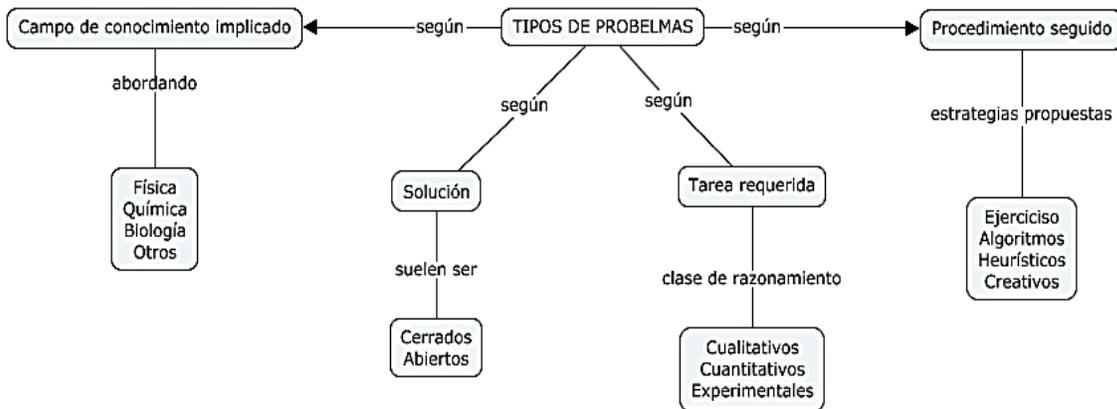
- a. Comprensión del problema
- b. Elaboración de un plan
- c. Poner en marcha el plan
- d. Reflexión sobre los resultados

Lo anterior, es de relevancia tenerlos en cuenta ya que son estrategias que facilitan el fortalecimiento de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales desde el siglo XX hasta la actualidad.

Las investigaciones en este campo han generado tres enfoques: enseñanza para la resolución de problemas; enseñanza sobre la resolución de problemas y enseñanza mediante la resolución de problemas (Marín, 1996). La enseñanza para la resolución de problemas está orientada a la resolución de situaciones que desarrollen las capacidades cognitivas del estudiante y además que posibiliten la adquisición de los conocimientos. La enseñanza sobre la resolución de problemas tiene como propósito orientar al estudiante hacia una actitud que genere en él una conciencia sobre su aprendizaje. La enseñanza mediante la resolución de problemas permite fortalecer el nivel educativo en los estudiantes y hacer más dinámico su aprendizaje. Para trabajar la resolución de problemas, se debería integrar los tres enfoques, “enseñar para, sobre y a través de problemas” (Campaner, Capuano & Gallino, 2013).

### 4.1.3. Tipos de problemas.

De acuerdo con Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci (2003), hay diferentes tipos de problemas, los cuales se clasifican basándose en su contenido, en función de su aplicabilidad a varias soluciones, en su forma de trabajo y en función del sujeto que ha de resolverlos. Pero a la vez, pueden llegar a ser de tipo cuantitativo, cualitativo, de desempeño del estudiante, de progresión cualitativos a numéricos y de conversión estándar a mayor complejidad (García, 2003). No obstante, Perales (2000), los clasifica de acuerdo al campo de conocimiento implicado, a la tarea requerida para su resolución, al procedimiento seguido en su resolución y, al número de soluciones, en la Figura 1 se muestra detalladamente la propuesta de clasificación del tipo de problema de Perales.



**Figura 1.** Clasificación de los problemas según los criterios de Perales (2000)

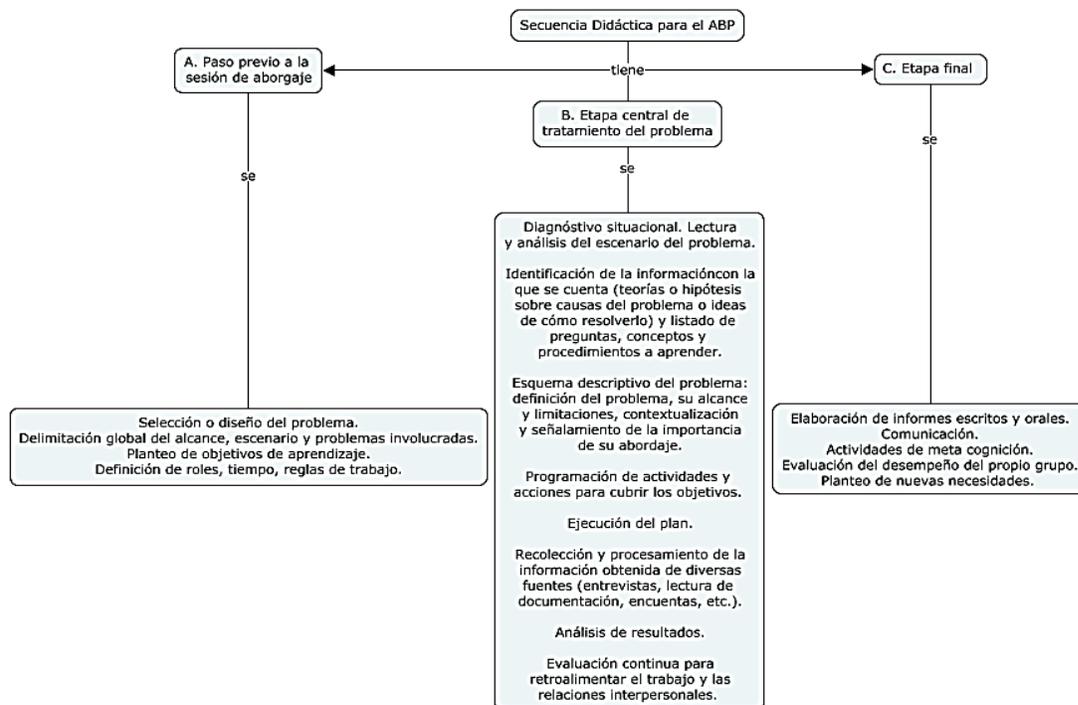
A fin de cuentas, de acuerdo con el “*umbral de problematicidad*” propuesto por Garret (1989), el tipo de problema va a depender, en gran medida, del individuo que resuelva el problema, ya que se pone a prueba el conocimiento de conceptos y procedimientos al igual que la identificación del puzle, ya sea problema o ejercicio. Por ende, si el individuo conoce todos los conceptos y procedimientos, él se estará enfrentando a un ejercicio, de lo contrario se estará enfrentando a un problema, ya que va a construir conocimientos significativos en su estructura cognitiva. Siendo así que Dumas-Carre & Larcher (1987), clasifican la resolución de problemas en tres apartados:

- La situación problemática es idéntica a una ya conocida. Su resolución es la más “económica” desde el punto de vista cognitivo. Requiere únicamente reconocimiento – repetición.
- El problema está en la misma categoría que un modelo ya estudiado. Requiere identificar el problema – tipo y trasladar su razonamiento al nuevo problema. Son de identificación – reproducción.
- El problema no puede ser reducido a otro tipo. Requiere del conocimiento de los conceptos y procesos necesarios y la construcción de la estrategia de resolución. Son problemas de construcción.

Es por tanto que, el primer grupo puede corresponder a los denominados ejercicios, mientras que los verdaderos problemas serían los de construcción, por consiguiente, las cuestiones planteadas por el profesor son ejercicios, puesto que conoce la estrategia de resolución, mientras que para el estudiante son problemas en el sentido en que debe llegar a su reconocimiento como modelo o problemas – tipo (Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci, 2003).

#### ***4.1.1. ¿Cómo se debe trabajar por resolución de problemas?***

Como ya se dijo anteriormente, para trabajar la resolución de problemas, se debería integrar tres posiciones, enseñar para, sobre y a través de problemas denominadas Aprendizaje basado en Problemas (ABP), donde Campaner, Capuano & Gallino (2013), diseñan una secuencia didáctica empleando éste modelo probándolo en diferentes contextos educativos para la enseñanza de contenidos de ciencia y tecnología, como se muestra en la figura 2. El diseño de la acción pedagógica propuesto en esta investigación para la aplicación de las situaciones problemas, se basó de acuerdo a esta secuencia didáctica, adaptando los pasos A, B y C que se muestran en la figura 2 a introducción, desarrollo y cierre, respectivamente.



**Figura 2.** Secuencia didáctica utilizando el ABP (Campaner, Capuano & Gallino, 2013)

En la tabla 4, se encuentra la secuencia de intervención didáctica adaptada para este trabajo de investigación, además de la introducción, desarrollo y cierre, se registra las actividades a desarrollar en cada momento con su respectiva evaluación.

**Tabla 4. Secuencia de intervención didáctica para la aplicación de las situaciones problema**

<b>Introducción</b>	
<p>Inicialmente se debe dar a conocer a los estudiantes la manera de trabajar las situaciones problema, con su respectiva evaluación. Luego se conforman grupos de trabajo lo más heterogéneos posible; esto con el fin de contar con diversidad de concepciones a la hora de desarrollar las situaciones problema. Estos grupos se deben mantener en la resolución de las cuatro situaciones problema. Después se les hará entrega de la situación problema, ellos deberán realizar una lectura general con el fin de comprender la situación presentada. Si se presentan dudas, el profesor debe resolverlas sin interferir en las concepciones de los estudiantes. En este momento es posible que se generen discusiones, pues los estudiantes intentarán responder a las preguntas, sin embargo, el profesor sólo las escucha, las ponen en evidencia para todos, sin llegar a aceptar o refutar alguna de ellas, ya que es indispensable el rol neutro del profesor.</p>	
<b>Desarrollo</b>	<b>Evaluación</b>
<p>Cuando los grupos de estudiantes hayan comprendido la situación propuesta, cada grupo de trabajo deberá:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proponer hipótesis que sean pertinentes. Los estudiantes deben llegar a un acuerdo de la hipótesis que debe ser socializada por un integrante del grupo. Para esto, cada grupo selecciona un relator que realizará este ejercicio. El profesor solo debe preguntar ¿por qué tuvieron en cuenta esa hipótesis?</li> <li>2. Diseñar un plan de solución con el fin de comprobar o refutar las hipótesis propuestas. En este momento el profesor escucha los planes de solución diseñados, el cual debe ser socializado por el estudiante relator del grupo. Las posibles preguntas que realiza el profesor en este momento son ¿por qué y qué tuvo en cuenta para proponer el plan de solución?</li> <li>3. Poner en marcha el plan de solución que se diseñó. Los estudiantes contarán con los materiales necesarios para ejecutar su plan. El profesor sólo se cerciora que se esté aplicado correctamente cada plan, y motiva o asigna roles, si es necesario, a los integrantes de cada grupo que se comportan de forma pasiva.</li> <li>4. Realizar el análisis de los resultados. El relator del grupo expresa dichos resultados. Es posible que en este momento los estudiantes hayan refutado sus hipótesis, por lo que se generarán conflictos cognitivos que deben ser resueltos por ellos mismos. En este sentido, los estudiantes podrán utilizar fuentes de información como libros e internet para dar respuesta al problema conceptual al que se enfrentaron; el profesor sólo se limita a resolver dudas, sin llegar a “decir mucho”, y hace preguntas que le permita comprender el modelo mental que utilizan los estudiantes para explicar sus resultados obtenidos.</li> <li>5. Realizar una reflexión de los resultados obtenidos, para luego presentar sus conclusiones en un escrito. En el caso que un grupo refuta la hipótesis, deben plantear una nueva, con su respectivo plan de solución, dando razón del ¿por qué lo hace? Esto es importante porque le permite al estudiante comprender el proceso cíclico en la resolución de problemas.</li> </ol>	<p>Se evalúa el planteamiento de hipótesis, donde se tiene en cuenta la capacidad de explicarla y argumentarla coherentemente.</p> <hr/> <p>Se evalúa la sistematización de la propuesta para resolver el problema, donde se debe evidenciar explícitamente la hipótesis planteada; además se evalúa la capacidad de explicar el propósito de cada paso.</p> <hr/> <p>Se evalúa la capacidad para analizar los resultados obtenidos a partir del plan utilizado, validando o refutando la hipótesis a partir de modelos mentales. Si refutan la hipótesis, se evalúa la capacidad para proponer una nueva hipótesis con su plan de solución.</p>

---

### Cierre

---

Los estudiantes deben finalizar la secuencia de clases con la socialización de las conclusiones. Este ejercicio lo hace el relator. Posteriormente, cada estudiante, en cada grupo, deberán responder con un SÍ o NO lo siguiente:

- *¿Al trabajar en equipo su compañero aportó ideas?*
- *¿Al momento de trabajar en equipo su compañero llegó a acuerdos?*

Se evalúa el trabajo en equipo, donde se procura observar la disposición de todos los integrantes de grupo para llegar a acuerdos concretos en la solución del problema. Además, se tiene en cuenta la co-evaluación.

---

Al implementar la resolución de problemas en el aula se debe tener en cuenta siete parámetros; tales como, el currículo, la organización de contenidos, la ambientación del currículo, el tiempo y la enseñanza, el rol del profesor, diseño y selección de situaciones problémicas y los métodos de trabajo.

Para detallar más, en el caso del rol del profesor, este debe dar un papel protagonista al estudiante en la construcción de su aprendizaje, fomentando y estimulando la discusión grupal, siendo un guía, un tutor, un facilitador del aprendizaje, que ayude a los estudiantes cuando le necesitan y que les ofrece información, alentándolos a que intenten vincular los datos expuestos en el problema con sus concepciones previas fomentando en ellos actitudes y competencias científicas, orientando sus reflexiones y formulando cuestiones o preguntas importantes (Gálvez et al., 2007); (Rodríguez, Espín, Changoluisa & Benavides Rosero, 2017); (Barrios & Mariño, 2018), además, el profesor debe motivar al estudiante a que asimile conceptos básicos para poder resolver problemas (Ballester, 1992; citado por Pimienta, 2005).

El diseño y selección de situaciones problemas es complejo y de vital importancia, debido a que estos deben ser concisos y pertinentes al objetivo de enseñanza que se pretende cumplir, por consiguiente, la situaciones planteadas deben ser claras y entendibles para el estudiante, es decir, debe ser lo más contextualizada posibles y no debe representar gran dificultad para el estudiante.

En el caso de los métodos de trabajo, Gálvez, et al., (2007) afirman que:

El ABP exige el trabajo en equipo de los estudiantes, por lo que fomenta en ellos competencias relacionadas con esta capacidad básica. Los grupos de trabajo exigen la compenetración y la dedicación de todos los estudiantes en la solución del problema. (p. 7)

De acuerdo con esto, para identificar el desarrollo de competencias actitudinales cuando se trabaja en equipo, se podrían proponer categorías de análisis donde se describen las interacciones realizadas entre los estudiantes durante la resolución de las situaciones problema.

#### ***4.1.5. ¿Qué se debe tener en cuenta en la resolución de problemas?***

Inicialmente, en el proceso de la resolución de problema se debe tener en cuenta el problema y su objetivo de enseñanza, después de tener en claro lo anterior, se procede a tener en cuenta tres criterios que proponen Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci (2003):

- Aprendizaje general en cualquier área.
- Destreza de aplicación de los conocimientos teóricos y profundización de los conceptos y leyes científicas.
- Componente fundamental de los conocimientos científicos.

Aun así, para la enseñanza y aprendizaje a través de la resolución de problemas, en el área de la física se requiere que el profesor facilite al estudiante conceptos bases, al igual que mostrarle técnicas elementales para que se tenga un buen desenvolvimiento en situaciones sencillas. Llegándose a la conclusión que es el entrenamiento lo que se debe tener en cuenta para que el estudiante demuestre destrezas previas al momento de encontrarse con una situación en donde exija la combinación de las mismas.

Para garantizar cambios conceptuales al momento de solucionar el problema, de acuerdo con Pro, (2003); Cuéllar, (2009); Carrascosa, (2017); Gutiérrez, (2018), los profesores deben reconocer las concepciones alternativas de los estudiantes y así poder anticiparse ante posibles concepciones que son difíciles de cambiar y, en algunos casos, se mantienen por mucho tiempo, evitando así un aprendizaje de los modelos científicos.

Pero ¿qué son las concepciones alternativas?, estas hacen referencia a ideas espontaneas sobre conceptos científicos específicos que les permiten a los estudiantes, comprenderlos y explicarlos cuando requieren utilizarlos. Por lo general, se caracterizan por ser construcciones personales a partir de experiencias cotidianas con el mundo (a través de los sentidos), son bastante estables y resistentes al cambio, son comunes entre personas de diversas edades, formación, país de procedencia (“universalidad”) y de carácter implícito frente a los conceptos

explícitos de la ciencia (Pozo, Gómez & Limón, 1991), incluso pueden encontrarse concepciones alternativas que son inducidas por la escuela y por el contexto cultural que también son difíciles de cambiar (Pozo & Gómez, 1998).

#### ***4.1.6. ¿Cómo se debe evaluar la resolución de problemas?***

Para la evaluación de los procesos de enseñanza por resolución de problemas, García (2003), propone hacerlo desde cuatro ejes: la asimilación de los conceptos, el desarrollo creativo, independencia cognitiva y de habilidades propias para la resolución del problema. Sin embargo, debido a que en esta investigación busca evaluar, además del rol del profesor, la construcción de significados, la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución y la obtención y análisis de los resultados y el trabajo en equipo, hay autores como Amaral & Mortimer (2012), que recomiendan evaluar el proceso de enseñanza utilizando el análisis de la dinámica discursiva en el aula de clases, considerando las relaciones estudiante-estudiante y estudiante-profesor en la ejecución de la metodología de resolución de problemas, catalogándolo en una clase de abordaje comunicativo (Mortimer & Scott, 2002), los aspectos discursivos y epistemológicos presentes en el proceso de construcción de significados por parte de los estudiantes ubicándolos en una respectiva zona de perfil conceptual (Mortimer, 1994, 1995), para que el proceso evaluativo sea más objetivo en cuanto a las concepciones alternativas, habilidades y disposiciones que adquieren los estudiantes cuando se enfrentan a problemas abiertos y de contexto.

## **4.2. Marco Epistemológico**

### ***4.2.1. Reseña histórica y epistemológica del concepto de corriente eléctrica.***

La corriente eléctrica es un fenómeno natural que siempre ha existido, pero no fue sino hasta el siglo XVII que se empezó a comprender en qué consistía, y dos siglos después (siglo XIX) se logró dominarla, hasta el punto de poderla almacenar y transmitir a diferentes lugares de forma eficiente.

El primer científico del siglo XVII que dio los primeros aportes sobre el fenómeno de la electricidad fue William Gilbert, quién en 1660 se percató que algunas sustancias como el ámbar, después de ser frotado, atrae sustancias como el vidrio o el azufre (sustancias que llamó eléctricas); y otras, como el cobre o la plata, no ejercían alguna atracción (sustancias que llamó aneléctricas). A este fenómeno lo denominó electricidad; y pensaba que era algo que entraba en

el ámbar cuando se le frotaba (Roy, 2004), es decir, creía en una especie de fluido que fue bien recibido por los científicos que le precedieron, tanto así que, en 1729, Stephen Gray consideró que ese fluido podía transmitirse desde algunos materiales a otros, los cuales denominó conductores, y a los que no lo lograban, no conductores (Moreno, 2013).

Regresando 29 años, a finales de 1700, el francés Charles Agustín de Coulomb logró determinar algunas de las variables que afectan a una fuerza eléctrica (Moreno, 2013), para ello fue necesario diseñar y construir una máquina de torsión que medía la fuerza ejercida por una carga sobre otra. Es así que las esferas cargadas eran mucho menores que la distancia entre ellas, por lo que llegó a considerarlas como cargas puntuales. Además, utilizando el fenómeno de inducción pudo producir esferas igualmente cargadas y a su vez manipulaba las cargas comenzando con una  $q_0$  sobre cada esfera; podía reducir la carga a  $\frac{1}{2}q_0$  conectándola a tierra una de las esferas temporalmente y luego juntaba las dos cargas (Tripler & Mosca, 2010). Esta máquina fue de vital importancia para que Georg Simón Ohm, un siglo después, pudiera reconocer matemáticamente la relación entre voltaje, corriente y resistencia eléctrica.

Posteriormente, en 1752 Benjamín Franklin propuso que no existían dos tipos de fluidos; además pensaba que la electricidad era algo que estaba en todas las cosas y podía presentarse en exceso o en déficit (Roy, 2004). Este pensamiento surgió de experiencias de inducción electrostática, las cuales condujeron a interpretar que con el contacto entre dos cuerpos se transfería electricidad, resultando uno con exceso al que llamó positivo y uno con deficiencia al que llamó negativo (Londoño, 2014). Hoy en día se denomina carga a la propiedad eléctrica que poseen los electrones y protones en el átomo, caracterizada por su signo y magnitud.

Treinta y cuatro años más tarde, en 1786, Luigi Galvani, a pesar de la influencia religiosa que había en él, comenzó a realizar experimentos para encontrar alguna relación entre la electricidad y la vida, pues en esa época, las personas creían que la vida solo podría estar estrechamente relacionada con Dios, por lo que sería controversial encontrar otros vínculos como el que descubrió Galvani. El experimento consistió en atar un extremo de un largo hilo a un poste de metal, y el otro extremo a las patas de una rana, de tal forma que cuando cayó un rayo en el poste, las patas de la rana se empezaron a contraer, por lo que Galvani llegó a pensar que en las patas de la rana, y por lo general, en cualquier ser vivo, se encuentra una “electricidad animal”,

un líquido vital que se activa cuando es estimulado por una descarga eléctrica externa (Pietro, 2015).

Pero esa idea fue perseguida y refutada en 1792 por Alessandro Volta, quien propuso una explicación que no estaba relacionada con aspectos divinos. Para Volta, los metales que se conectaban a las patas de una rana producen energía, por lo que ellas son solo detectores, y no generadores de electricidad (Pietro, 2015). Con la convicción de contrastar esta explicación, en 1799 Volta creó la pila y pudo demostrar que no es necesaria la presencia del animal, como creía Galvani, sino que la electricidad puede ser generada por medio de un instrumento construido por el hombre.

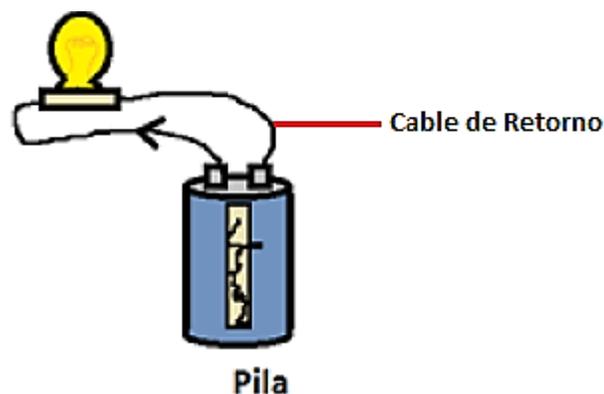
Este enfrentamiento entre Galvani y Volta es un ejemplo especial de la historia de la ciencia, porque no solo hay matices de cómo se construye las ciencias (planeamiento de hipótesis, experimentación, contrastación o refutación de hipótesis), sino que la influencia política y social (plena revolución francesa) repercutieron en el modelo científico que se construyó y definió sobre la electricidad en aquella época.

Tres años después, en 1802 Giuseppe Domenico Ramognosi, con la ayuda de la pila de Volta, logró observar movimientos en una brújula ocasionados por la corriente generada por la pila (Moreno, 2013), estas observaciones pasarían inadvertidas por él, pero no para Christian Oersted, quien en 1820 propuso que había una relación entre electricidad y magnetismo; y para defender esa propuesta realizó numerosos experimentos que consistían en situar una aguja imantada en la dirección norte – sur, paralela en la dirección de un cable conductor próximo a ella. Cuando se hizo pasar corriente eléctrica por dicho cable con ayuda de la pila, la aguja se empezó a mover, ubicándose perpendicularmente al cable, en la dirección este – oeste (Belendez, 2015).

A pesar de ese descubrimiento, Oersted no consiguió trascender sus explicaciones, pero Faraday, al repetir los experimentos, sí lo logró al manifestar que el hilo estaba rodeado por una serie infinita de líneas de fuerzas circulares y concéntricas. El conjunto de estas líneas de fuerza es el campo magnético de la corriente (Belendez, 2015). Estas ideas fueron las que revolucionaron el electromagnetismo y dio inicio a una serie de acontecimientos que transformaron a la sociedad por su variedad de aplicaciones que se fueron desarrollando como el telégrafo y el dínamo.

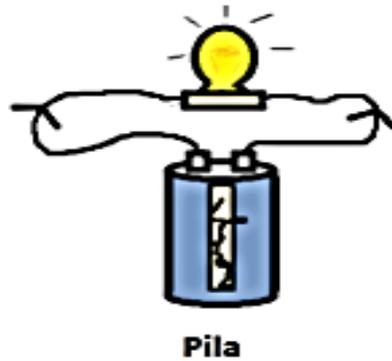
Cabe resaltar que para aquella época (1821), había un consenso de científicos donde aceptaban la idea de un fluido como magnitud física. Por un lado, quienes centraban en el estudio de la materia y su relación con la temperatura, la presión y el volumen, aceptaban la idea del calórico como un fluido (parecido al agua) que se conserva, incluso en 1824, Sadi Carnot planteó su teoría bajo este modelo mental erróneo en el que explica la máxima eficiencia térmica de un motor que la madre naturaleza podría permitir construir (Marín, 2017); y por el otro lado, se encuentran los científicos que estudiaban la materia y su relación que tiene con la electricidad, tanto así que, en 1827, Georg Simón Ohm describió de manera semejante un análisis del flujo de electricidad con el flujo del calórico, estableciendo así analogías entre la tensión de la corriente y la temperatura; y la cantidad de electricidad y el calor (Moreno, 2013).

Este obstáculo epistemológico coincide con las concepciones alternativas que tienen los estudiantes actualmente frente a ese “fluido eléctrico”. Según Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe y Pedrinaci (2003), los estudiantes consideran que la corriente eléctrica es un fluido que sale del generador y circula por el circuito, y como consecuencia, Pozo & Gómez (1998) plantean que dicho fluido material que se almacenan y sale de las pilas, se debe consumir en una bombilla, por lo que los cables solo serían un vehículo que permite trasladar de un sitio a otro la corriente. Estas concepciones que tienen los estudiantes los llevan a representar cuatro modelos (unipolar, concurrente, reparto y atenuación) para explicar cómo llega “el fluido eléctrico” al consumidor (Moreno, 2013). El modelo unipolar consiste en que el cable de retorno puede ser omitido o considerado innecesario, tal como se muestra en la figura 3.



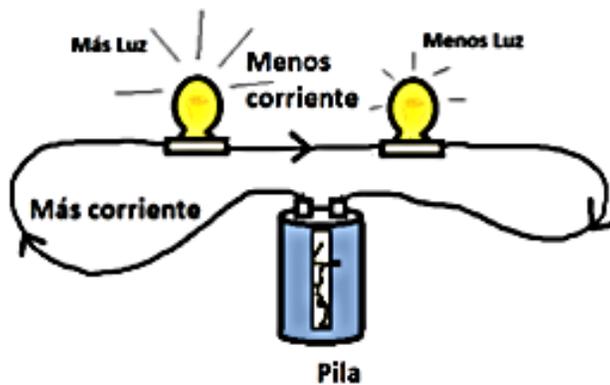
**Figura 3.** Modelo Unipolar. Tomado de: *Propuesta de un modelo pedagógico y didáctico para la enseñanza de los circuitos eléctricos en ingeniería mecatrónica en el ITM.* En <http://www.bdigital.unal.edu.co/10951/1/70565719.2013.pdf>

En el modelo concurrente la corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume y se consume en la bombilla (Figura 4).



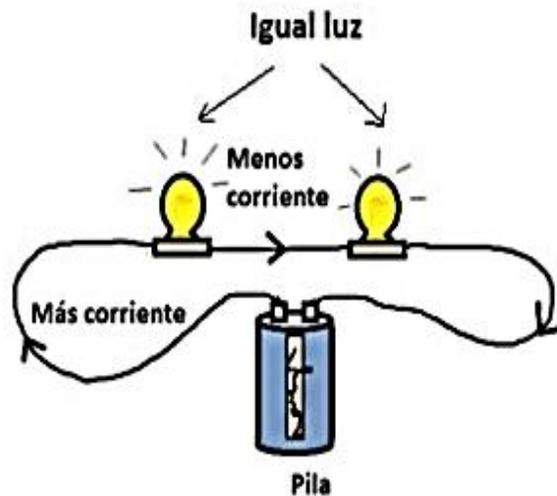
**Figura 4.** Modelo Concurrente. Tomado de: *Propuesta de un modelo pedagógico y didáctico para la enseñanza de los circuitos eléctricos en ingeniería mecatrónica en el ITM.* En <http://www.bdigital.unal.edu.co/10951/1/70565719.2013.pdf>

El modelo de atenuación indica que la corriente circula en una dirección alrededor del circuito debilitándose gradualmente y que los últimos componentes reciben menos y la primera lámpara se iluminará más que la segunda, aunque ambas sean iguales (Figura 5).



**Figura 5.** Modelo Atenuación. Tomado de: *Propuesta de un modelo pedagógico y didáctico para la enseñanza de los circuitos eléctricos en ingeniería mecatrónica en el ITM.* En <http://www.bdigital.unal.edu.co/10951/1/70565719.2013.pdf>

El modelo de reparto no conservativo, es decir, la corriente se reparte en todos los elementos del circuito. Las dos lámparas iluminaran lo mismo (Figura 6).



**Figura 6.** Modelo de Reparto. Tomado de: *Propuesta de un modelo pedagógico y didáctico para la enseñanza de los circuitos eléctricos en ingeniería mecatrónica en el ITM.* En <http://www.bdigital.unal.edu.co/10951/1/70565719.2013.pdf>

Por supuesto que después del aporte de Georg Ohm, a la humanidad le correspondió esperar aproximadamente 20 años (mediados del siglo XIX), para comprender los conceptos fundamentales sobre conservación de la energía y la materia, ya que alrededor de 1950 *William Thomson* o *Lord Kelvin* (1824-1907), *Rudolf Clausius* (1822-1888) y *Hermann Von Helmholtz* (1821-1894) lograron plantear el principio de conservación de la energía (Marín, 2017); y justamente cerca ese periodo, en 1845, Gustav Kirchhoff planteó por vez primera dos leyes que se fundamentan en el principio de conservación de la carga y la energía, las cuales resultaron muy útiles para entender los circuitos eléctricos (Moreno, 2013).

Cabe resaltar, que hoy en día, los estudiantes presentan dificultades para comprender los circuitos eléctricos porque analizan cada elemento del sistema por separado, generando una idea ingenua sobre el principio de conservación de la carga y la energía. De acuerdo con Pozo & Gómez (1998):

Los estudiantes no ven la necesidad de cerrar un circuito para que haya una corriente eléctrica, pero cuando superan dicha dificultad, aunque no necesariamente comprendida, no se acepta que el circuito sea un sistema de interacción en el que cualquier cambio afecta globalmente el circuito. Por lo que los estudiantes tienden a analizar localmente y por

separado cada una de las partes del circuito, de forma que interpretan que la corriente va gastándose o debilitándose según atraviesa los distintos elementos que componen el circuito, de forma que a la pila regresa menos corriente que la que suministra inicialmente. (p. 242)

A esto se le ha llamado el *razonamiento secuencial*.

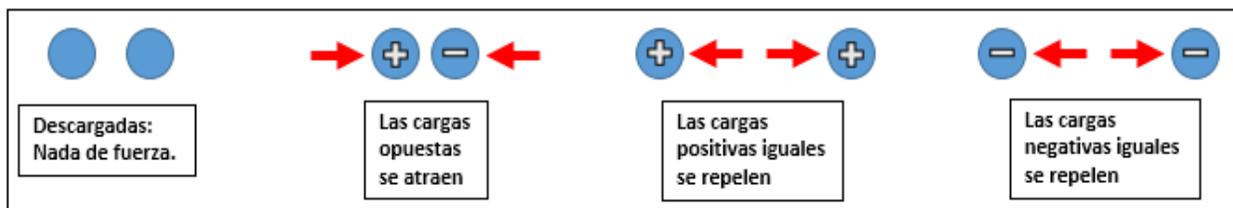
### 4.3. Marco Conceptual

En este apartado se toma como referencia la definición y explicación de conceptos que fundamentan esta investigación como son: carga y fuerza eléctrica, campo eléctrico, energía potencial eléctrica, diferencia de potencial eléctrico, corriente eléctrica, resistencia y potencia eléctrica, y por supuesto, circuitos eléctricos.

#### 4.3.1. Carga y fuerza eléctrica.

Teniendo en cuenta la teoría atómica de Bohr, el átomo es la partícula más pequeña de la materia compuesta por neutrones y protones en su núcleo y, electrones orbitando alrededor de él, donde los protones tienen una carga positiva (+e), los electrones tienen una carga negativa (-e), mientras que los neutrones no tienen carga (Navarrete, 2012). Es por tanto que, si en un átomo hay un exceso de electrones, entonces el ion formado presentará una carga eléctrica neta negativa, pero si hay una deficiencia de electrones, éste ion presentará una carga eléctrica neta, positiva (Floyd, 2007). Es así como se deduce que la carga eléctrica es una propiedad de la materia que depende de la cantidad de protones y electrones que estén en ella, y son “la base para describir todos los fenómenos eléctricos” (Nilsson & Riedel, 2005). Esta carga se simboliza con la letra Q, y se mide en Coulomb (C).

De todo lo anterior, se ha deducido experimentalmente que si iones, o en consecuencia los materiales, presentan una misma carga neta, entonces experimentan una fuerza de repulsión, a diferencia que, si éstas presentan una carga neta opuestas, la fuerza es de atracción (Floyd, 2007), como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.** Fuerzas de Interacción según la Carga eléctrica.  
Adaptado de: Principios de circuitos eléctricos Floyd (2007)

Con base a la Figura 7, partimos que la fuerza eléctrica es aquella interacción, ya sea de atracción o de repulsión que hay entre dos o más cargas, dicha interacción depende de la magnitud de la carga eléctrica y de la distancia que exista entre ellas.

El francés Coulomb fue el primero en cuantificar esta fuerza eléctrica y a partir de sus resultados enunció una Ley, la cual lleva su nombre, y es el principio fundamental de la electrostática. Es válido mencionar que éste cálculo matemático es para cargas en reposo en un sistema de referencia que se encuentre en un medio homogéneo e isotrópico. Entonces, cumpliendo con lo anterior, la fuerza es calculada matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = K \frac{q q_0}{r^2} \quad (1)$$

En la que  $\vec{F}$  es la fuerza eléctrica (denominada fuerza de Coulomb) que se mide en Newton (N),  $K$  es una constante de proporcionalidad que depende del medio en el cual las cargas están inmersas, su valor aproximado es:  $K = 8,99 \times 10^9 \frac{N m^2}{C^2}$ ,  $q$  representan las cargas eléctricas en unidades de Coulomb (C), y  $r$  es la distancia de separación entre las cargas, la cual se mide en metros (m). Esto quiere decir que la fuerza eléctrica que ejerce la carga 1 ( $q$ ) sobre la 2 ( $q_0$ ), es directamente proporcional al producto de ellas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Con la ecuación (1) es posible medir la fuerza eléctrica  $\vec{F}$  entre dos cargas  $q$  separadas por una distancia  $r$ , y usar la Ley de Coulomb para determinar las carga. La unidad de carga es el Coulomb, el cual se define como la cantidad de carga que pasa por un punto específico en un segundo, cuando la corriente es 1 amperio; entonces es mejor definir el coulomb en términos de la unidad de corriente eléctrica (carga por unidad de tiempo), el ampere, que es igual a 1 coulomb por segundo (Young & Zemansky, 2009).

#### ***4.3.2. Campo eléctrico.***

El concepto de campo eléctrico fue necesario incluirlo debido a que la ley de coulomb explicaba puntualmente la fuerza que ejerce una carga eléctrica sobre otra, pero se quedaba corto en explicar el mecanismo mediante el cual se transmitía esta fuerza eléctrica.

Fue solo hasta el año de 1791 cuando el inglés Michael Faraday hablo por primera vez de campo eléctrico al afirmar que “*es una propiedad intrínseca de la materia que exista un campo*

*eléctrico en el espacio que circunda una carga eléctrica. Este campo eléctrico puede considerarse como un campo de fuerza que ejerce una fuerza sobre cargas situadas en el campo”* (Young & Zemansky, 2009). Con lo anterior Faraday quería explicar que siempre alrededor de las cargas, como  $q$ , había un campo de fuerza (Campo eléctrico) que era el responsable de la interacción de las cargas. Así entonces el campo eléctrico es la región del espacio alrededor de una carga o distribución de carga eléctrica, en la cual actúan fuerzas eléctricas para una carga de prueba  $q_0$ .

El campo eléctrico se mide en unidades de voltio/metro o newton/coulomb. La intensidad de campo eléctrico se define como la razón entre la fuerza  $\vec{F}$  que actúa sobre una carga de prueba  $q_0$  y dado que  $\vec{F}$  es una magnitud vectorial, entonces el campo eléctrico  $\vec{E}$  es una magnitud vectorial.

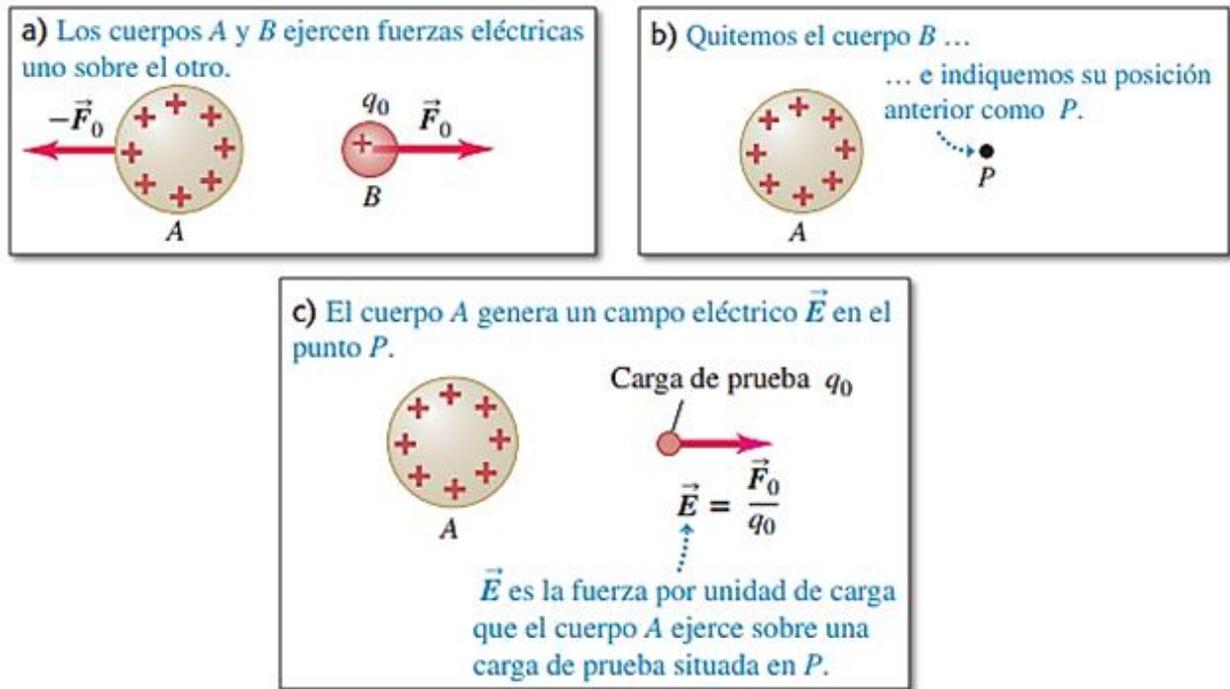
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (2)$$

Con el fin de querer medir el campo eléctrico de la mejor manera posible, es pertinente que la carga de prueba  $q_0$  sea lo más pequeña posible para que haya una menor distorsión del campo eléctrico (Álvarez, Leal & Montealegre, 2017).

La ecuación (2) se puede interpretar como la fuerza que ejerce un carga eléctrica cualquiera  $q$  (o cuerpo cargado eléctricamente), a una unidad de carga de prueba  $q_0$ . De esta manera, la fuerza es generada por una carga  $q$ , o distribución de carga sobre una carga de prueba  $q_0$  a una distancia  $r$ . Entre mayor sea  $r$ , menor será la fuerza eléctrica que experimenta  $q_0$  y entre mayor sea  $q$ , mayor será el campo que interactúa con  $q_0$ . Entonces de la ecuación (1) y (2) se deduce que:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{Kq q_0}{q_0 r^2} = \frac{Kq}{r^2} \quad (3)$$

Por otro lado, Ohanian & Markert (2009) menciona que las cargas ejercen fuerzas entre sí mediante perturbaciones que se genera en el espacio que lo rodea. Conociéndose como campo eléctrico (ver figura 8).



**Figura 8.** Campo eléctrico.

Tomado de: *Física Universitaria con Física Moderna* (Young & Zemansky, 2009).

Estas interacciones entre los cuerpos dependen de la polaridad de su carga. Como ya se dijo, los cuerpos con cargas iguales se repelen y los cuerpos con cargas opuestas se atraen. Un ejemplo claro de un artefacto que mediante su funcionamiento ejemplifica las interacciones entre los cuerpos cargados es el electroscopio; este instrumento permite determinar la presencia de cargas en un objeto y su signo. Un electroscopio sencillo consta de una varilla vertical que posee una esfera en el extremo superior y en el extremo opuesto unas láminas muy delgadas de oro o aluminio. Al acercar un objeto electrizado a la esfera, la varilla se electrificará y las láminas se moverán de acuerdo con la polaridad de las cargas (ver Figura 9 a). Así, cuando un electroscopio se carga con un signo conocido, se puede determinar el tipo de carga eléctrica de un objeto aproximándolo a la esfera; si las laminillas se separan significa que el objeto está cargado con el mismo tipo de carga que el electroscopio (ver figura 9 b). De lo contrario, si se juntan, el objeto y el electroscopio tienen signos opuestos.

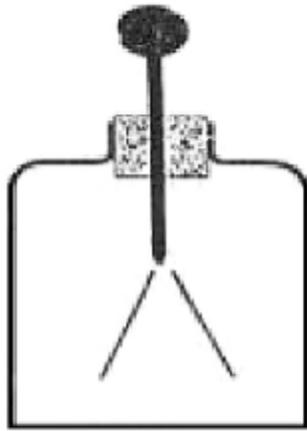


Figura 9a

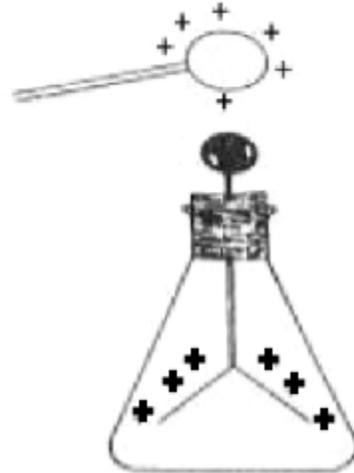


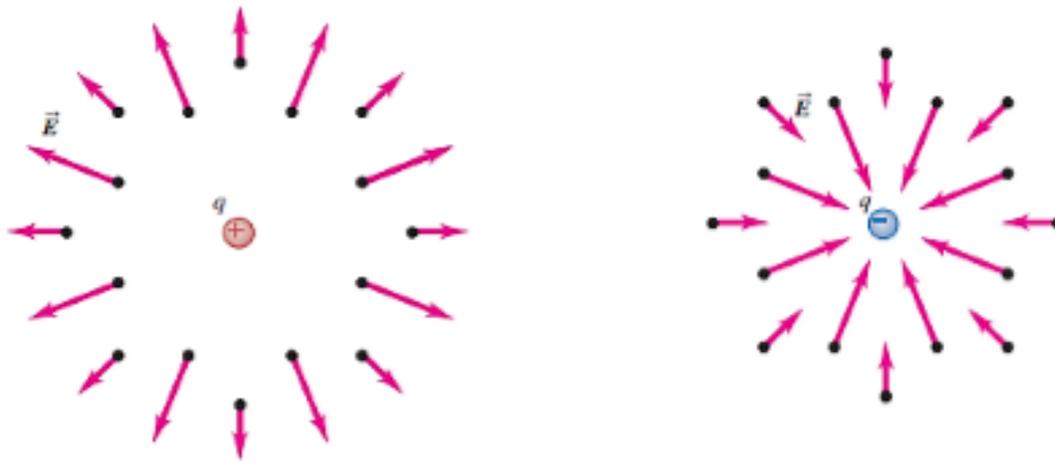
Figura 9b

**Figura 9. Electroscopio simple**

Adaptado de: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14386020/electricidad-salesianos-alameda/6>

Cabe resaltar que el campo eléctrico, al igual que la fuerza, son magnitudes vectoriales que se han de representar con una flecha en la parte superior de la letra que simboliza dicha variable, tal como se representa en la ecuación 2 (Álvarez, Leal & Montealegre, 2017).

Según Barco, Rojas & Restrepo (2012), la dirección del vector de campo eléctrico depende del signo de la carga ( $q$ ); es decir, que una carga puntual ( $q$ ) produce un campo eléctrico  $\vec{E}$  en todos los puntos del espacio. El campo eléctrico producido por una carga puntual positiva apunta en una dirección que se aleja de la carga; por el contrario, si la carga puntual es negativa el campo eléctrico producido apunta hacia la carga, tal como se evidencia en la figura 10.



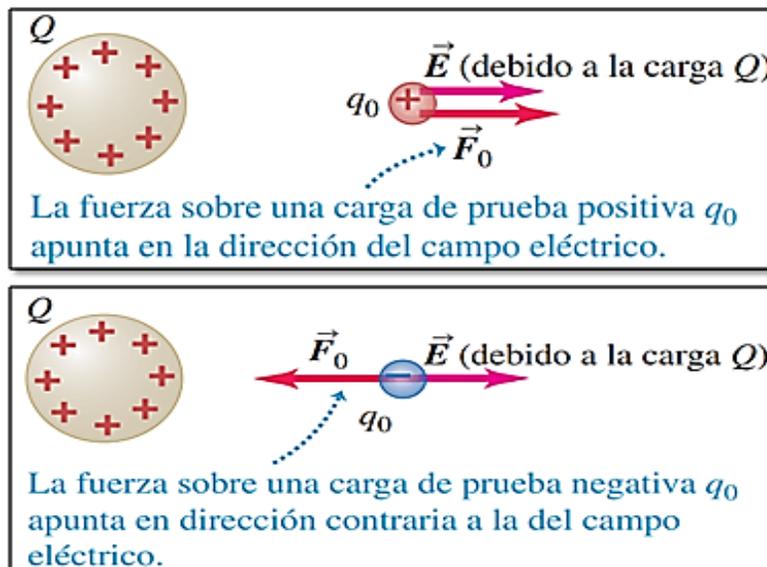
(a) Cuando la carga puntual es positiva.

(b) Cuando la carga puntual es negativa.

**Figura 10.** Representación de las líneas de campo eléctrico.

Adaptado de: Principios de electricidad y magnetismo (Barco, Rojas & Restrepo 2012)

Igualmente, Young & Zemansky (2009), mencionan que si se tiene una carga puntual ( $Q$ ) positiva, esta generará un campo eléctrico; sobre este campo eléctrico se coloca una carga de prueba ( $q_0$ ) que puede ser positiva o negativa. La fuerza  $\vec{F}$  que actúa sobre la carga de prueba ( $q_0$ ) tendrá la misma dirección que el campo eléctrico  $\vec{E}$  si la carga es positiva, pero si la carga es negativa, la fuerza  $\vec{F}$  y el campo eléctrico  $\vec{E}$  tendrían direcciones contrarias, como evidencia la figura 11. (Álvarez, Leal & Montealegre, 2017).



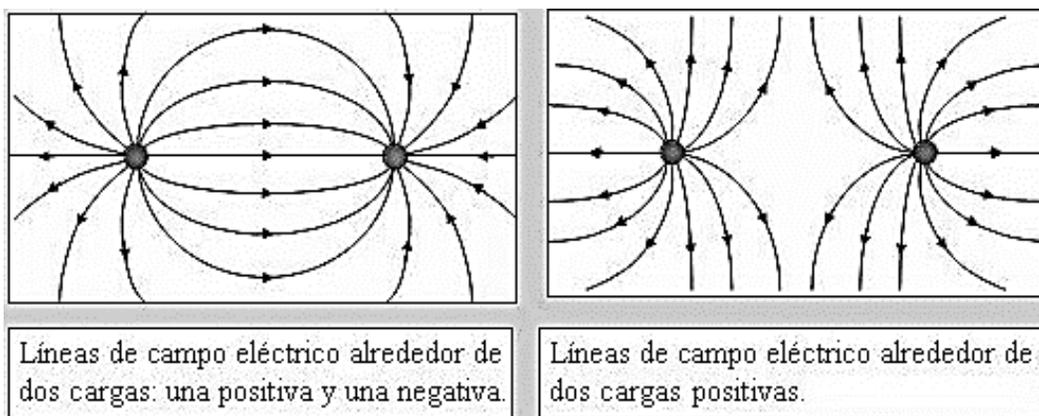
**Figura 11.** Relación entre fuerza y campo eléctrico sobre carga puntual.

Tomado de: Física Universitaria con Física Moderna (Young & Zemansky, 2009)

Debido a que ningún campo eléctrico se puede ver directamente, para poder visualizarlos y hacerlos más reales se utilizan las llamadas líneas de campo. De acuerdo con Young & Zemansky (2009):

Las líneas de campo eléctrico muestran la dirección de  $\vec{E}$  en cada punto, y su espaciamiento da una idea general de la magnitud de  $\vec{E}$  en cada punto. Donde  $\vec{E}$  es fuerte, las líneas se dibujan muy cerca una de la otra, y donde  $\vec{E}$  es más débil se trazan separadas. En cualquier punto específico, el campo eléctrico tiene dirección única, por lo que sólo una línea de campo puede pasar por cada punto del campo. En otras palabras, las líneas de campo nunca se cruzan (p. 773).

Cuando hay más de una carga, las líneas de campo eléctrico van de las cargas positivas a las cargas negativas (ver figura 12); en ausencia de cargas negativas, las líneas terminan en el infinito.



**Figura 12.** Líneas de Campo para un Dipolo Eléctrico

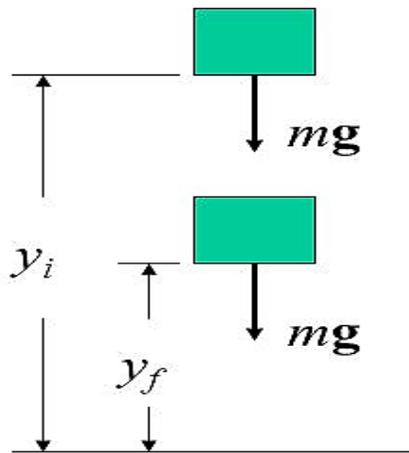
Adaptado de: <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/02/lineas-de-campo-electrico.html>

#### 4.3.3. Energía potencial eléctrica.

Para entender el concepto de energía potencial eléctrica, primero se debe tener claridad acerca de que es energía, que es potencial y porque eléctrica. Como ya se sabe energía es la capacidad de realizar un trabajo; así mismo el concepto de potencial está relacionado y depende de la distancia; y eléctrica es una connotación que se da al estar asociada con distribuciones de cargas eléctricas. Así entonces la energía potencial eléctrica es un tipo de energía que depende de la distancia de las cargas eléctricas, en otras palabras de su potencial.

Otra manera de abordar la energía potencial eléctrica es retomando el concepto de energía potencial gravitacional, debido a que ambos conceptos son análogos y como el segundo concepto es más intuitivo, esto facilita la explicación del potencial eléctrico.

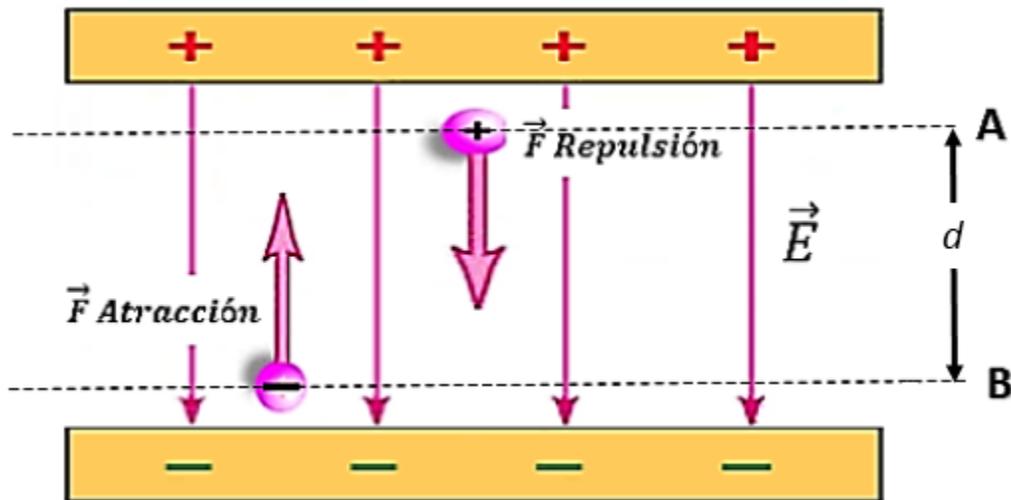
Supongamos que tenemos cualquier cuerpo cuyo peso es  $mg$  y lo levantamos desde el suelo hasta una altura cualquiera, por ejemplo,  $y_f$  (Figura 13). En este proceso efectuamos sobre el cuerpo trabajo, lo suficiente como para vencer la fuerza de la gravedad provocada por el campo gravitacional de la Tierra. Por ende, dicho cuerpo ha adquirido una energía denominada potencial gravitacional, que queda disponible para realizar trabajo. Si hacemos el mismo proceso con el mismo cuerpo anterior, pero esta vez lo llevamos al doble de altura  $y_i$ , la energía potencial que se generaría sobre el cuerpo sería el doble respecto a la primera situación, ya que se necesita el doble de trabajo. (Ver Figura 13).



**Figura 13.** Energía Potencial Gravitatoria

El anterior ejemplo sirve de analogía ya que de igual forma, si se tiene una carga eléctrica sobre un campo eléctrico que debe ser uniforme y paralelo, la energía potencial eléctrica de esta carga puede definirse como la energía que ella posee en virtud a su posición en el campo eléctrico. Así entonces, la energía potencial eléctrica será igual al trabajo que debe hacerse para colocar la carga en la posición final dentro del campo eléctrico.

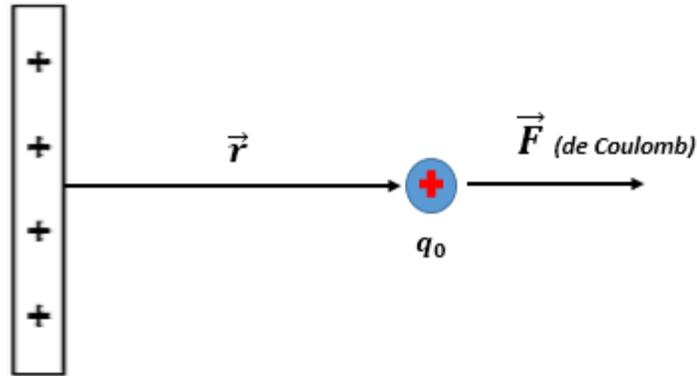
Supongamos que se tienen dos placas paralelas, donde la placa superior está cargada positivamente y la inferior posee carga negativa; así que el campo eléctrico se dirige de la placa positiva a la negativa. En la figura 14, se muestran dos cargas, una positiva y una negativa en un campo eléctrico uniforme  $\vec{E}$  con dirección que sale de la placa positiva superior hacia la negativa en la parte inferior. La carga positiva experimenta una fuerza eléctrica de repulsión que iría en el mismo sentido del campo eléctrico, mientras que la carga negativa experimenta una fuerza de atracción en sentido contrario al campo eléctrico



**Figura 14.** Campo Eléctrico Generado por Placas Paralelas

Como se observa en la figura 14, la carga positiva se moverá en el mismo sentido del vector de campo eléctrico, desde A hasta B, realizando un trabajo, entonces la energía potencial eléctrica que tiene esta carga en el punto A, es igual al trabajo realizado por la fuerza para mover la carga en contra del campo eléctrico desde B hasta A, a lo largo de la distancia  $d$ . Para la carga negativa la condición cambia, ya que esta vez el trabajo se realiza al llevar la carga desde B hasta A, entonces la energía potencial eléctrica que tiene esta carga en el punto B, es el trabajo realizado para llevar la carga en el mismo sentido del campo eléctrico desde A hasta B, a lo largo de la distancia  $d$ .

Para calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico partiremos desde la idea de que este campo ejerce una fuerza de magnitud  $\vec{F} = q_0 \vec{E}$  sobre una carga de prueba positiva  $q_0$  a una distancia  $\vec{r}$ , como se ve en la figura 15.



**Figura 15.** Energía Potencial Eléctrica.

Aquí la energía potencial eléctrica de la carga  $q_0$  en la posición  $\vec{r}$ , bajo la acción de la fuerza  $\vec{F}$ , por definición es:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{r} = F r \cos 0^\circ = F r$$

Por lo tanto, el trabajo realizado por el campo eléctrico es el producto de la magnitud de la fuerza por la componente de desplazamiento (ecuación 4) (Young & Zemansky, 2009).

$$W = F r$$

Luego, como la energía potencial eléctrica es igual al trabajo:

$$U = F r \quad (4)$$

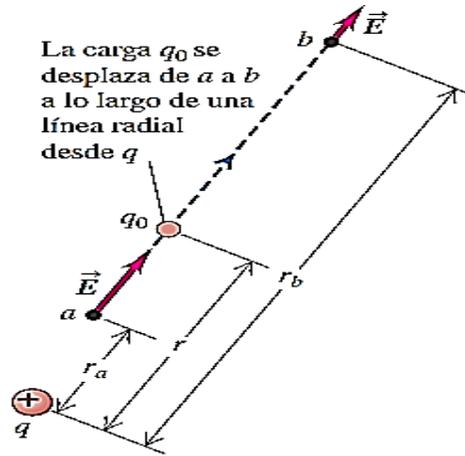
Y como  $F = \vec{E} q_0$ , reemplazando en la ecuación 4 entonces:

$$U = q_0 \vec{E} r$$

Donde  $U$  es la energía potencial,  $q_0$  es la carga de prueba,  $\vec{E}$  es el campo eléctrico y  $r$  es la distancia a la que se encuentra la carga.

Por consiguiente, es útil calcular el trabajo realizado sobre una carga de prueba  $q_0$  que se mueve en el campo eléctrico ocasionado por una sola carga puntual estacionaria  $q$ . En primer lugar, se considerará un desplazamiento a lo largo de una línea radial, como se ilustra en la (figura 16), del punto  $a$  al punto  $b$ .

La carga de prueba  $q_0$  se desplaza a lo largo de una línea recta que se extiende en forma radial desde la carga  $q$ . Conforme se desplaza de  $a$  a  $b$ , la distancia varía de  $r_a$  a  $r_b$ .

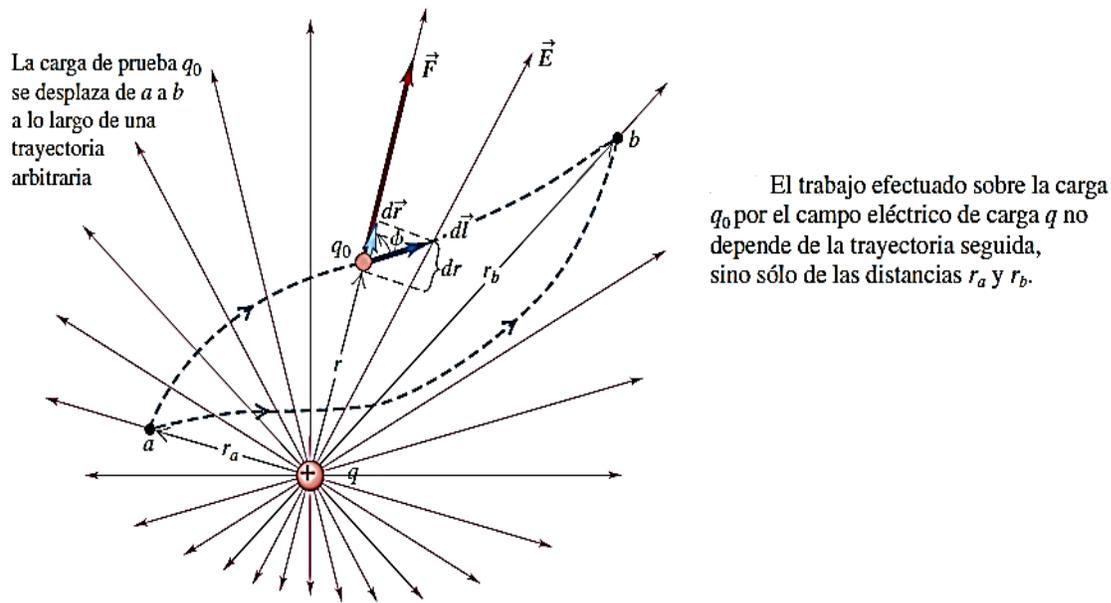


**Figura 16.** Desplazamiento de una carga a lo largo de una línea radial. Tomado de: Física Universitaria (Young & Zemansky, 2009)

Entonces, la fuerza sobre  $q_0$  está dada por la ley de Coulomb, y su componente radial es como se ve en la ecuación (1). Si  $q$  y  $q_0$  tienen el mismo signo, la fuerza es de repulsión y  $F_r$  es positiva; si las dos cargas tienen signos opuestos, la fuerza es de atracción y  $F_r$  es negativa. La fuerza no es constante durante el desplazamiento, y se tiene que integrar para obtener el trabajo  $W_{a \rightarrow b}$  que realiza esta fuerza sobre  $q_0$  y a medida que  $q_0$  se mueve de  $a$  a  $b$ . Resulta lo siguiente:

$$W_{a \rightarrow b} = \int_{r_a}^{r_b} F_r dr = \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} dr = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right) \quad (5)$$

De la ecuación anterior se puede afirmar que el trabajo efectuado por la fuerza eléctrica para esta trayectoria particular depende sólo de los puntos extremos y no de la trayectoria, en realidad, el trabajo es el mismo para todas las trayectorias posibles entre  $a$  y  $b$  (Young & Zemansky, 2009), como se observa en la figura 17.



**Figura 17.** Trabajo para todas las trayectorias posibles entre  $a$  y  $b$ . Tomado de: *Física Universitaria (Young & Zemansky, 2009)*

#### 4.3.4. Potencial eléctrico.

El potencial en cualquier punto está definido como la razón entre la energía potencial eléctrica y la carga de prueba. Según Young & Zemansky (2009), se define el potencial eléctrico  $V$  en cualquier punto en el campo eléctrico como la energía potencial  $U$  por unidad de carga asociada con una carga de prueba  $q_0$ , como se ve en la ecuación (6).

$$V = \frac{U}{q_0} \quad \text{O bien,} \quad V = \frac{W}{q_0} \quad (6)$$

Donde  $W$  es el trabajo que realiza la carga al ir del punto  $a$  al punto  $b$  así:

$$W_{a \rightarrow b} = U_a - U_b = -(U_b - U_a) = -\Delta U \quad (7)$$

Ahora reemplazamos la ecuación (7) en (6), o bien dividimos la ecuación (7) entre  $q_0$ , obtenemos que:

$$\frac{W_{a \rightarrow b}}{q_0} = -\frac{\Delta U}{q_0} = -\left(\frac{U_b}{q_0} - \frac{U_a}{q_0}\right) = -(V_b - V_a) = V_a - V_b \quad (8)$$

Donde  $V_a = \frac{U_a}{q_0}$  es la energía potencial por unidad de carga en el punto  $a$  y se aplica de manera análoga para  $V_a$  y  $V_b$ . A esto se denomina el potencial en el punto  $a$  y potencial en el punto  $b$ , respectivamente. De este modo, el trabajo realizado por unidad de carga por la fuerza eléctrica cuando un cuerpo con carga se desplaza de  $a$  a  $b$  es igual al potencial en  $a$  ( $V_a$ ) menos el potencial en  $b$  ( $V_b$ ). (Young & Zemansky, 2009).

Cabe resaltar que las unidades para el potencial eléctrico  $V$  se llaman voltios, en honor al científico italiano y experimentador eléctrico Alessandro Volta (1745-1827), y es igual a 1 joule por coulomb así:

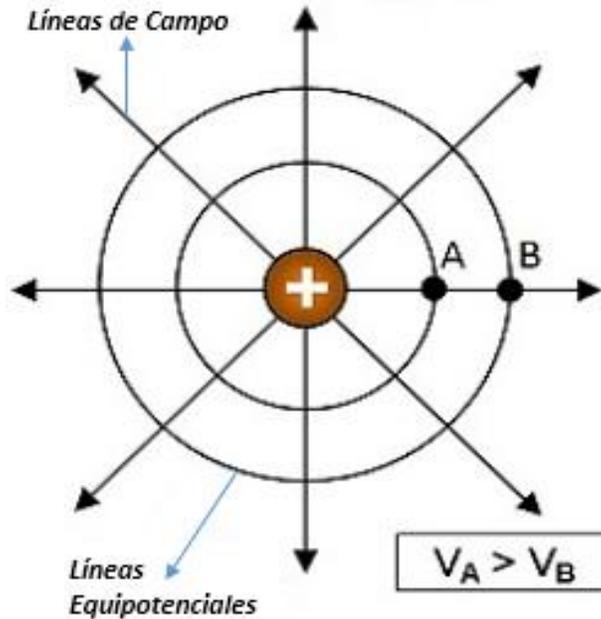
$$1V = 1\text{volt} = 1 \frac{J}{C} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}}$$

#### ***4.3.5. Diferencia de potencial eléctrico.***

La diferencia  $V_a - V_b$  se llama potencial de  $a$  con respecto a  $b$ ; en ocasiones esa diferencia se abrevia como  $V_{ab} = V_a - V_b$ . No es raro que se llame a esta expresión diferencia de potencial entre  $a$  y  $b$ ; pero esto es una ambigüedad, a menos que se especifique cuál es el punto de referencia. En los circuitos eléctricos, la diferencia de potencial entre dos puntos con frecuencia se denomina voltaje (figura 18).

El concepto de diferencia de potencial o voltaje, es análogo al concepto de transferencia de calor; por ejemplo, cuando tenemos dos cuerpos con diferentes temperaturas, ocurre una transferencia de calor del cuerpo con mayor temperatura al de menor. En términos eléctricos, cuando hay dos puntos con diferente energía potencial, se producirá un desplazamiento de cargas (corriente eléctrica) del punto de mayor potencial al de menor.

Supongamos que se tiene una carga puntual positiva, la cual genera un campo eléctrico a su alrededor, si se trazan líneas concéntricas alrededor de la carga puntual perpendiculares a su campo eléctrico se obtendrá lo que se denominan líneas equipotenciales (figura 18). Como cada línea equipotencial se encuentra a una distancia diferente y constante, cada línea tendrá un potencial diferente.



**Figura 18.** Líneas Equipotenciales de una carga Puntual Positiva.

Adaptado de: <https://pt.slideshare.net/fisicaboulangier/superficie-equipotencial-22312250>

De acuerdo con la figura 18, el potencial eléctrico en el punto A es mayor que el potencial eléctrico en el punto B. Así, la ecuación (7) establece  $V_{ab}$ , el potencial de *a* con respecto a *b*, es igual al trabajo que debe efectuarse para desplazar con lentitud una UNIDAD de carga de *b* a *a* contra la fuerza eléctrica. (Young & Zemansky, 2009).

En conclusión, la figura 18 ejemplifica el concepto de diferencia de potencial entre dos puntos, que están en un campo eléctrico uniforme generado por una carga puntual positiva.

#### **4.3.6. Corriente eléctrica.**

La corriente eléctrica *I* está definida como el número de cargas eléctricas que atraviesan por un conductor en un determinado tiempo, tal como se muestra en la ecuación (9). Podemos entender la corriente eléctrica a partir de la diferencia de potencial, que como ya sabemos, permite que los electrones se muevan en el interior del circuito o de un material conductor de cierta área transversal, y éste movimiento de electrones es lo que se denomina corriente eléctrica (Floyd, 2007). Esta tasa de velocidad se mide en amperios (A), que corresponde al flujo de una carga de un Coulomb ( $6.2415 \times 10^{18}$  electrones) en un segundo, determinada matemáticamente por:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (9)$$

Donde  $Q$  es la carga en coulomb ( $C$ ),  $t$  la unidad de tiempo dada en segundos ( $s$ ) y  $I$  es la corriente eléctrica dada en amperios. En el sistema internacional la unidad para la corriente es el Ampere y se expresa con la letra  $A$ , en honor al físico francés *André Marie Ampere* (1775 – 1836). Un ampere de corriente equivale al flujo de un coulomb de carga por segundo, así:

$$1 \text{ Ampere} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{\text{segundo}}$$

En general, la corriente eléctrica no es más que la tasa de velocidad flujo de los electrones en un material conductor o semiconductor, se puede expresar como  $dQ$ , y el tiempo que tarda en pasar este flujo por este material como  $dt$ ; entonces se tendrá que:

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (10)$$

La corriente también la podemos entender como una velocidad de las cargas en movimiento, a esto se le llama velocidad de deriva  $V_d$ . Consideremos un conductor cilíndrico con un área de sección transversal  $A$  y una longitud  $L$ , y por el fluye campo eléctrico uniforme  $\vec{E}$  que se dirige de izquierda a derecha (Figura 13). Suponga también que hay  $n$  partículas con carga en movimiento; se llamará  $n$  a la concentración de estas partículas por unidad de volumen (Young & Zemansky, 2009). Todas las partículas  $n$  se mueven en promedio a la misma velocidad de deriva.

Entonces, en un intervalo de tiempo  $dt$ , cada partícula se mueve una distancia descrita por  $V_d dt$ . Si se considera que la sección transversal es un cilindro, el volumen es  $A V_d dt$ , y el número de partículas que llevaría dentro será  $n A V_d dt$ . Como cada partícula tiene una carga  $q$ , la carga  $dQ$  que fluye por el cilindro en el tiempo  $dt$  será:

$$dQ = q (nAV_d dt) = nqV_d A dt \quad (11)$$

Y la corriente entonces será:

$$I = \frac{dQ}{dt} = n q V_d A \quad (12)$$

Se define la densidad de corriente como la cantidad de corriente por unidad de área que pasa por la sección transversal del conductor, a esta **densidad de corriente** se denomina con la letra  $J$  y se expresa como:

$$J = \frac{I}{A} \quad (13)$$

Reemplazando la ecuación (12) en la ecuación (13) se tiene:

$$J = n q V_d \quad (14)$$

La densidad de corriente  $J$  y un campo eléctrico  $\vec{E}$  que se forman dentro de un conductor siempre tendrá una diferencia de potencial que se mantiene a través del conductor. En algunos materiales, la densidad de corriente  $J$  es proporcional al campo eléctrico  $\vec{E}$ :

$$J = \frac{\vec{E}}{\rho} \quad (15)$$

Donde  $\rho$  es una constante de proporcionalidad que se define como **resistividad** propia de los materiales conductores; hay que aclarar que no todos los materiales obedecen esta ecuación, y que los que obedecen a esta están dominados por la **ley de Ohm**. La ley de Ohm (Georg Simón Ohm, físico alemán, 1789-1854, fue quien formuló el concepto de resistencia) establece que para muchos materiales (incluyendo la mayor parte de los metales, la relación de la densidad de corriente  $J$  y el campo eléctrico  $\vec{E}$  es una constante  $\rho$  que es independiente del campo eléctrico que provoca la corriente eléctrica (Serway, 1992).

La resistividad es una propiedad única para cada material, esta se entiende como la oposición del material ante una corriente eléctrica, en otras palabras la resistividad es la resistencia eléctrica específica de un material. Esta propiedad se designa con la letra griega rho ( $\rho$ ) y se mide en ohmios por metro ( $\Omega \cdot m$ ). El valor de la resistividad describe el comportamiento del material ante una corriente eléctrica, entre mayor sea su resistividad significa que el material es mal conductor, por el contrario un valor de resistividad bajo indica que el material es buen conductor de la corriente eléctrica.

Por otro lado, existe otra propiedad de los materiales para describir su comportamiento ante la corriente eléctrica., la conductividad. De manera general se trata del inverso de la resistividad, es decir, que un material con un valor de conductividad alto, presentara poca oposición al paso de la corriente. Esta propiedad se representa con la letra griega sigma ( $\sigma$ ) y sus unidades son el siemens por metro ( $S \cdot m$ ). En la imagen 19 se presentan los valores de resistividad y conductividad de algunos materiales.

<b>Elementos o materiales</b>	<b>Conductividad</b>	<b>resistividad</b>
Plata	0,6305	0,0164
cobre	0,5958	0,0172
oro	0,4464	0,0230
aluminio	0,3767	0,0278
Latón	0,1789	0,0590
Cinc	0,1690	0,0610
Cobalto	0,1693	0,0602
Niquel	0,1462	0,0870
hierro	0,1030	0,0970
Acero	0,1000	0,1000
platino	0,0943	0,1050
Estaño	0,0839	0,1200
plomo	0,0484	0,2815
Magnesio	0,0054	2.700
Cuarzo	0,0016	4.500
Grafito	0,0012	8.000
madera seca	.0,0010	10.000
carbón	0,00025	40.000

*Figura 19. Valores de Resistividad y Conductividad para algunos Materiales*

De acuerdo con la imagen 19, la plata, el cobre y el oro son buenos conductores de la corriente eléctrica debido a su bajo valor de resistividad y alto valor de conductividad, esta es la razón de porque se prefieren estos materiales a la hora de construir dispositivos que requieran electricidad. Por el contrario, los materiales menos usados en este ámbito, serian materiales como el cuarzo, la madera y el carbón.

Cabe resaltar que estos valores de resistividad y conductividad cambian con la temperatura. En el caso de la resistividad, generalmente aumenta con la temperatura. Esta estrecha relación entre resistividad y temperatura se relaciona a continuación:

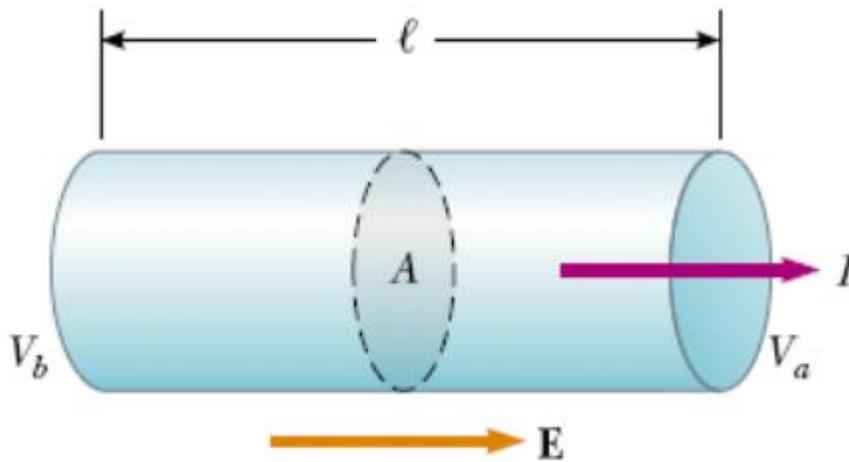
$$\rho(T) = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

Donde  $\rho_0$  es la resistividad a la temperatura de referencia,  $T_0 = 0C^\circ - 20C^\circ$  y donde  $\alpha$  es el coeficiente de temperatura de la resistividad. Esta también es una propiedad del material. Esta

es la razón por la cual los bombillos de filamento se calientan demasiado, aumentando la temperatura y disminuyendo su eficiencia.

#### 4.3.7. Resistencia eléctrica.

Para entender mejor este concepto supongamos que nuestro conductor es un alambre cilíndrico con sección transversal uniforme de área  $A$  y longitud  $L$ , y además este conductor cumple la ley de Ohm. Si dentro del conductor existe una diferencia de potencial debido a la presencia de un campo eléctrico, entonces se genera una corriente eléctrica como se ve en la figura 20.



**Figura 20.** Campo eléctrico y corriente creado por la diferencia de potencial. Tomado de: *Physics for Scientists and Engineers* (Serway, 1992)

Como el campo eléctrico es uniforme, la diferencia de potencial está relacionada con el campo eléctrico como lo describe la ecuación (16), donde  $L$  es la distancia que recorren las cargas eléctricas en el conductor:

$$V_{ab} = V_a - V_b = - \int_a^b \vec{E} dL = \vec{E} \int_0^L dx = \vec{E} L \quad (16)$$

Podemos decir entonces que:

$$V_{ab} = \vec{E} L \quad \text{o} \quad \vec{E} = \frac{V_{ab}}{L} \quad (17)$$

Ahora, reemplazando la ecuación (13) y (17) en la ecuación (15) se tiene que:

$$\frac{I}{A} = \frac{1}{\rho} \frac{V_{ab}}{L} \quad (18)$$

Luego:

$$V_{ab} = \rho \left(\frac{L}{A}\right) I \quad (19)$$

Esto demuestra que cuando  $\rho$  es constante, la corriente total  $I$  es proporcional a la diferencia de potencial  $V_{ab}$ . La razón de la diferencia de potencial con la corriente para un conductor particular se llama **resistencia**, y se denomina con la letra  $R$  y está dada por  $R = \rho \left(\frac{L}{A}\right)$ , reemplazando esto en la ecuación (19) se tiene que:

$$R = \frac{V_{ab}}{I} \quad (20)$$

Es así que la ecuación (20) es conocida como la ley de Ohm y es usual verla expresada así  $V_{ab} = IR$ .

#### 4.3.8. Potencia eléctrica.

La potencia es definida como la cantidad de trabajo que se realiza en una unidad de tiempo (Floyd, 2007).

$$P = \frac{W}{t}$$

Donde  $P$  es la potencia,  $W$  el trabajo y  $t$  el tiempo. Como ya se ha dicho, en electricidad el trabajo es igual a la energía potencial eléctrica por lo tanto:

$$P = \frac{U}{t} \quad (21)$$

Ahora de la ecuación (6) tenemos que  $U = V q_0$ , reemplazando en la ecuación (21):

$$P = \frac{V q_0}{t}$$

Y como  $I = \frac{q_0}{t}$  entonces:

$$P = V I$$

Por ley de Ohm  $V = R I$ , luego  $P = R I I$ , entonces la potencia eléctrica se define matemáticamente como:

$$P = R I^2$$

Donde  $P$  es la potencia dada en watts ( $w$ ),  $I$  la corriente dada por amperios ( $A$ ) y  $R$  la resistencia del material en ohm ( $\Omega$ ), no obstante, se presenta una ecuación equivalente a potencia dada entre la diferencia de potencial y la resistencia dada por:

$$P = I^2 R = (I * I)R = I(IR) = (IR)I$$

Siendo entonces:

$$P = VI \quad (22)$$

Así que, sustituyendo  $I$  por  $V/R$  (ley de ohm) se llega a obtener otra expresión equivalente:

$$P = VI = V\left(\frac{V}{R}\right)$$

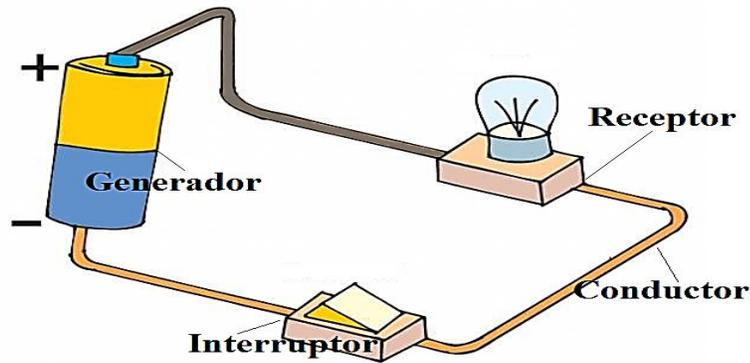
Entonces,

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (23)$$

Por ende, de acuerdo con Floyd (2007), la ley de Watt relaciona la potencia entre diferencia de potencial, corriente y resistencia; permitiendo el cálculo de  $P$  de acuerdo a la información de alguna situación problema.

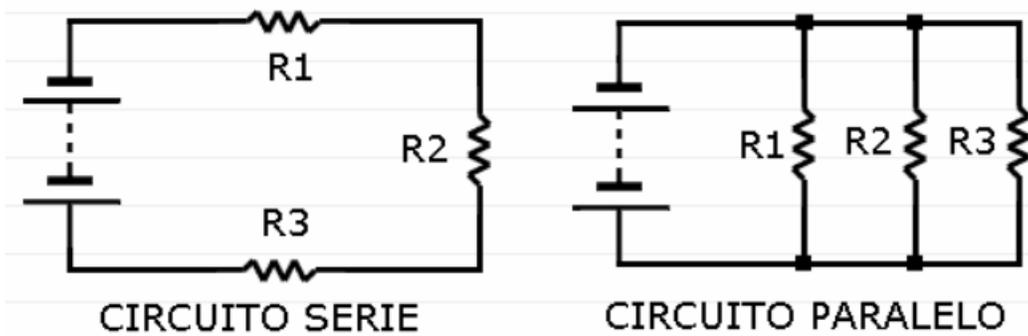
#### **4.3.9. Circuito eléctrico.**

De acuerdo con Nilson & Riedel (2005), un circuito eléctrico es un modelo matemático que aproxima el comportamiento de un sistema eléctrico real e incluso no es más que “una interconexión de elementos eléctricos” (Alexander & Sadiku, 2006, p. 4) el cual está estructurada por elementos físicos que están caracterizados en términos de voltaje, corriente y resistencia (Floyd, 2007), ver Figura 21.



**Figura 21.** Circuito eléctrico y sus componentes

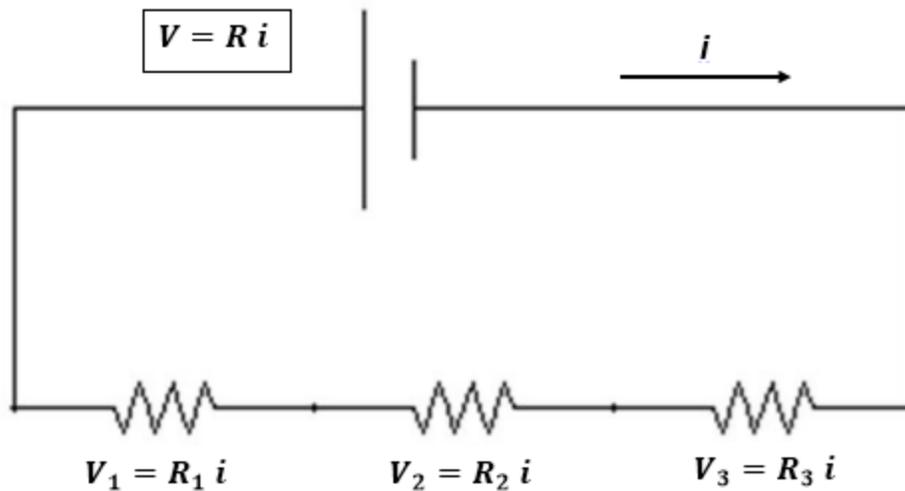
De acuerdo a como se acomodan las resistencias (o elementos del circuito) a lo largo del conductor, se puede decir que el circuito está en paralelo o en serie, como se ve en la figura 22, pero también pueden darse circuitos mixtos, como se ve en la figura 25. El circuito en serie se caracteriza porque la corriente que se origina en la batería es la misma que fluye a través de cada uno de los elementos de la serie; a diferencia de los circuitos en paralelo. En estos circuitos, un extremo de las resistencias están conectadas a un mismo potencial  $V_a$  y el otro extremo a un mismo potencial  $V_b$ ; es decir, las resistencias en paralelo están sometidas a la misma diferencia de potencial (Navarrete, 2012).



**Figura 22.** Circuito en serie y paralelo. Tomado de: <https://fisica.laguia2000.com/general/circuitos-en-serie-y-en-paralelo>

Para poder resolver estos circuitos debemos tener en cuenta la disposición y el número de sus resistencias. En el caso de los circuitos en serie, la manera de indagar la resistencia total

obedece a la ley de la conservación de la energía. Supongamos un circuito sencillo con tres resistencias conectadas en serie como se ve en la figura 23.



**Figura 23.** Circuito en Serie

Por ley de la conservación de la energía se tiene que:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Reemplazando V de acuerdo con la Ley de Ohm:

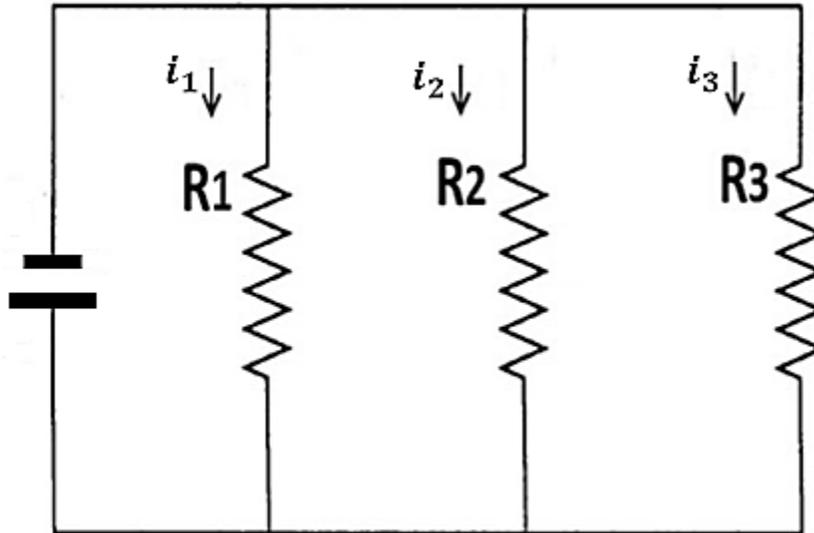
$$V = R_1 i + R_2 i + R_3 i$$

$$V = i (R_1 + R_2 + R_3)$$

Entonces la resistencia total del circuito será:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

Para el caso de un circuito en paralelo, la manera de indagar la resistencia total obedece a la ley de conservación de las cargas. Supongamos un circuito eléctrico en paralelo, como se ve en la figura 24.



**Figura 24.** Circuito en Paralelo

En este caso por conservación de la carga se tiene que:

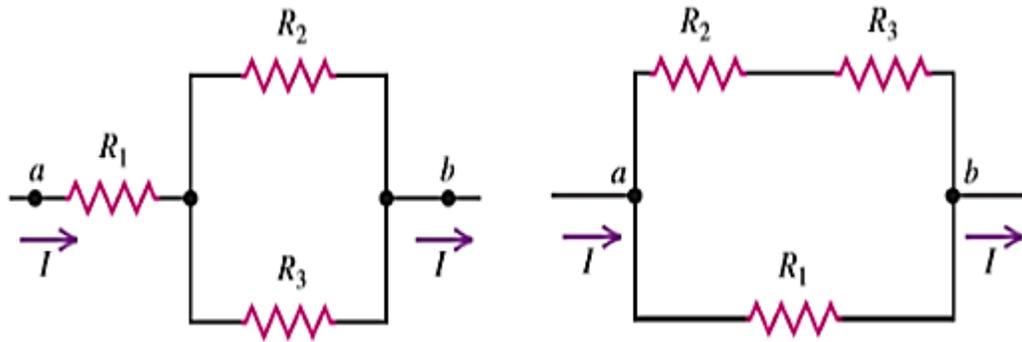
$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Como  $R = \frac{V}{i}$ , Ley de Ohm, despejando  $i$  y reemplazando:

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

Entonces la resistencia total para un circuito n paralelo será:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

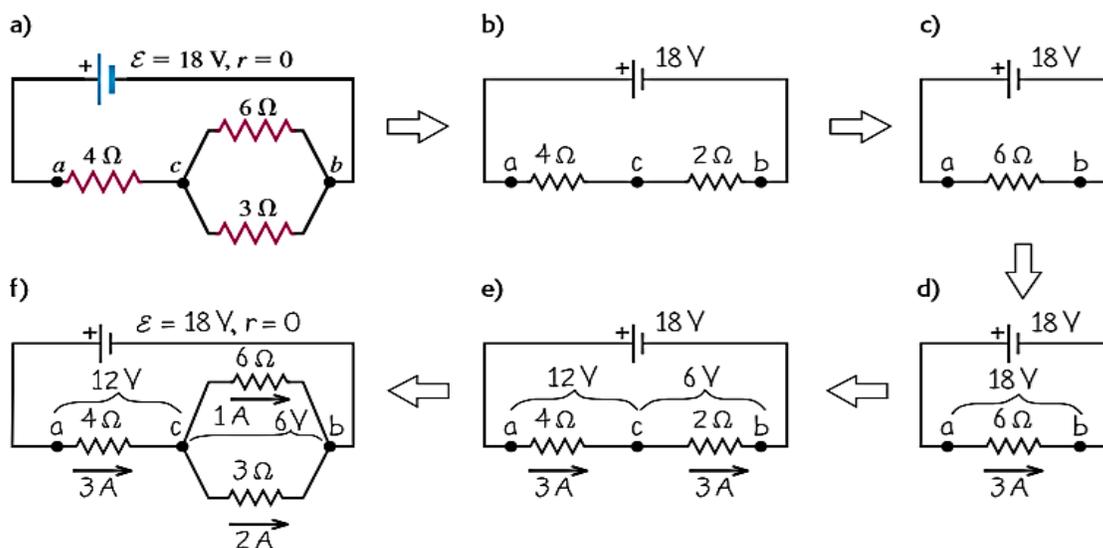


a).  $R_1$  en serie con una combinación en paralelo de  $R_2$  y  $R_3$ .

b).  $R_1$  en paralelo con una combinación en serie de  $R_2$  y  $R_3$ .

**Figura 25.** Circuito mixto. Combinación entre serie y paralelo. Tomado de: *Física Universitaria* (Young & Zemansky, 2009)

Cuando se presentan estos tipos de circuitos mixtos, que presentan resistencias ubicadas en serie y en paralelo, lo primero que se debe hacer es reconocer el número de resistencias y como están ubicadas (serie o paralelo), en la figura 26, se observa un ejemplo de este tipo de circuitos, y los pasos que se deben realizar para resolverlo.



**Figura 26.** Etapas para reducir una combinación de resistores a un solo resistor equivalente y calcular la corriente en cada resistor. Tomado de: *Física Universitaria* (Young & Zemansky, 2009)

Esta red de tres resistores es una combinación de resistencias en serie y en paralelo. Las resistencias de  $6\ \Omega$  y  $3\ \Omega$  están en paralelo, y su combinación está en serie con el resistor de  $4\ \Omega$ .

Primero se determina la resistencia equivalente  $R_t$  de esta red en su conjunto. Luego se calcula la corriente en el resistor de  $4\ \Omega$ , que está en serie con la combinación, esta misma corriente se divide entre los resistores de  $6\ \Omega$  y  $3\ \Omega$ ; se determina cuánta corriente va hacia cada resistor utilizando el principio de que la diferencia de potencial debe ser la misma a través de estos dos resistores (porque están conectados en paralelo) (Young & Zemansky, 2009).

Los resistores de  $6\ \Omega$  y  $3\ \Omega$  en paralelo de la (figura 26a) equivalen al resistor único de  $2\ \Omega$ , que de acuerdo con la figura 21 se deben resolver así:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6\ \Omega} + \frac{1}{3\ \Omega} = \frac{1}{2\ \Omega}$$

Ahora la red que antes tenía tres resistores, dos de ellos en una combinación que se encontraba en paralelo, queda reducida a una red de dos resistores en serie (figura 26b). Luego, según la figu este tipo de circuitos se debe resolver así:

$$R_T = 4\ \Omega + 2\ \Omega = 6\ \Omega$$

Conociendo la resistencia total podemos y el voltaje, podemos determinar la corriente que circula por el circuito. Aplicando la ley de Ohm tenemos que:

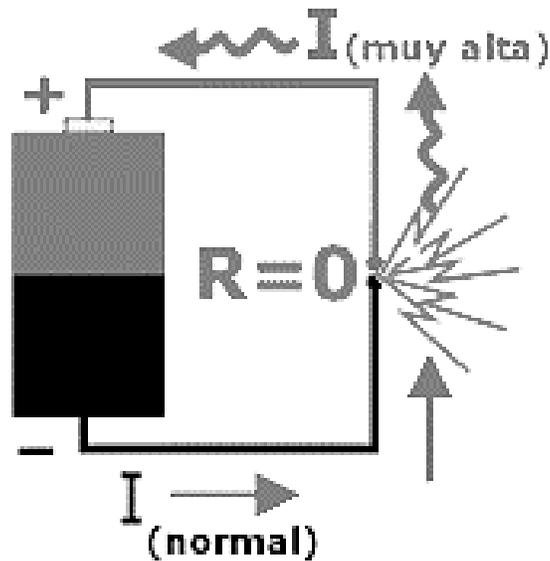
$$I = \frac{V}{R} = \frac{18\ V}{6\ \Omega} = 3\ \text{Amperios}$$

Conociendo la corriente podemos calcular el voltaje en cada resistencia, por ejemplo, en la resistencia de  $2\ \Omega$ :

$$V = I R = (3A)(2\ \Omega) = 6\ V$$

Así se hace con todas las resistencias para hallar el voltaje en cada una (figura 21f). Observe que para los dos resistores en paralelo entre los puntos c y b de la figura 21f, hay el doble de corriente a través del resistor de  $3\ \Omega$  que a través del resistor de  $6\ \Omega$ , es decir, pasa más corriente por la trayectoria de menos resistencia. También nótese que la corriente total a través de estos dos resistores es de  $3\ A$ , la misma que pasa a través del resistor de  $4\ \Omega$  entre los puntos a y c (Young & Zemansky, 2009).

Si por casualidad en algún circuito eléctrico se anulan las resistencias, la corriente tiende a aumentar considerablemente en un fenómeno conocido como corto circuito. Este fenómeno es muy común y sucede cuando los cables de un circuito se conectan antes de llegar a las resistencias (figura 27).



**Figura 27. Corto Circuito**

De acuerdo con la Ley de Ohm  $i = V/R$ , si la resistencia es cero, la corriente será un número indefinido, pero en el mundo real a pesar de que se suprime la resistencia, esta no será totalmente cero debido a la resistencia propia del material del cable conductor, pero como ya se dijo, los materiales con los que se construyen estos cables tienen un coeficiente de resistividad muy bajo del orden de  $0,0172 \Omega \cdot m$  para el caso del cobre. Supongamos que se tiene un circuito sencillo, con un voltaje de  $120 \text{ V}$ , y una resistencia de  $100 \Omega$ ; con estas condiciones y aplicando la ley de Ohm la corriente del circuito es de  $1,2 \text{ A}$ . si se suprime la resistencia y como los cables del circuito están hechos de cobre, aplicando nuevamente la ley de Ohm tenemos que la corriente del circuito es de  $6076,74 \text{ A}$ . Como se observa, la corriente aumenta considerablemente y con ella la temperatura provocando accidentes como incendios y descargas eléctricas.

## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivo General**

- Validar, en los estudiantes del grado once de la I.E Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo, la competencia científica en cuanto a la construcción de significados sobre circuitos eléctricos de corriente continua, la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución, la obtención y análisis de los resultados, el trabajo en equipo y el rol del profesor, cuando usa una estrategia de enseñanza por resolución de problemas.

### **5.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto de circuitos eléctricos de corriente continua.
- Diseñar una secuencia didáctica con base en problemas abiertos, de contexto y articulados con las concepciones alternativas identificadas.
- Aplicar la secuencia de intervención didáctica previamente diseñada, que permita optimizar el trabajo a partir de la estrategia de resolución de problemas abiertos de contexto.
- Identificar la construcción de significados y el desarrollo de competencias al aplicar los diferentes problemas.
- Describir la práctica docente que se desarrolla naturalmente cuando se aplican los diferentes problemas.

## 6. Metodología

### 6.1. Descripción de la Metodología

Este trabajo se desarrolló bajo un método de investigación en las ciencias sociales denominado etnográfico interaccional discursivo, que incluye las siguientes características: a) El investigador comienza su trabajo con la etapa denominada observación participante. b) Los datos analizados proceden siempre de discursos e interacciones reales. En este trabajo de investigación se tuvo en cuenta el uso del lenguaje por parte de los estudiantes al momento de analizar, describir y explicar; además, no solo se tuvo en cuenta las interacciones entre estudiantes-estudiantes (trabajo en equipo), sino también las interacciones estudiante-profesor (abordaje comunicativo). c) El investigador recoge los datos de manera naturalística. d) El tratamiento posterior de los datos se realiza a través del análisis cualitativo de los mismos como se explicará más adelante.

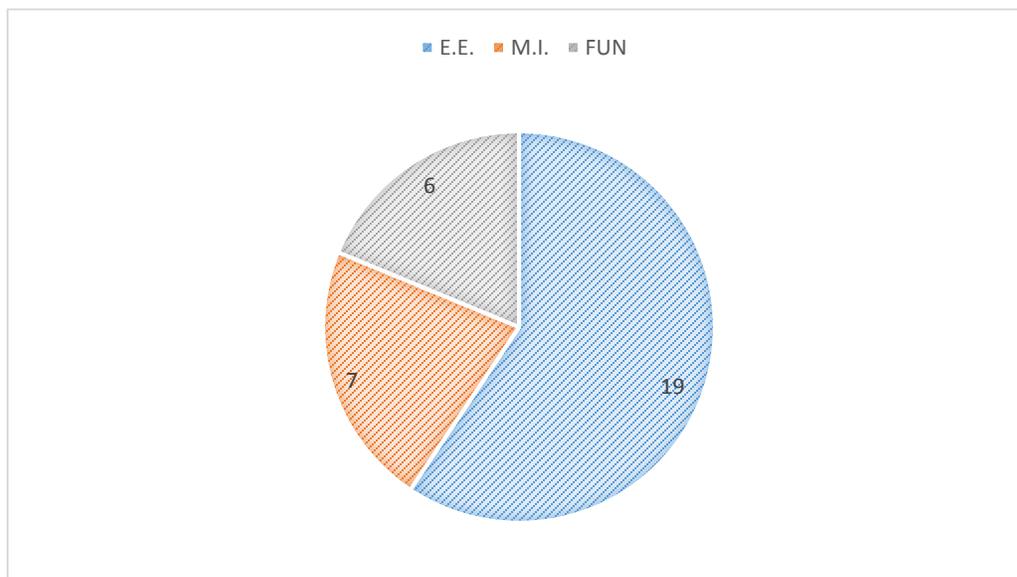
Esta investigación fue de tipo descriptivo, pues se concentró en las vivencias de los participantes detallando situaciones, eventos, interacciones, conductas observadas, sus concepciones construidas y sus manifestaciones (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). Además, se realizó un estudio de caso, ya que se trabajó con un grupo de estudiantes del grado once de la Institución Educativa Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo de la ciudad de Neiva/Colombia, buscando el detalle de la interacción con sus contextos, estudiando su singularidad y su complejidad en lo referente al aprendizaje sobre el tema de circuitos eléctricos de corriente continua (Stake, 1999); con un diseño no experimental, puesto que no se manipularon variables donde se pudo identificar y analizar la construcción de significados conceptuales y el desarrollo de algunas habilidades procedimentales, al abordar situaciones problema, y actitudes relacionadas con el trabajo en equipo, desde un ambiente natural cuando se trabaja bajo una estrategia de resolución de problemas.

Durante el desarrollo de la investigación, se hizo un seguimiento longitudinal tipo panel, ya que el curso se dividió en grupos de trabajo, de los cuales se tomaron dos como muestra de análisis, durante 720 minutos, que comprendieron 4 sesiones de clases de 180 minutos cada una, intercalando los grupos para el análisis; tomando un grupo para un problema y otro para el

siguiente, cuando trabajaron a partir de los mismos problemas sobre circuitos eléctricos de corriente continua y manteniendo los mismos grupos durante todo el trabajo de aplicación.

## 6.2. Participantes

La investigación contó con la participación de un grupo de estudiantes pertenecientes al grado 1103 de la jornada de la mañana de la sede principal de la Institución Educativa (I.E.) Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo ubicado en la ciudad de Neiva, departamento del Huila. El grupo de participantes cuenta con un total de 32 estudiantes, donde 21 de ellos son hombres y 11 son mujeres, con edades que oscilan entre los 14 y 18 años. De las ocho especialidades técnicas ofertadas por la institución educativa, los estudiantes del grado 1103 pertenecen solo a tres de ellas así: 19 estudiantes pertenecen a la especialidad de electricidad y electrónica (*EE* de ahora en adelante), 7 estudiantes a la especialidad de mecánica industrial (*MI* de ahora en adelante) y los 6 restantes pertenecen a la especialidad de fundición (*FUN* de ahora en adelante), es claro que la especialidad más escogida por este grupo de estudiantes es la de *EE* con un 59 % de preferencia, esto se ilustra en la figura 22.



**Figura 28.** Número de estudiantes por especialidad técnica

En la aplicación del cuestionario que caracterizó a los participantes e indagó sobre las concepciones alternativas previas, solo participaron 28 estudiantes de los 36 que pertenecían al

grado 1003<sup>1</sup>, esto debido a que el cuestionario fue aplicado en la primera hora de clase (6:00 am) y justo ese día llovió, por lo que es usual la inasistencia de ellos. Los estudiantes que participaron en la aplicación fueron numerados del 1 al 28, asignándose un código consecutivo a cada uno para relacionar el estudiante con su respectivo cuestionario (Ver anexo A); muestra el nombre de cada estudiante y su respectivo código asignado.

El grupo de 32 estudiantes pertenecientes al grado 1103 se dividió en ocho grupos de trabajo de cuatro estudiantes cada uno. La distribución de los estudiantes en los grupos de trabajo, se hizo lo más heterogéneo posible, es decir, que en cada grupo se debía contar por lo menos con un estudiante de las especialidades técnicas existentes en el grupo de participantes; esto con el fin de contar con diversidad de concepciones a la hora de desarrollar las situaciones problema. Debido a que el grupo de participantes cuenta con una mayoría de estudiantes pertenecientes a la especialidad técnica de *EE*, en todos los ocho grupos de trabajo conformados quedaron por lo menos dos estudiantes de esta especialidad técnica. Los grupos de trabajo fueron asignados con un código el cual consta de una letra *G* acompañada de un número consecutivo del 1 al 8. Como ya se dijo anteriormente de los ocho grupos conformados se seleccionaron dos grupos focales para la recolección de datos y analizar sus concepciones, habilidades y actitudes; estos grupos fueron los asignados con los códigos *G2* y *G4*.

### **6.3. Instrumentos de Recolección de Datos**

Se emplearon dos instrumentos de recolección de datos, los cuales fueron: cuestionario de lápiz y papel con preguntas abiertas y el discurso estudiante – profesor.

El cuestionario de indagación de concepciones alternativas sobre circuitos eléctricos de corriente continua, que tenía como propósito conocer las ideas y concepciones iniciales de los estudiantes para proponer situaciones problema contextualizadas, fue sometido a un proceso de validación externa mediante un formato (Anexo B), el cual tenía como objetivo examinar el nivel de validez de contenido del instrumento a partir del juicio de tres expertos, de tal forma que se ajustara a las necesidades del trabajo de investigación. Se validó con base en los criterios de extensión adecuada, enunciado correcto, buena ortografía y uso apropiado del lenguaje, mide lo

---

<sup>1</sup> Durante la sesión de inicio, el cuestionario de indagación se aplicó en un grupo de estudiantes del grado 1003; aunque esta investigación está prevista para estudiantes del grado once, debido a que en los tiempos cuando se aplicó dicho cuestionario coincidió con la finalización del año escolar, se optó por aplicar el cuestionario en un grado décimo, futuros estudiantes de grado once.

que pretende e induce a la respuesta, en una escala tipo Likert, donde 5 representa el mayor grado de acuerdo y 1 el menor grado.

El cuestionario inicial, que aún no había sido validado se puede apreciar en el anexo C, pero después de la valoración por parte del juicio de expertos sufrió unos cambios, quedando el cuestionario final según el anexo D, el cual fue piloteado con estudiantes del grado 1104 que presentan características similares a las del grupo participante. El proceso de pilotaje llevó a la adición de la pregunta 1, para obtener un mayor conocimiento de la experiencia previa con circuitos eléctricos por parte de los participantes. Las calificaciones asignadas por los expertos a este formato de validación según la escala, estuvieron entre los valores de 4 y 5, afirmando estar de acuerdo con las preguntas planteadas, los cambios que se realizaron fueron los siguientes:

1. Modificación de la segunda pregunta ya que algunos de los enunciados no eran lo suficientemente claros.
2. Realizar cambios en los gráficos presentados en las preguntas 2, 3, 4 y 5, debido a que en ellos se presentaban algunos circuitos con bombillos led y según el funcionamiento de estos, violan la ley de Ohm, por lo que se salen del marco teórico.
3. También se adicionaron las preguntas 6 y 7, referentes a su conocimiento procedimental con relación a las variables longitud y grosor presentes en las resistencias eléctricas (suponiendo que siempre se trabaja con resistencias del mismo material), y las consecuencias que estas tienen en el funcionamiento del circuito.

En este sentido, el cuestionario final que permitió caracterizar a los estudiantes, e indagar sus concepciones previas constó de 9 preguntas. Cada pregunta fue diseñada con un objetivo específico para tener un mayor conocimiento de las concepciones previas de los estudiantes, como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Preguntas del cuestionario final con su respectivo objetivo**

**Objetivo de la primera pregunta:** Conocer si los estudiantes han tenido algún tipo de experiencia con lo relacionado a circuitos eléctricos.

1 ¿Ha tenido alguna experiencia relacionada con circuitos eléctricos? Sí\_\_ No\_\_ ¿Cuál?

**Objetivo de la segunda pregunta:** Indagar las concepciones alternativas sobre los conceptos básicos de electricidad para poder comprender un circuito eléctrico de corriente continua.

Un cliente llega a una tienda en busca de un bombillo, el vendedor que lo atiende le enseña los tres tipos de bombillos que tiene a la venta. El cliente no sabe por cuál de los bombillos decidirse debido a que no reconoce las variables descritas en las etiquetas de los bombillos, así como se muestra en la siguiente figura:

2



VARIABLES	INCANDESCENTE 1	AHORRADOR	INCANDESCENTE 2
Voltaje	116VAC	116VAC	116VAC
Potencia	6.5W	13.6W	55.3W
Corriente	0.08A	0.18A	0.47A
Resistencia	0.63Ω	0.61Ω	1Ω

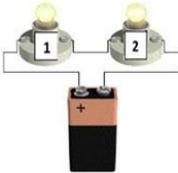
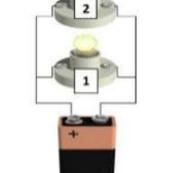
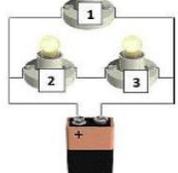
Fuente: Adaptado de: <http://cuadroscomparativos.com/diferencias-entre-bombillas-led-y-lamparas-fluorescentes-cuadros-comparativos-e-infografias/>

Si usted fuera el vendedor del ejemplo anterior, ¿Cómo le explicaría al cliente el significado de cada variable que se encuentran en las etiquetas de los bombillos para que el cliente pueda decidir? Voltaje: Potencia: Corriente: Resistencia:

**Objetivo de la tercera, cuarta, quinta, sexta, séptima y octava pregunta:** Indagar las habilidades procedimentales en lo relacionado a la emisión de hipótesis, planes de solución y análisis de resultados, estas preguntas no solo permite ver lo procedimental, sino también lo conceptual.

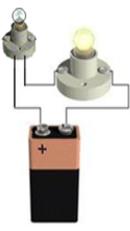
Se tienen los circuitos A, B y C, cada uno de ellos está conformado por una pila, bombillos y cables con las mismas características, pero están conectados de diferente forma, tal como se muestra a continuación:

3

		
<p>En el circuito A, el brillo del bombillo 1 será:</p> <p>a. Mayor que el bombillo 2. b. Menor que el bombillo 2. c. Igual que el bombillo 2.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p>En el circuito B, el brillo del bombillo 1 será:</p> <p>a. Mayor que el bombillo 2. b. Menor que el bombillo 2. c. Igual que el bombillo 2.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p>En el circuito C, el brillo del bombillo 1 será:</p> <p>a. Mayor que en los bombillos 2 y 3. b. Menor que en los bombillos 2 y 3. c. Igual que en los bombillos 2 y 3.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>

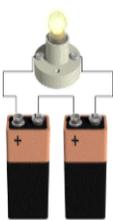
Se cuentan con los circuitos D y E, cada uno de ellos con pila y cable de iguales características, pero cada circuito tiene bombillos de diferente tamaño y conectados de diferente forma, así como se muestra a continuación:

4

<p><b>D</b></p> 	<p><b>E</b></p> 
<p><i>En el circuito D, el brillo del bombillo pequeño será:</i></p> <p>a. Mayor que el bombillo grande. b. Menor que el bombillo grande. c. Igual que el bombillo grande.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p><i>En el circuito E el brillo del bombillo pequeño será:</i></p> <p>a. Mayor que el bombillo grande. b. Menor que el bombillo grande. c. Igual que el bombillo grande.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>

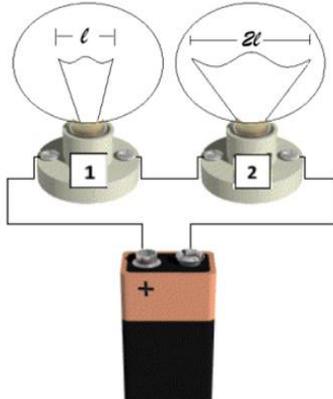
Ahora se tienen los circuitos F y G, cada uno de ellos con dos pilas y un bombillo con iguales características, pero conectados de distinta

5

<p><b>F</b></p> 	<p><b>G</b></p> 
<p><i>El brillo de la bombilla será:</i></p> <p>a. Mayor en el circuito F que en el circuito G. b. Igual en el circuito F que en el circuito G. c. Menor en el circuito F que en el circuito G.</p>	<p>Justifica tu respuesta:</p>

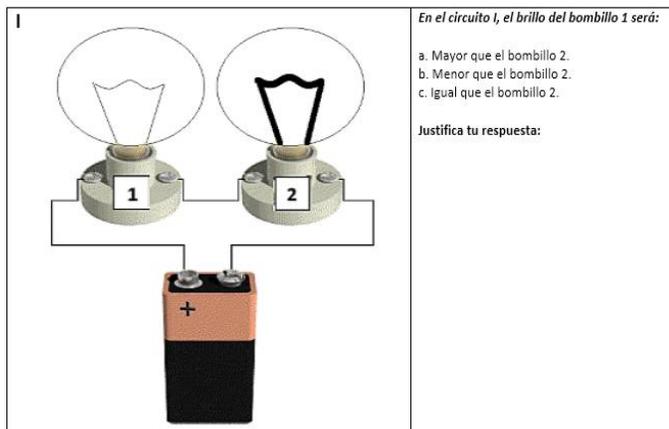
Ahora se tienen el circuito H, el cual está formado por una pila y dos bombillos con diferente longitud del filamento interior, tal como se ve a continuación:

6

<p><b>H</b></p> 	<p><i>En el circuito H, el brillo del bombillo 1 será:</i></p> <p>a. Mayor que el bombillo 2. b. Menor que el bombillo 2. c. Igual que el bombillo 2.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>
---	--

Ahora se tiene el circuito I, el cual está formado por una pila y dos bombillos cuyos filamentos son de igual longitud, pero de diferente grosor, tal como se muestra a continuación:

7



Para la semana de la ciencia, se les pidió a los estudiantes la construcción de una maqueta que debía estar iluminada. Para esto se cuentan con una pila, 11 bombillos de las mismas características y cable para la elaboración del circuito eléctrico. Sin embargo, al construir la maqueta y conectar el circuito aleatoriamente, se dañaron los bombillos debido a la forma en que se conectaron. Por suerte se cuenta con 22 bombillos más. ¿Cómo haría para conectar otros 11 bombillos de tal forma que no se dañen, para así poder llevar la maqueta a la semana de la ciencia?

A continuación, se muestran tres posibles planes de solución al problema antes expuesto. Selecciona ¿cuál crees que es la mejor forma de tratar de solucionar el problema, sabiendo que es posible que con ningún plan obtengan resultados favorables?

Plan 1:

1. Para conectar correctamente los bombillos, los estudiantes decidieron consultar en libros y otros medios de información las características específicas de los componentes dados para construir el circuito (pila, bombillos y cable), identificando una sola solución del por qué se queman los bombillos cuando se conectan aleatoriamente.

2. Con base a la posible solución identificada, los estudiantes planean cómo van a conectar los bombillos.

3. Luego, conectan los bombillos, pero éstos se vuelven a dañar.

4. En grupo, reflexionan lo que posiblemente pudo haber sucedido y deciden no seguir intentando otra posibilidad, ya que no quieren dañar más bombillos.

8

Plan 2:

1. Para la construcción de un circuito, uno de los integrantes del grupo recordó que, en una navidad, arregló las luces del pesebre cambiando bombillo por bombillo. Como el estudiante noto que los bombillos del pesebre eran muy parecidos a los que les dieron para construir la maqueta, entonces les sugirió a sus compañeros que lo hicieran de forma similar a como él lo había hecho.

2. Los compañeros lo escuchan y aceptan la propuesta, pues también se convencen que se trata de uno o varios bombillos que se encuentran dañados y no de la forma como se encuentran conectados.

3. En equipo, empiezan a cambiar los bombillos, pero estos siguen sin encender.

4. Por último, llegan a la conclusión que el problema no son los bombillos, sino la forma como están conectados.

Plan 3:

1. Para conectar correctamente los bombillos, los estudiantes decidieron consultar en libros y otros medios de información las características específicas de los componentes dados para construir el circuito (pila, bombillos y cable), identificando posibles soluciones del por qué se queman los bombillos cuando se conectan aleatoriamente.

2. Con base a las posibles soluciones identificadas, los estudiantes deciden escoger una de ella y planean cómo van a conectar los bombillos.

3. Luego, conectan los bombillos, pero éstos se vuelven a dañar.

---

4. En grupo, reflexionan lo que posiblemente pudo haber sucedido y buscan y ejecutan de la misma forma otra de las posibles soluciones que tenía.

---

**Objetivo de la Novena pregunta:** Indagar las actitudes que tienen los estudiantes frente al trabajo en equipo.

Marque con una X si está de acuerdo o en desacuerdo en cada una de las siguientes afirmaciones relacionadas con el trabajo en equipo:

9

	De Acuerdo	Desacuerdo
Cuando trabajo en equipo apporto ideas.		
Cuando trabajo en equipo, tengo mayor fluidez verbal con mi grupo.		
Cuando trabajo en equipo, llego a acuerdos fácilmente.		
Cuando trabajo en equipo, mejoró la construcción de soluciones a un problema.		
Trabajar en equipo me permite mejorar la construcción de nuevas ideas para aportar a la solución de un problema.		
Cuando trabajo en equipo, acepto con facilidad la opinión de otros.		
Al trabajar en equipo, tengo más facilidad para comunicar los resultados obtenidos.		
Al trabajar en equipo, es más fácil generar conclusiones para solucionar un problema, que cuando trabajo solo.		
Al momento de solucionar un problema prefiero trabajar solo.		

---

Las respuestas obtenidas en este cuestionario se contrastaron con otras concepciones que se han encontrado en la literatura y sirvieron como base de apoyo para construir las situaciones problemas, pues según Garret (1989); García (2003), los problemas deben ser relativamente conocido por los estudiantes y se cree que si son diseñados para poner en duda las concepciones alternativas, entonces son de naturaleza a-posteriori (es decir, son situaciones conocidas de la experiencia de los estudiantes y conocidas por los profesores a partir del cuestionario de indagación de concepciones alternativas), además, el reconocimiento de estas concepciones previas por parte del profesorado garantiza conocer posibles cambios conceptuales en sus estudiantes (Pro, 2003; Cuellar, 2009; Carrascosa, 2017; Gutiérrez, 2018), ya que se tiene como base un punto de referencia. En este sentido, se adaptaron cuatro situaciones problemas que fueron diseñadas para ser aplicadas secuencialmente (ver el anexo E).

Por otro lado, el instrumento del discurso estudiante – profesor se empleó mediante una técnica de observación participante, que se registró mediante los videos que grabaron las clases llevadas a cabo, donde se logró determinar, en un momento específico del discurso (episodio), los significados que se construyen en zonas de perfil conceptual, además del tipo de abordaje comunicativo por parte del profesor y la identificación de aspectos relacionados con las competencias procedimentales y actitudinales mencionadas anteriormente.

## 6.4. Análisis de los Datos

El tratamiento posterior de los datos se realizó a través del análisis cualitativo de los mismos. Para llevar a cabo este método fue necesario adaptar un mapa de eventos, ya que según Amaral & Mortimer (2012), esta herramienta permite representar cómo se utiliza el tiempo en los espacios interaccionales por parte de los participantes, contando la historia de acciones e interacciones realizadas por un determinado grupo en el desarrollo de una actividad. De forma general, el mapa de eventos permitió delimitar episodios que fueron estratégicamente seleccionados según nuestros objetivos de investigación, los cuales consistían, de forma general, en describir las concepciones o significados que se construyen cuando se trabaja por resolución de problemas, específicamente, nuestro interés son aquellos significados que se discuten en la generación de hipótesis, diseño de planes de solución y resultados y análisis de dicho plan, además de observar la participación de los sujetos en esta construcción.

No se puede concebir que el manejo de contenidos conceptuales por parte de los estudiantes se de en un momento específico de la clase, entonces fue tenido en cuenta durante el desarrollo de toda la clase, pero en diferentes momentos que fueron: cuando emiten hipótesis, cuando hacen planes de solución y cuando obtienen y analizan sus resultados de dicho plan, es decir, él está inmerso dentro de los contenidos procedimentales. Para identificar la construcción conceptual, que hace alusión a los significados que se desarrollan en el aula a partir de la dinámica discursiva por parte de los estudiantes, Mortimer (1995, 2000); Amaral & Mortimer, (2004); Mortimer & Amaral (2012); Pedreros (2014), lo abordan desde las zonas de perfil conceptual de acuerdo a aspectos epistemológicos presentes en la producción de significados. Estas zonas de perfil conceptual, consideran ideas de la historia de la ciencia y la literatura en educación en ciencias, como una manera de modelar la heterogeneidad del pensamiento y el lenguaje en el aula de clase, describiendo los cambios en los pensamientos de los individuos como resultado de los procesos de enseñanza (Mortimer, 1994, 1995). Dichas zonas de perfil se registran en la tabla 6.

**Tabla 6. Zonas de perfil conceptual**

Zona de perfil conceptual	Ejemplo
<p><b>Perceptiva/intuitiva:</b> está relacionada con la percepción inmediata de los fenómenos y corresponde a las concepciones espontaneas o ingenuas que utilizan para explicarlos, sin considerar las condiciones que allí ocurren. Generalmente estas concepciones coinciden con las concepciones ingenuas en la historia de la ciencia y concepciones identificadas en cuestionarios de concepciones previas (Modelo unipolar, modelo concurrente, modelo de atenuación y modelo de reparto).</p>	<p><i>“En un circuito en serie que lo compone una pila y dos bombillos, va a alumbrar más el bombillo que esté más cerca de la pila pues a él va a llegar primero la corriente, el otro bombillo alumbrará menos porque ya se <b>gastó</b> algo de la corriente en el primer bombillo”</i></p> <hr/> <p>Los estudiantes perciben la dirección de la corriente que sale de la pila y va hacia los bombillos, viendo los cables como un medio para llevar la corriente de un sitio a otro, intuyen que se va a <b>“gastar”</b> corriente en el primer bombillo, o el que esté más cerca y la corriente que quede va a continuar circulando por el circuito hasta el próximo bombillo y así consecutivamente.</p>
<p><b>Empírica:</b> está relacionada con la comprensión de los fenómenos basándose en la pura experiencia, que luego es traducida en términos científicos (generalmente, términos de variables), también es posible que estas variables surgen espontáneamente, es decir, no se logra modelizar o hacer control de ellas con algoritmos y formulas, tampoco se logra encontrar contradicciones en la relación entre variables, sólo responden a un lenguaje científico forzado para ser usando en un contexto.</p>	<p><i>“En un circuito en serie no va a alumbrar más el bombillo que esté más cerca a la pila sino el que tenga menor resistencia”</i></p> <hr/> <p>Los estudiantes tienen claridad de una sola variable que influye en el brillo de los bombillos, encontrando una relación inversamente proporcional entre el brillo y la resistencia de los bombillos, por lo que, y a pesar que no consigue entender la compleja relación de todas las variables que lo componen, esta idea es elaborada de forma espontánea fuera del plano perceptivo-intuitivo, y al tener un lenguaje concreto, con seguridad ha surgido de la experiencia.</p>
<p><b>Racionalista:</b> está relacionada con la comprensión correcta de un principio o teoría llegando a una claridad conceptual sin hacer uso de aspectos formales como un modelo matemático que lo represente.</p>	<p><i>“En un circuito en serie, la corriente en todo el circuito es la misma, el voltaje aportado por la pila se reparte en cada uno de los bombillos y la suma de estos es igual al voltaje total”</i></p> <hr/> <p>Los estudiantes tienen claro cómo funcionan y se relacionan las variables de corriente y voltaje en un circuito en serie.</p>
<p><b>Lógica o formalista:</b> está relacionadas con un plano teórico de comprensión, en el cual la zona formalista está asociada al uso de algoritmos y fórmulas matemáticas para el análisis de los procesos, sin que eso se traduzca en el entendimiento de las relaciones conceptuales.</p>	<p><i>“la potencia que consume un circuito es mayor cuando sus resistencias se conectan en paralelo, porque como su voltaje va a ser igual para todas las resistencias, si tenemos un circuito con dos resistencias de 2,5 ohmios en paralelo, con una fuente de 12 voltios según la formula <math>P = V^2/R</math> cada resistor consumirá una potencia de 57,6 vatios, para una potencia total de 115,2 vatios. Si lo comparamos con el mismo circuito pero conectado en serie, según la misma fórmula, su potencia total es de 28,8 vatios”</i></p>

---

Los estudiantes son capaces de establecer relaciones de las variables basándose en fórmulas matemáticas que les permiten relacionar las variables y predecir de una manera más acertada su funcionamiento.

---

*Nota:* explicación de las zonas de perfil. Adaptado de «Dimensión del perfil conceptual en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias», de R. Pedreros, 2014, p. 128. © 2013 de Universidad Pedagógica Nacional. Doctorado Interinstitucional, Educación en Ciencias. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

En cuanto al análisis de las actitudes en el trabajo en equipo por los estudiantes y de acuerdo con la observación realizada, se propusieron tres categorías para analizar en momentos específicos de la clase (episodios), ubicando al estudiante en una de ellas de acuerdo a las interacciones realizadas con sus compañeros de trabajo durante la resolución de las situaciones problema propuestas en cada una de las clases de aplicación. Estas categorías se registran en la tabla 7.

**Tabla 7.** *Categorías para el análisis de las actitudes en el trabajo en equipo*

---

**Activo:** Estudiante que muestra interés y se preocupa por el desarrollo de la actividad, generador de ideas liderando el trabajo.

---

**Activo/Pasivo:** Estudiante que muestra interés intermitente durante el desarrollo de la actividad, algunos de sus aportes son muy dispersos y distraen al grupo.

---

**Pasivo:** Estudiante que muestra poco interés por el desarrollo de la actividad y se limita sólo a interactuar de modo práctico, sin aportar ninguna idea o concepto.

---

Para el análisis de los datos referentes a los contenidos procedimentales los cuales están compuestos por la emisión de hipótesis, plan de solución y la obtención de los resultados con sus respectivo análisis, se tuvieron en cuenta las zonas de perfil y el trabajo en equipo, ya que como se mencionó anteriormente, estos aspectos intervienen durante toda la clase; además de esto, se derivan del plan de solución y de la obtención de los resultados con sus respectivo análisis, tres y dos categorías de análisis, respectivamente, como se muestra en la tabla 8. Estas categorías de análisis surgen de la observación (técnica de observación participante) y no del discurso (son basadas en las zonas de perfil), por esta razón fue necesario priorizar otras categorías para estos contenidos procedimentales, pues la emisión de hipótesis es de naturaleza discursiva e interactiva, por lo que las zonas de perfil y el trabajo en equipo es suficiente para describir y analizar el manejo de este procedimiento.

**Tabla 8. Categorías para el análisis de los contenidos procedimentales**

Contenidos procedimentales		
	Zonas de perfil conceptual	Trabajo en equipo
Emisión de hipótesis	Episodio B	Episodio B
Plan de solución	Episodio C	Episodio C
Resultados y análisis	Episodio D	Episodio D
<p><b>Plan de solución implícito:</b> No tienen un plan explícito, escrito, que es ejecutado estrictamente, sino que van trabajando a medida que la intuición de ellos se los permite. Si surge un inconveniente, entonces buscan la manera de solucionarlo a ensayo y error.</p> <p><b>Aplicación no secuencial o no lineal:</b> el plan de solución no se ejecuta de acuerdo con la secuencia de pasos propuesta inicialmente.</p> <p><b>Consecuente con hipótesis:</b> los estudiantes diseñan el plan o trabajan en él para probar hipótesis que van surgiendo en el camino o que definieron al comienzo.</p>		
<p><b>Análisis incluyente:</b> Los estudiantes reconocen que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis, además pueden explicarlos y generar conclusiones plausibles.</p> <p><b>Análisis excluyente:</b> Los estudiantes no reconocen que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis, presentando dificultad en la generación de conclusiones plausibles.</p>		

## 6.5. Rigor de la Investigación

Para que durante el desarrollo de esta investigación se cumpla con los parámetros de rigor, algunos autores como Hernández, Fernández & Baptista (2010) y Mertens (2005), han formulado una serie de criterios para intentar establecer un paralelo con la confiabilidad, validez y objetividad de lo cuantitativo, prefiriendo los términos de credibilidad y dependencia.

La validez está asociada a lo que se llama la credibilidad en la investigación cualitativa, es un concepto que, independientemente de los criterios de verdad que existan en torno a un resultado, lo hace verosímil y creíble ante los ojos de los demás. En este sentido para generar credibilidad en este trabajo de investigación el cuestionario inicial de indagación de concepciones alternativas, fue sometido a la validación por expertos como ya se dijo, para obtener una mayor validez de constructo garantizando que las situaciones problemas propuestas sean lo más contextualizadas posible pues como ya se sabe, de esta manera se promueve la indagación y el análisis reflexivo, lo cual le permitirá al estudiante reconocer la importancia de

los conceptos y las habilidades (Barriga Acero, 2006). En el mismo sentido, para que hubiera concordancia entre la información obtenida y lo que sucede en realidad durante el proceso de recolección de datos fue necesario grabar en video las clases de aplicación, reduciendo sesgos que pueda introducir el investigador en la sistematización durante la tarea en el campo y el análisis (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

Según Hernández, Fernández & Baptista (2010), la dependencia es una especie de confiabilidad; se refiere a si el investigador ha captado el significado completo y profundo de las experiencias de los participantes. En este sentido, para generar confiabilidad sobre la ejecución práctica de trabajar por resolución de problemas acorde a la teoría, se ha tenido en cuenta el abordaje comunicativo del profesor durante toda la clase. Así entonces, el tipo de comunicación que debe mantener el profesor con sus estudiantes cuando trabaja por resolución de problemas debe permitir a sus estudiantes aprender a trabajar en equipo para generar propuestas a la solución del problema planteado, motivándolos a participar activamente en las discusiones, además debe ser un facilitador que guíe al estudiante, retroalimentando los resultados de las concepciones previas de tal manera que permitan mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en el aula según los autores en el marco teórico.

Para caracterizar el tipo de comunicación que permita evidenciar una praxis propia del trabajo por resolución de problemas, Mortimer & Scott (2002), indican que la interacción que existe entre el profesor y estudiantes y entre los mismos estudiantes es un indicador. Por este motivo, se selecciona el abordaje comunicativo como categoría de análisis y de confiabilidad. Según Mortimer & Scott (2002), el abordaje comunicativo proporciona la perspectiva sobre cómo el profesor trabaja las intenciones y el contenido de la enseñanza a través de las diferentes intervenciones pedagógicas que resultan en diferentes patrones de interacción. Estas interacciones se categorizan en cuatro clases de abordaje comunicativo y se definen a través de la caracterización del discurso entre profesor y estudiantes o entre estudiantes en términos de dos dimensiones: discurso dialógico o de autoridad; discurso interactivo o no interactivo. Estas cuatro clases de abordaje comunicativo se registran en la tabla 9. Esta interacción profesor – estudiante se analizó durante el desarrollo de toda la clase y en cada momento en los que se trabajan los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

**Tabla 9. Clases de abordaje comunicativo**

---

<b>Interactivo/dialógico:</b> el profesor y más de un estudiante exploran ideas, se formulan preguntas y trabajan diferentes puntos de vista, destacando semejanzas y diferencias.
<b>No interactivo/dialógico:</b> el profesor y un solo estudiante, se formulan preguntas y trabajan diferentes puntos de vista, destacando semejanzas y diferencias.
<b>Interactivo/de autoridad:</b> el profesor generalmente conduce a los estudiantes por medio de una secuencia de preguntas y respuestas con el objetivo de llegar a un punto de vista específico.
<b>No interactivo/de autoridad:</b> el profesor presenta un punto de vista específico, generalmente dogmático, donde interactúa con un solo o ningún estudiante.

---

*Nota:* Quatro classes de abordagem comunicativa. Adaptado de «Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino», de E. Mortimer & Scott, P., 2002, p. 288. © Investigações em Ensino de Ciências, 7 (3), pp. 283-306, 2002 de Faculdade de Educação Universidade Federal de Minas Gerais.

Para que la confiabilidad de esta investigación este presente durante todo el desarrollo de este trabajo, la interacción profesor – estudiante teóricamente debería ser de clase interactiva/dialógico, pues según Ballester (1992) y Campaner, Capuano & Gallino (2013), citado por Pimienta (2005), el profesor debe motivar al estudiante a que asimile conceptos básicos para poder resolver problemas y no imponer los dogmas y paradigmas de la ciencia.

## **6.6. Procedimiento de la Investigación**

Esta investigación se desarrolló en cuatro sesiones así:

1. Sesión de inicio: se aplicó el cuestionario para la indagación de las concepciones alternativas de los estudiantes.
2. Sesión de diseño: se diseñó las situaciones problemas que se aplicaron de acuerdo a las concepciones alternativas encontradas en la primera sesión.
3. Sesión de aplicación: los estudiantes desarrollaron las cuatro situaciones problemas, dos de tipo cualitativa, otra cuantitativa y la otra de tipo productiva (el estudiante diseña y construye su propio circuito eléctrico).
4. Sesión de cierre: aquí se validaron los desarrollos obtenidos a nivel conceptual, las habilidades procedimentales al emitir hipótesis, planteamiento de planes de solución, obtención y el análisis de los resultados y las actitudes en el trabajo en equipo adquirido por los estudiantes.

## 7. Resultados y Discusión

### 7.1. Caracterización de las Ideas y Concepciones del Grupo de Participantes

Luego de la aplicación del cuestionario en la sesión de inicio, las respuestas obtenidas evidencian las concepciones alternativas previas del grupo de participantes, estas se presentan a continuación:

#### 7.1.1. Pregunta 1.

Las respuestas a la primera pregunta, 19 de los 28 estudiantes participantes respondieron haber tenido alguna experiencia relacionada con circuitos eléctricos. Según ellos, esta experiencia fue adquirida en la especialidad o modalidad técnica ofertada por la institución educativa.

#### 7.1.2. Pregunta 2.

Algunos estudiantes respondieron partiendo de ideas, con algunos constructos teóricos, las cuales son concepciones alternativas inducidas por la escuela, bien sea desde su modalidad técnica o en las clases de ciencias naturales, ya que utilizan en sus respuestas palabras propias de la ciencia (Pozo & Gómez, 1998), algunos ejemplos de estas concepciones son:

C18... *“la cantidad de electrones”*

C5... *“la resistencia es el flujo de electrones que pasan por el circuito, a mayor resistencia, mayor corriente”*

C3... *“la potencia es la relación entre resistencia y voltaje”*

C1... *“entre mayor resistencia el paso de la corriente es menor”*

C4... *“es la cantidad de electrones que fluyen, este es el mismo en las tomas que tienen las casas”*

Es de resaltar la creencia que en los enchufes “tomas” son almacenes de esta corriente al igual que las pilas (Pozo y Gómez, 1998). Otro ejemplo de concepción alternativa es cuando el estudiante en su respuesta utiliza algún tipo de razonamiento lógico, donde involucran variables, por ejemplo, en la explicación de potencia la define como:

C10... *“la cantidad de energía que consume una bombilla en un tiempo determinado”.*

C4... *“es la medida general del consumo de corriente eléctrica durante un periodo determinado...”*

En las respuestas de los estudiantes también podemos encontrar concepciones alternativas al momento de explicar los conceptos que se pedían; estas concepciones, como se esperaban, son

el resultado de la observación por parte del estudiante de la realidad cotidiana a partir del marco de sus teorías implícitas (Pozo & Gómez, 1998). Un común denominador en sus respuestas es que no distinguen y confunden los términos, ya que relacionan y dan por igual el voltaje, corriente y energía; explican que la corriente y el voltaje son iguales, donde la única diferencia son sus unidades, esto se evidencia en las siguientes justificaciones dadas por algunos estudiantes:

*C10... “la corriente es igualmente que el voltaje, pero está por lo general se mide en amperios”*

*C9... “el voltaje es la medida con la que pasa la corriente eléctrica en los bombillos”*

*C28... “la corriente es la que necesita o recibe cada bombillo” – “el voltaje es con el que trabaja cada bombillo”*

Además, afirman que tanto el voltaje como la corriente son energías que circulan en el circuito y que se gasta:

*C10... “el voltaje es la fuente de energía que se necesita”*

*C22... “la corriente es el consumo para darle función al bombillo”*

*C3... “el voltaje es la cantidad de energía que atraviesa el circuito”*

*C19... “el de menor corriente es el bombillo ahorrador por que los otros consumen una mayor corriente”*

Los términos voltaje, potencia y corriente son muy poco utilizados en las explicaciones que los estudiantes dan, y cuando los utilizan lo hacen en bastantes ocasiones como sinónimos (Pozo & Gómez, 1998), además, algunos de ellos por creer que son sinónimos estos términos les dan el significado a casi todos como los que hacen funcional el circuito. Estas concepciones se pueden evidenciar en las siguientes justificaciones:

*C21... “la corriente tiene el mismo valor que la potencia”*

*C22... “la potencia es lo que hace que el bombillo brille”*

*C18... “la potencia es la medida general del consumo de corriente”*

En cuanto a la resistencia, algunos estudiantes no se alejan del concepto aceptado por la comunidad científica, pues saben que es la relación entre el voltaje y la corriente (Young & Zemansky, 2009); sin embargo, es posible que no conozcan la proporcionalidad de estas variables en ciertos materiales. En cambio, las respuestas de los estudiantes que no dan explicación al concepto por lo general tienden a confundir resistencia eléctrica con resistencia mecánica, como en la siguiente justificación:

*C2... “En cuanto a la resistencia, el bombillo 1 es menos propenso a dañarse porque es más resistente”*

Otros estudiantes en sus respuestas solamente interpretaron la imagen de la pregunta, en especial la tabla de datos que se proporcionó. Algunas justificaciones de este tipo son:

*C27... “todos los tres bombillos son de igual voltaje”*

*C10... “la corriente de los bombillos aumenta”*

*C21... “tienen los mismos índices de mayor a menor”*

*C24... “el bombillo de mayor resistencia es el...”*

Esto generó un sesgo sobre la intención de la pregunta y creemos que se debe al constante ejercicio que se hace de adiestramiento a las pruebas de estado, donde su mayoría de preguntas se enfocan a la interpretación de tablas e imágenes para explicar algún fenómeno.

### **7.1.3. Pregunta 3.**

La tercera pregunta se dividía en tres circuitos A, B y C, los cuales están conectados de diferente forma, donde se les preguntaba acerca del brillo de los bombillos que se formaban en cada circuito. Las respuestas de los estudiantes a esta pregunta fueron las siguientes:

En el circuito A, 12 estudiantes respondieron “Mayor que en el bombillo 2”, aunque conocen los tipos de circuitos (serie, paralelo y mixto), debido a su modalidad técnica, los estudiantes basaron sus respuestas en la posición en que se encuentra el bombillo y asumiendo que la corriente tiene una dirección y que entonces, alumbrará más el bombillo al cual llegue primero esta corriente; esto coincide con el resultado de otras investigaciones, por ejemplo, Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci (2003), afirman que los estudiantes consideran que la corriente eléctrica es un fluido que sale del generador y circula por el circuito, gastándose en cada uno de sus componentes.

También persiste la concepción de que lo que hace funcionar el bombillo es el voltaje, como se evidencia en las siguientes justificaciones:

*C4... “el circuito está en serie, el voltaje del bombillo 2 depende del bombillo 1”*

*C12... “cuando están en serie pasa menos voltaje por el segundo bombillo”*

Un estudiante (C25) respondió “b. Menor que en el bombillo 2”, justificando así su respuesta: “la energía que distribuye la batería pasa primero por el punto 1 haciendo que ya para el punto 2 no le quede mucha energía...” aunque su respuesta podría caber en las

justificaciones del punto anterior, debería haber seleccionado la respuesta “a.” Pues su justificación contradice su respuesta.

Tres estudiantes no respondieron, y los 12 restantes respondieron “c. Igual que el bombillo 2”, y algunas de sus justificaciones dicen que alumbraran igual porque están conectados a un mismo cable y a la misma pila, tal como se muestra a continuación:

C27... *“pasa la misma energía, ya que están en la misma línea”*

C28... *“están conectados por la misma cantidad de cable”*

C14... *“están conectados a un mismo generador o pila y por medio de sus cables unidos de manera uniforme”*

Otras justificaciones a la respuesta “c.” fueron un poco más elaboradas, pero en general la concepción es que se alumbrará igual porque lo que transcurre en el circuito va a ser igual en todas las partes de este. Las justificaciones a esta respuesta son:

C6... *“porque dependiendo a la corriente que transcurre en el circuito eléctrico es igual”.*

C21... *“porque salen con la misma potencia para los dos bombillos”*

Sabiendo que en el circuito A los dos bombillos son iguales y están conectados en serie, la corriente que circulará por este circuito será constante en todos los puntos, generando una única potencia que hará brillar ambos bombillos por igual; así entonces solo doce de los estudiantes seleccionaron la respuesta correcta.

En el circuito B siete estudiantes respondieron “a. Mayor que el bombillo 2”, y al igual que en el circuito A las justificaciones a esta respuesta son muy parecidas, persistiendo la concepción del modelo de atenuación, el cual indica que la corriente circula en una dirección alrededor del circuito debilitándose gradualmente y que los últimos componentes reciben menos y la primera lámpara se iluminará más que la segunda, aunque ambas sean iguales (Moreno, 2013). Esto se puede evidenciar en las siguientes justificaciones:

C6... *“porque están en paralelo y no llega la misma intensidad de corriente”*

C9... *“porque el bombillo 1 recibe primero que el 2”*

C24... *“porque esta de primero y recibe más corriente que el bombillo 2”*

Tres estudiantes respondieron “b. Menor que el bombillo 2”, y aunque señalaron esta respuesta, sus justificaciones son contradictorias y estarían más de acuerdo con la respuesta “a.”. Estas justificaciones fueron:

C26... *“el bombillo 1 consume más corriente”*

*C27... “ya que el último en recibir energía es el 2 y tendrá mucho más”*

Cuatro estudiantes no respondieron a la pregunta del circuito B. Los estudiantes intuyen la división de la corriente por las dos líneas en igual proporción, utilizando el análogo de un fluido que se divide en igual proporción por dos tuberías de igual tamaño. Es decir, siguen pensando que la corriente parte de algún lugar (por supuesto, de la pila) y no por todo el circuito, pero la conexión en paralelo hace tener una idea que fluye simultáneamente en ambos bombillos; así lo vieron los catorce restantes que se decidieron por la opción de respuesta “*c. Igual que el bombillo 2*”. Al igual que en el circuito A, esta opción de respuesta era la correcta en base a las mismas razones, las justificaciones de los estudiantes a esta respuesta son muy parecidas a las dadas anteriormente como se muestra a continuación:

*C4... “el circuito está en paralelo, por lo tanto el voltaje que recibe cada bombillo es igual y brilla igual”*

*C3... “está en paralelo y se mantiene el voltaje”*

*C22... “porque aporta la misma energía para todos”*

En el circuito C, trece estudiantes respondieron “*a. Mayor que en los bombillos 2 y 3*”, nueve respondieron “*b. Menor que en los bombillos 2 y 3*”, cuatro estudiantes no respondieron y dos respondieron “*c. Igual que en los bombillos 2 y 3*”. Las justificaciones de los estudiantes se basan en las mismas ideas anteriormente expuestas (modelo de atenuación). Los mismos estudiantes al momento de explicar, responden que es la misma justificación que en el los circuitos anteriores:

*C26... “porque el bombillo 2 y 3 consumen más corriente”*

*C8... “está en serie y paralelo pero la 1 tiene más voltaje porque en 2 y 3 se subdivide el voltaje”*

*C12... “porque es un circuito mixto y siempre pasa más voltaje por el bombillo que está más aparte”*

#### **7.1.4. Pregunta 4.**

La cuarta pregunta presentaba dos circuitos, D y E, cada uno con dos bombillos de diferente tamaño. El circuito D presenta los bombillos conectados en serie y el circuito E los presenta conectados en paralelo, allí los estudiantes debían indicar qué bombillo alumbrará más según el montaje. Las respuestas obtenidas a esta pregunta fueron las siguientes:

En el circuito D, seis estudiantes respondieron “*c. Igual que el bombillo grande*”, basando sus justificaciones en otro de los modelos mencionados por Moreno (2013), el cual indica que la corriente se reparte en todos los elementos del circuito y por ende las dos lámparas iluminaran lo

mismo (modelo de reparto no conservativo). Las justificaciones presentadas por los estudiantes fueron:

*C24... “porque reciben igual cantidad de corriente”*

*C22... “porque se aporta la misma cantidad de energía para ambos”*

*C14... “están conectados al mismo generador”*

La opción de respuesta “*a. mayor que el bombillo grande*”, fue elegida por once estudiantes, justificando su elección en que como el circuito se presenta en serie, y el bombillo que se encuentra primero en la ruta que ellos creen que toma la corriente es el bombillo pequeño, entonces este alumbrará más. Esto resalta la creencia en los estudiantes del modelo de atenuación. Las justificaciones a esta respuesta se muestran a continuación:

*C12... “porque el circuito está en serie y siempre que esté en serie pasa menos voltaje en el segundo bombillo”*

*C4... “el bombillo pequeño está de primero, recibe mayor voltaje y de este depende entonces el bombillo grande”*

Cinco estudiantes no respondieron a esta pregunta, y seis estudiantes respondieron “*b. Menor que el bombillo grande*”, y sus justificaciones se centran en que el tamaño del bombillo influye en su consumo y brillo, posiblemente tienen en cuenta el concepto de potencia relacionándolo con el brillo del bombillo sin ser conscientes de cómo se relacionan las variables (corriente, resistencia) en dicho concepto. Algunas de las justificaciones que acompañan esta respuesta son:

*C7... “el bombillo es pequeño y su alumbrado es menor”.*

*C21... “menor ya que el bombillo grande recoge toda o la mayor parte de energía”*

*C13... “debido a que el bombillo grande consume la energía necesaria para su funcionamiento”*

Sabiendo que la respuesta correcta es la opción “*b.*” Los estudiantes que eligieron esta respuesta no tienen claro el por qué, debido a que su elección se basó en la concepción de que por ser más pequeño iluminara menos.

En el circuito E, tres estudiantes respondieron “*a. Mayor que el bombillo grande*” y sus justificaciones aunque tratan de explicarlas desde el tipo de circuito hasta la forma de los cables, no son coherentes con la opción elegida, como se evidencia a continuación:

*C28... “los cables están conectados más directamente”*

*C10... “igualmente que en lo anterior” (circuito D)*

*C7... “porque están en paralelo”*

Nueve estudiantes eligieron la opción “*c. igual que el bombillo grande*” justificando sus respuestas en base al modelo de reparto no conservativo, que nos dice que la carga se va a repartir por igual, algunos ejemplos de estas justificaciones son:

*C22... “se aporta la misma cantidad de energía para ambos”*

*C12... “están en paralelo y pasa la misma cantidad de voltaje por los dos”*

Seis estudiantes no respondieron a esta pregunta y diez estudiantes eligieron la opción “*b. Menor que el bombillo grande*” y sus justificaciones son similares a las utilizadas a la opción de respuesta “*b.*” del circuito D. Estas se basan en que el bombillo que ilumina más es el de mayor tamaño y el más pequeño alumbrará menos, esto lo dicen ya que relacionan el tamaño del bombillo con su consumo, como se muestra en las siguientes justificaciones:

*C4... “están en paralelo y reciben el mismo voltaje de la pila, pero el bombillo dos consume más que el pequeño al ser más grande así que por esto brilla más”*

*C9... “porque en el bombillo grande pasa más energía”*

Los estudiantes no tienen claro que el brillo dependerá de la resistencia en cada bombillo que conforma el circuito y de la forma en que estos se encuentran conectados. Lo anterior se evidencia ya que en algunas otras justificaciones a esta respuesta como las que se muestran a continuación, perdura la concepción del modelo de atenuación:

*C6... “porque el circuito está en paralelo y el primero recibe toda la energía y el pequeño llega muy poca”*

*C11... “porque el bombillo grande va primero y consume más voltaje”*

#### **7.1.5. Pregunta 5.**

En la pregunta cinco, aparecían dos circuitos (F y G) con dos pilas y un bombillo de las mismas características. Los estudiantes debían elegir en base a su conocimiento en cuál de los dos circuitos el bombillo brillará más.

La opción “*a. Mayor en el circuito F que en el circuito G*” fue la opción más elegida con un número de once estudiantes, y aunque son mayoría sus justificaciones son muy dispersas y no vienen al caso, como se muestra a continuación:

*C28... “porque están conectada con una cantidad de cables proporcional”*

*C22... “porque hay dos pilas y aportan mucha energía para un solo bombillo”*

*C21... “porque tiene la energía directa”*

Uno de estos estudiantes justificó de manera adecuada, esto debido a que entiende que en alguno de los dos circuitos dependiendo de cómo se ubiquen las pilas el voltaje generado por estas se debe sumar. A continuación se muestra dicha justificación:

*C4... “las pilas están conectadas en serie, su voltaje se suma pero en el G se mantiene igual ese voltaje...”*

Otro de los once estudiantes que eligieron la opción “a.”, justifica su respuesta basándose nuevamente en el modelo de atenuación:

*C27... “porque la energía que pasará será de una vez y no tiene que pasar un tiempo mientras que llegan a la otra pila”*

A pesar de que esta es la opción de respuesta correcta, pues como se sabe el voltaje de las pilas se sumará si estas se conectan en serie, lo anterior nos muestra un gran arraigo de esta concepción en los estudiantes ya que como se ha visto lo utilizan muy a menudo para justificar sus respuestas.

La opción de respuesta “b. Igual que en el circuito F que en el circuito G” fue elegida como respuesta por seis estudiantes que conciben que el brillo del bombillo será igual en los dos circuitos debido a que los dos tienen la misma cantidad de pilas, y para ellos la forma de cómo están estas pilas conectadas no influye en el brillo del bombillo. Las justificaciones a estas concepciones muestran lo anterior:

*C11... “reciben la misma, solo que están conectados de diferente forma”*

*C6... “... porque los dos están conectados iguales a las pilas...”*

*C13... “los bombillos están conectados a la misma cantidad de baterías”*

Cinco estudiantes no respondieron a esta pregunta, y seis estudiantes eligieron la opción “c. Menor en el circuito F que en el circuito G”. Algunas de las justificaciones de los estudiantes que eligieron esta opción se basan en la interpretación de la imagen del circuito presentado, donde por error de impresión no se ve bien el bombillo del circuito F, entonces se vieron justificaciones como:

*C3... “en el circuito F está mal conectado”*

*C12... “el bombillo del circuito F no va a prender porque está mal conectado”*

*C1... “...en el F no está cerrado bien el circuito”*

Una de las justificaciones, muestra una concepción más elaborada y cercana a la realidad:

*C10... “... el G iluminará más porque está en paralelo, así ambas pilas están funcionando grupalmente”*

Aunque seis estudiantes eligieron la opción de respuesta correcta, podemos deducir, según sus justificaciones y las de los estudiantes que respondieron erróneamente, que al momento de interpretar el funcionamiento de un circuito eléctrico que posee dos fuentes de energía (pilas), los estudiantes no entienden lo que pasa y aparecen concepciones alternativas como las anteriormente nombradas, además de otras con poca lógica.

#### **7.1.6. Pregunta 6.**

La sexta pregunta, presentaba un circuito conformado por una pila y dos bombillos diferentes, y se indagaba acerca de cuál de los bombillos brillará más. A esta pregunta ningún estudiante considero que el brillo de los bombillos sería igual por lo tanto la opción de respuesta “*c. Igual que el bombillo 2*” no fue elegida por ninguno.

Diez de los estudiantes optaron por la respuesta “*a. Mayor que en el bombillo 2*”, y sus justificaciones evidencian la persistencia del modelo de atenuación, debido a que en el circuito que se muestra para ellos el bombillo 1 por ser primero le llegara primero la energía, se consumirá en este y la energía que pasará al bombillo 2 será menor, ignorando la diferencia de longitudes de los filamentos en los bombillos:

*C4... “... el bombillo 1 recibe mayor voltaje...”*

*C12... “... siguen estando en serie”*

*C3... “...está en serie”*

Otras justificaciones tienen una idea ingenua de lo que en realidad sucede, sin embargo su justificación es contradictoria:

*C10... “la longitud del filamento entre más corta más iluminará la bombilla”*

*C21... “tienen los mismos conectores pero el filamento es mayor en el bombillo 2”*

Seis estudiantes no respondieron a este interrogante y los diez restantes eligieron la opción de respuesta “*b. Menor que en el bombillo 2*”. Sabiendo que de la potencia con que se iluminara el bombillo depende de la resistencia que este posea y que según la teoría y la fórmula para hallar la resistencia nos muestra que esta es proporcional a la longitud del resistor, entonces entre mayor sea la longitud, mayor será la resistencia y por ende mayor la potencia con que se iluminara el bombillo; así entonces, la opción “*b.*” es la respuesta correcta. Las justificaciones de los estudiantes muestran que para ellos si influye la longitud del filamento en el brillo del bombillo, pero sus justificaciones se quedan cortas, esto se muestra a continuación:

C24... *“...la longitud de su filamento es menor que la del bombillo 2”*  
C11... *“... porque el bombillo 1 tiene menor longitud que el bombillo 2”*  
C22... *“su filamento consumirá menos energía”*

Las respuestas y las justificaciones obtenidas en esta pregunta, nos muestran la falta de relación en la conceptualización que hay entre los modelos matemáticos que describen los fenómenos y los procesos cotidianos en donde estos tienen lugar.

#### **7.1.7. Pregunta 7.**

La pregunta número siete era muy parecida a la anterior. En esta pregunta se presentaba el circuito I conformado por una pila y dos bombillos con igual longitud de su filamento interior; aquí se presentaba la diferencia, ya que en el segundo bombillo el filamento era de mayor grosor y se les preguntaba a los estudiantes, como en las anteriores preguntas, por cuál de los bombillos brillará más.

Tres de los estudiantes eligieron la opción de respuesta *“c. Igual que en el bombillo 2”* pues para ellos el brillo del bombillo solo dependerá de su longitud, más no de su grosor, así lo demuestran sus justificaciones:

C13... *“el grosor del filamento no afecta nada la luminosidad del bombillo”*  
C20... *“no importa el grosor puede brillar igual...”*  
C24... *“por sus filamentos son de igual longitud”*

La opción de respuesta *“b. menor que el bombillo 2”* fue elegida por nueve estudiantes, y sus justificaciones tienden a la creencia de que entre mayor sea el grosor del filamento mayor será su brillo. Esto nos indica que los estudiantes al igual que en la pregunta anterior no relacionan el modelo matemático que explica el fenómeno con los casos presentados. Algunas de estas justificaciones son:

C22... *“porque es menos grueso su filamento”*  
C11... *“... porque tiene la misma longitud pero el bombillo 2 tiene más grosor...”*  
C9... *“porque en el 2 pasa más”*

Seis de los estudiantes no respondieron a esta pregunta y los diez restantes eligieron la opción de respuesta *“a. Mayor que en el bombillo 2”*. Como se dijo anteriormente, la potencia con la que brillara el bombillo dependerá de su resistencia, y esta a su vez depende tanto de la longitud de su resistor como de su grosor según la relación  $L/\rho A$ , donde  $L$  es la longitud,  $\rho$  es una constante y  $A$  es el área transversal del resistor, en otras palabras su grosor. Entonces, según vemos en esta relación, entre mayor sea el área del resistor, menor va a ser su resistencia y menor

será la potencia con que se genera el brillo, así entonces esta opción es la respuesta correcta, pero las justificaciones de los estudiantes demuestran que para ellos simplemente el bombillo 1 brillara más por ser el primero (modelo de atenuación) como se evidencia en las siguientes justificaciones:

*C18... “está en serie”*

*C4... “el circuito está en serie e igual que en el circuito H el bombillo 1 recibe mayor voltaje”*

*C12... “porque a la bombilla 1 le entra más voltaje”*

#### **7.1.8. Pregunta 8.**

La octava pregunta presentaba a los estudiantes una situación problema, describiéndola desde un contexto real, además, también se les presentaban tres posibles planes de solución a esta situación problema. Los estudiantes debían tomarse su tiempo para leer la situación problema y escoger el plan de solución más conveniente según el criterio de cada uno.

Las respuestas obtenidas a esta pregunta, demuestra la gran dificultad y el poco interés que muestran los estudiantes a la hora de leer, pues debido a que en esta pregunta entre la situación problema y los planes de solución se debía leer aproximadamente una página, diez de los estudiantes no respondieron a este interrogante siendo mayoría, dos estudiantes escogieron el plan de solución 1, siete estudiantes el plan de solución 2 y nueve estudiantes eligieron el plan de solución 3.

El plan de solución 3 presenta un conjunto de procedimientos mediante el método heurístico planteando además de una estrategia general de resolución donde ellos primero comprende el problema, luego elaboran un plan, lo ejecutan dando lugar a la reflexión de lo obtenido (Polya, 1945) y otras posibles soluciones; siendo este plan el más adecuado en la solución de la situación presentada.

#### **7.1.9. Pregunta 9.**

La novena pregunta presentaba a los estudiantes una serie enunciados (afirmaciones), referentes a las actitudes del trabajo en equipo. Luego de leerlas detenidamente ellos debían indicar si estaban de acuerdo o en desacuerdo según su punto de vista y opinión a la hora de trabajar en equipo.

Teniendo en cuenta las respuestas dadas por los estudiantes se pudo observar que en su gran mayoría prefieren trabajar en equipo cuando van a desarrollar un problema, esto se puede

evidenciar gracias a que diecisiete de los veintiocho estudiantes afirmaron que a la hora de solucionar un problema preferían hacerlo en grupo. Sin embargo, sólo siete de estos coincidieron correctamente en sus respuesta, pues en el cuestionario solo el enunciado nueve, debía marcarse en desacuerdo ya que este afirmaba que *“a la hora de solucionar un problema prefiere trabajar solo”*, lo cual mostraría coherencia en sus respuestas sobre el trabajo en equipo. Los otros diez estudiantes aunque tenían completamente claro que preferían trabajar en grupo, manifestaron que presentaban algunas dificultades como: tener mayor fluidez verbal frente a su grupo, comunicar resultados. A pesar de que se presentan algunas dificultades, se sigue evidenciando su gran interés por resolver problemas en equipo. Nueve estudiantes a la hora de responder estos enunciados señalan estar de acuerdo al trabajar en equipo ya que en algunos enunciados reflejan este interés, sin embargo, demuestran incoherencia con sus respuestas ya que señalan que: prefieren trabajar solos, no llegan a acuerdos con facilidad, no comunican fácilmente los resultados a su grupo, no llegan a acuerdos ni aceptan opiniones de otros y tampoco generan conclusiones fácilmente, claramente se pueden observar contradicciones ya que esas características difieren completamente de las de un trabajo en equipo.

Finalmente tres de los veintiocho estudiantes, no aportaron mucho a la hora de resolver el cuestionario debido a que dos de ellos no marcaron nada en sus respuestas y el otro marcó todas las respuestas afirmando que estaba de acuerdo. Al revisar todas las preguntas del cuestionario se observó que estos estudiantes dejaron totalmente en blanco gran mayoría de las preguntas de todo el cuestionario lo cual demostró por parte de ellos gran apatía al desarrollo de esta actividad lo que dió a pensar que desarrollaron el cuestionario sin leer a conciencia y con el fin de entregarlo lo más rápido posible. El cuestionario se resolvió en su totalidad por parte de los estudiantes en una hora aproximadamente, posiblemente esto género que en algunos de los estudiantes cierta apatía por leer y auto cuestionarse para responder coherentemente, marcando sus respuestas de manera desinteresada. En conclusión la mayoría de los estudiantes presentaron una actitud positiva a la hora de trabajar en equipo, presentando dificultades mayoritariamente en los aspectos referentes a hablar frente al grupo y generar conclusiones.

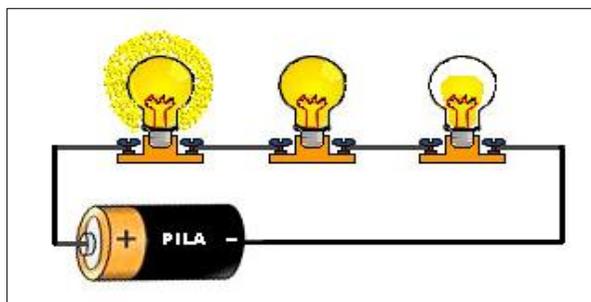
## **7.2. Situaciones problemas**

Después de aplicar el cuestionario y caracterizar el grupo de participantes, en la sesión de diseño, se procedió a plantear las situaciones problemas de acuerdo al tipo de dificultades y a las

concepciones previas encontradas en la primera sesión. Al finalizar el diseño, se plantearon las situaciones problemas 1 y 2 de tipo cualitativo, la situación problema 3 de tipo cuantitativo y la situación problema 4 de tipo productivo.

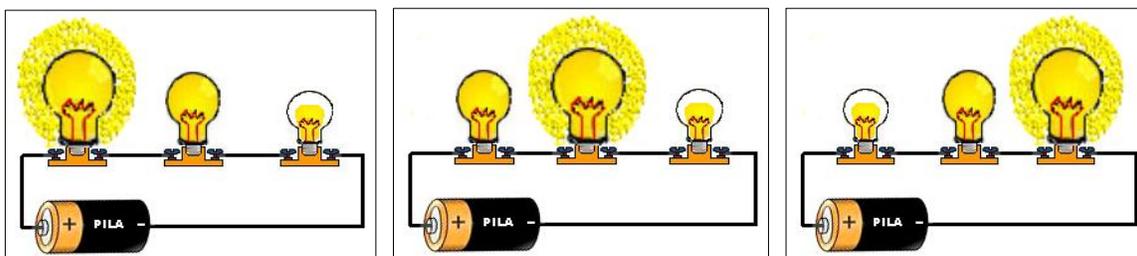
### 7.2.1. Primera situación problema: Mitos y Leyendas.

Es usual que algunas personas creen que, en un circuito eléctrico, que presenta bombillos conectados consecutivamente, siempre alumbrará en mayor proporción el que se encuentre más cerca a la pila (fuente de energía) y este brillo irá reduciéndose gradualmente cuando se aleja de ella (ver figura 23).



**Figura 29.** Circuito eléctrico con bombillos conectados consecutivamente

Sin embargo, otras personas creen que el tamaño del bombillo, sin importar su posición, también afecta su brillo, es decir, entre más grande, mayor será su brillo (ver figura 24).

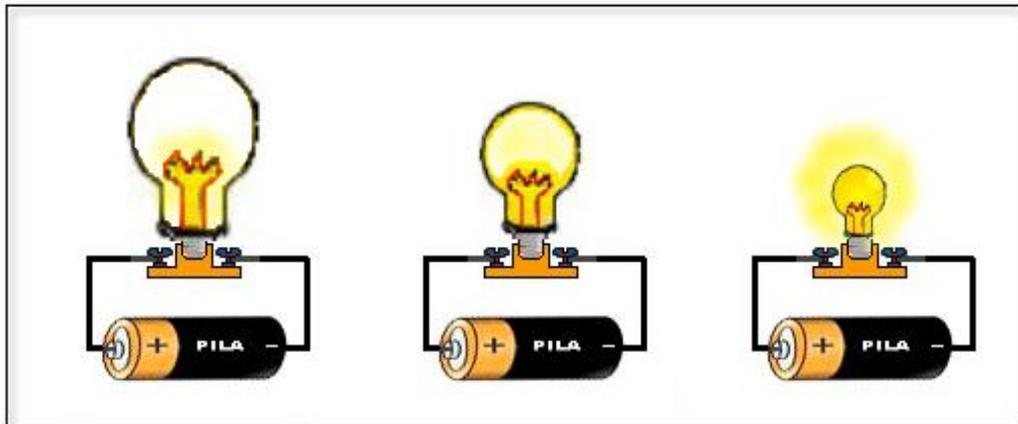


**Figura 30.** Circuitos eléctricos con bombillos de diferente tamaño conectados consecutivamente

¿Serán correctas estas dos creencias?, Justifique. Si ustedes cuentan con los materiales suficientes para comprobar estas creencias, ¿Cómo lo harían?, ¿qué datos registrarían? Construyan un plan de solución, socialícenlo en clase y cuando lleguen a acuerdos ¡pónganlo en marcha!

Luego de poner en marcha el plan, Construyan un circuito de 3 bombillos de diferentes tamaños, conectados consecutivamente, y predigan cómo será el brillo de cada uno, tomando

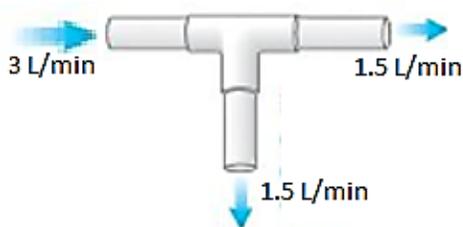
como referencia el máximo brillo que puede emitir cada bombillo cuando está sólo conectado a una pila, tal como se muestran en la figura 25. Justifiquen su respuesta.



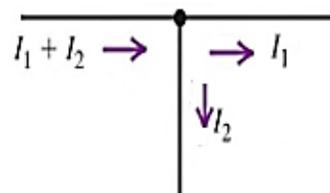
**Figura 31.** Referencia del brillo de los bombillos

**7.2.2. Segunda situación problema: La Corriente como Fluido.**

Es muy común que los físicos al momento de explicar la corriente eléctrica en un circuito eléctrico lo hacen comparándolo con el comportamiento de un fluido, pues, según ellos, si nos imaginamos una tubería en forma de T que transporta agua, la cantidad de líquido que sale es igual al que entra, es decir, si entran 3 L/min, debe salir 1.5 L/min por cada lado, siempre y cuando los tubos de salida tengan el mismo tamaño (ver figura 26a). De forma similar sucede con la cantidad de corriente eléctrica en un circuito eléctrico conectado de esta forma, llamada conexión en paralelo (ver figura 26b y 27).



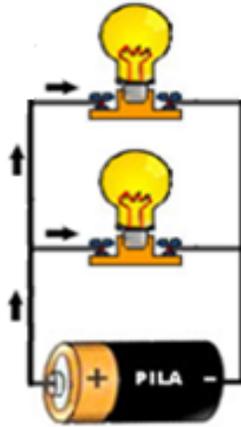
**Figura 26a.**



**Figura 26b.**

**Figura 32.** Comparación utilizada por los físicos para explicar la corriente eléctrica

Ahora bien, si ustedes conectan 2 bombillos del mismo tamaño en paralelo, tal como se ve en la figura 27, ¿cómo espera que alumbren los bombillos?, ¿Cuánta corriente eléctrica pasará por cada uno?; y si uno de los 2 bombillos es más grande ¿cómo alumbrarán? ¿Importará la posición del bombillo grande en este circuito para que alumbre más?



**Figura 33.** Conexión de dos bombillos en paralelo

- a) Construyan un plan de solución, socialícenlo en clase y cuando lleguen a acuerdos, pónganlo en marcha. Posteriormente, determinen los límites o alcances de la analogía que usan los físicos para explicar el comportamiento de la corriente eléctrica en un circuito en paralelo.
- b) ¿Qué relación (similitud y diferencias) tiene este circuito con referencia al circuito en serie que se trabajó en el primer problema (Mitos y leyendas)?

### **7.2.3. Tercera situación problema: El Orden de los Factores Sí Altera el Producto.**

En el mercado podemos encontrar muchos tipos de pilas, de tamaños, formas y colores, cada una de estas con un voltaje diferentes, proporcionando la energía adecuada para hacer funcionar un dispositivo eléctrico. Si se quiere construir un circuito eléctrico para hacer alumbrar un bombillo, que para su funcionamiento óptimo requiere alrededor de 12 V (voltios) a 3 W (vatios), y además del bombillo se cuenta con pilas de 3 Voltios y cable conductor suficiente para realizar las conexiones ¿Cuántas pilas utilizaría y cómo las conectaría en la construcción del circuito?

- Realicen al menos 3 diseños y expliquen por qué realizaron cada uno. luego constrúyanlos para probar sus tres explicaciones, y así puedan determinar cuál es el diseño más óptimo de acuerdo a los requerimientos del bombillo.

#### ***7.2.4. Cuarta situación problema: Construyendo un Plan de Negocios.***

En el mundo actual la energía eléctrica es un bien necesario y se encuentra presente en todas las casas de nuestras ciudades. Esta energía eléctrica es la responsable de iluminar en las noches cuando la luz natural se encuentra ausente o cuando los recintos son muy oscuros; esta energía llega a nuestros hogares a través de una intrincada red de cables conductores, por lo general este servicio es intermitente y en repetidas ocasiones esta red falla, haciendo que quedemos a oscuras. Una solución a esta problemática sería que en cada casa hubiera una lámpara que iluminará lo suficiente hasta que el servicio de energía se restablezca. Sin embargo, las fuentes de energía (pilas) que alimentan las lámparas, a veces, resultan un poco costosas, pues es usual que se descarguen muy rápido, aspecto que para el consumidor no sería amigable para su bolsillo.

Usted como estudiante de un colegio con especialidades técnicas, teniendo las herramientas y materiales suficientes (pilas, bombillos de diferentes características, cable conductor, caudín, soldadura de estaño, cartón, silicona líquida, cualquier material que pueda incluir para el soporte) para el diseño y la construcción de un circuito eléctrico de una lámpara: ¿Qué diseño utilizaría y cómo construiría una lámpara lo más eficiente posible, es decir, que emita la mayor cantidad de luz, pero que consuma la menor cantidad de energía eléctrica evitando pérdidas de energía, de tal forma que ilumine lo suficiente y pueda ahorrarle dinero al consumidor?

### **7.3. Diseño de la Acción Pedagógica para la Aplicación de las Situaciones Problema**

Teniendo en cuenta la resolución de problemas como estrategia para mejorar el aprendizaje en el aula y poder alcanzar el objetivo de esta investigación, se deben tener en cuenta algunos criterios importantes como: la organización de contenidos, la ambientación del espacio, los tiempos de enseñanza, el rol del profesor y del estudiante, el diseño y selección de situaciones problemáticas ricas en contexto. Lo anterior hace que no solo sean necesarias las situaciones problemas contextualizadas, sino que se tenga clara una secuencia de intervención didáctica para

que el desarrollo de estas situaciones problemas generen en los estudiantes un máximo de aprendizajes según sus posibilidades.

A través del desarrollo de estas actividades los estudiantes y profesores deberán cumplir a cabalidad con los roles propuestos a continuación:

- ✓ **Rol del profesor:** El rol del profesor es generar un ambiente en el aula, que le permita a sus estudiantes aprender a trabajar en equipo para generar propuestas a la solución del problema planteado, motivándolos a participar activamente en las discusiones, además debe ser un facilitador que guíe al estudiante, retroalimentando los resultados de las concepciones previas de tal manera que permitan mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en el aula.
- ✓ **Rol del estudiante:** El rol del estudiante es aprender a trabajar colaborativamente respetando los diferentes puntos de vista de sus compañeros y valorando la participación de ellos y de sus compañeros en la adquisición de conocimientos, debe buscar y seleccionar información pertinente para presentarla a sus compañeros en el salón de clase, a partir de esto debe realizar su análisis y evaluación.

### ***7.3.1. Diseño de la acción pedagógica para la primera clase de aplicación.***

A continuación, se encuentra la tabla 10, donde se recopila el diseño de la acción pedagógica para la aplicación de la primera situación problema.

***Tabla 10. Diseño del plan de clase para la aplicación de la primer situación problema***

<b>Nombre de la situación problema:</b> Mitos y leyendas
<b>Intencionalidad:</b> El propósito de esta situación problema es mejorar el lenguaje técnico que se necesita para poder explicar el funcionamiento de un circuito en serie, en el que se requieren utilizar correctamente los conceptos de corriente, potencial, potencia eléctrica y resistencia. Además, se busca modificar la creencia de entender la corriente eléctrica como un fluido que se gasta a medida que atraviesa los elementos de un circuito conectado en serie. Adicionalmente se analizará la capacidad que tienen los estudiantes para plantear una hipótesis coherente a la necesidad del problema, y a partir de allí poder generar un plan de solución que los conduzca al desarrollo y la respectiva solución del problema teniendo en cuenta el aporte de ideas y toma de decisiones por parte de los integrantes del grupo.
<b>Tiempo estimado de duración:</b> tres clases de 60 minutos cada una (180 minutos en total)
<b>Contenidos de Enseñanza</b>
<b>Conceptual:</b> Un circuito en serie es una conexión de elementos eléctricos que se conectan consecutivamente; si uno de estos elementos no funciona, la energía eléctrica no circula, por lo que las cargas del conductor no se moverían, dejando sin funcionamiento el circuito eléctrico. A esta situación se le llama un circuito abierto. Para determinar la resistencia equivalente de un circuito en serie y así conocer la corriente, voltaje y potencia eléctrica de cada elemento de un circuito es necesario sumar todas las resistencias de cada elemento del circuito ( $R_{eq}=R1+R2$ ). Conocer estas variables es muy importante para comprender, no sólo los conceptos y términos

---

científicos, sino que también permite predecir correctamente el brillo de un bombillo, así se evitan creencias populares y modelos que no corresponden al modelo científico.

---

**Procedimental:**

- Plantean hipótesis y de manera coherente la argumentan.
  - Proponen un plan de solución sistemático para resolver el problema teniendo en cuenta la hipótesis planteada.
  - Reconocen los resultados obtenidos a partir del plan utilizado, validan o refutan la hipótesis.
- 

**Actitudinal:**

- Todo el equipo aporta en la solución del problema, logrando llegar a acuerdos concretos.
- 

**Secuencia de cada clase (introducción, desarrollo y cierre) /actividades a desarrollar en cada momento/ tiempo posible de duración.**

---

**Evaluación (¿Qué?, ¿Cómo?):** Se evalúa la capacidad que tiene el estudiante de reconocer y explicar los conceptos en el funcionamiento de un circuito de corriente continua cuando sus componentes se encuentran conectados en serie, además de generar hipótesis coherentes con la indagación formulando planes de solución basado en estas hipótesis que les permita obtener resultados a partir del plan utilizado, así validan o refutan la hipótesis propuesta. También se tendrán en cuenta las ideas propuestas por los estudiantes a la hora de aportar ideas y llegar a acuerdos concretos durante el trabajo en equipo.

Lo anterior se identificará mediante la observación participante y entrevista no estructurada, así mismo se recogerán los escritos realizados por los estudiantes a partir del diseño y la construcción de un circuito eléctrico de corriente continua en serie donde se dará respuesta a las preguntas formuladas tanto por estudiantes como por los profesores, dando lugar a las explicaciones y conclusiones a medida que desarrollan el plan de solución.

---

*Primera Clase: día hora y fecha*

**Introducción:**

**Actividad 1** (30 min)

Comprende el establecimiento de acuerdos de trabajo y explicación sobre cómo se va a trabajar la resolución de problemas.

Se iniciará la clase recordando a los estudiantes el nombre de los profesores y proponiendo algunos acuerdos para el buen desarrollo de las actividades a realizar.

**Acuerdos:**

- Cualquier participación o comentario debe hacerse con el debido respeto.
- Escuchar a los compañeros con atención.
- Levantar la mano para pedir la palabra.
- Participar desde su grupo de trabajo en los debates generados.

Preguntaremos si alguien más quiere añadir algún otro acuerdo en grupo y se tomarán las decisiones. Durante esta primera actividad los profesores informaran a los estudiantes que se realizarán cuatro intervenciones de dos horas cada una; en cada intervención se presentará una situación problema donde se les dará una lista de los materiales que necesitarán durante las intervenciones, todo esto lo deberán trabajar a nivel grupal.

Las situaciones problemas están diseñadas para ser desarrolladas en equipo, por lo cual los profesores formaran grupos de 4 estudiantes. Estos grupos deben ser lo más heterogéneos posible teniendo en cuenta que en el grupo total de estudiantes pertenecen a tres de las especialidades técnicas ofrecidas por la institución, estas especialidades técnicas son: mecánica automotriz, metalurgia, ebanistería y electricidad y electrónica. Los grupos de trabajo conformados deben contar por lo menos con un estudiante de la especialidad técnica de electricidad y electrónica; esto con el fin de contar con diversidad de concepciones a la hora de desarrollar las situaciones problema. Estos grupos que se conformarán deberán mantenerse a través de la aplicación de las cuatro situaciones problema.

Cuando ya se encuentren conformados los grupos de trabajo y antes de entregar la primera situación problema, se aclarará a los estudiantes cómo será la dinámica para el desarrollo de las actividades propuestas y los pasos

---

---

que deben tener en cuenta para trabajar mediante esta estrategia de aprendizaje. A continuación se muestra dicha dinámica de trabajo de forma general:

Lo primero que deben hacer cuando se les entregue la situación problema será realizar una lectura general, dando un espacio para que en grupo dialoguen, discutan y comprendan cómo funciona la situación presentada y las preguntas que hay en cada situación; lo segundo, y teniendo en cuenta todos los puntos de vista de los integrantes del grupo, deben llegar a un acuerdo para que puedan diseñar un plan de solución que les permita descubrir la mejor forma de resolver la situación presentada; lo tercero, los estudiantes deben poner en marcha el plan de solución propuesto con el fin de corroborar el acierto o desacierto de las hipótesis formuladas; lo cuarto, será realizar un análisis de los resultados para luego reflexionar acerca de ellos de tal forma que les permita tomar nuevas decisiones para resolver la situación presentada; Finalmente y como quinto momento, los estudiantes realizarán una evaluación del desempeño del trabajo grupal.

También se dejará claro que el trabajo de los estudiantes será evaluado por medio de una rúbrica donde se tendrán en cuenta los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que de acuerdo con el desarrollo de las actividades propuestas se ubicarán en un nivel alto, medio o bajo que será interpolado a una escala numérica así:

<b>Alto</b>	<b>5.0</b>
<b>Medio</b>	<b>3.5</b>
<b>Bajo</b>	<b>2.5</b>

### **Desarrollo:**

#### **Actividad 2** (135 min)

**Actividad 2.1.** (30 min) Estando conformado los grupos de trabajo y ubicados adecuadamente, se hará entrega a cada grupo la primer situación problema que lleva como nombre “*Mitos y Leyendas*”.

Se les dará un espacio a los estudiantes para que hagan una lectura al problema de manera general. Luego de haber leído la situación problema, los estudiantes deberán discutir de manera grupal las ideas que surgen a partir de la lectura y responder las preguntas que allí se presentan, dando lugar a un posible debate teniendo en cuenta las “*creencias*” que propone la situación; habrá quienes estén de acuerdo y quienes no lo estén, aquí los profesores irán por cada uno de los grupos realizando una indagación de las ideas de los estudiantes, a partir de un diálogo no estructurado (entrevista no estructurada) con el fin de recolectar información para luego realizar la respectiva evaluación.

#### **Actividad 2.2.** (60 min)

Después de que los grupos de estudiantes hayan comprendido las situaciones propuestas y hayan socializado las preguntas, los grupos de trabajo deberán:

- Proponer hipótesis que sean pertinentes y les permita explicar el funcionamiento de circuito en serie. Luego, y con el fin de interactuar con los estudiantes, los profesores realizarán algunas preguntas, como por ejemplo: ¿Qué es un circuito en serie? ¿Cómo funciona la corriente en un circuito? ¿Si el bombillo se encuentra más cerca de la pila, alumbrará más?, esto con el fin de examinar algunos aspectos del manejo conceptual, procedimental y actitudinal que tienen los estudiantes frente a circuitos en serie generando una duda respecto a lo que ellos proponen, pero siempre teniendo en cuenta que ellos serán los responsables de la construcción de su propio conocimiento.
  - Diseñar un plan de solución con el fin de comprobar o refutar las hipótesis propuestas. En este momento los profesores escucharán los planes de solución diseñados mediante una socialización con el fin de evaluarlo, teniendo en cuenta, si este plan es acorde a la hipótesis formulada y si pueden explicar el propósito de cada paso del plan. Este diseño deberá ser realizado en una hoja que se recogerá al final de la clase.
  - Poner en marcha el plan de solución que se diseñó, con los materiales que ellos necesiten (bombillos, fuente de poder, cable conductor), para así dar lugar al respectivo análisis, reconociendo que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis.
  - Realizar una reflexión de los resultados obtenidos y los pasos dados, explicándolos y generando conclusiones plausibles, para así comprobar si las estrategias generadas dieron lugar al correcto
-

---

desarrollo de la actividad. Al igual que en el paso del diseño, estas reflexiones de los resultados serán realizadas en un escrito.

**Actividad 2.3.** (45 min)

Luego de haber propuesto las hipótesis, diseñado un plan de solución, haberlo puesto en marcha comprobando o refutando la hipótesis, reflexionado y finalmente generando conclusiones acerca del funcionamiento de un circuito en serie, los estudiantes deberán diseñar y construir un circuito eléctrico aprovechando los conocimientos adquiridos en la experiencia anterior teniendo claro cuál es el funcionamiento y la relación de las variables que permiten esto.

Los materiales para la construcción de este circuito ya se les habrá pedido a los estudiantes y serán traídos por ellos, estos materiales son: bombillos de tres resistencias diferentes, cable conductor y pilas. Los estudiantes procederán a la construcción del circuito y después de haberlo hecho deberán predecir cómo será el brillo de cada uno de los bombillos antes de conectarlos, durante este proceso se irá indagando a los estudiantes con preguntas orientadoras cómo *¿Considera que el tamaño del bombillo tiene influencia su brillo? ¿Cómo relaciona el voltaje y la potencia eléctrica en este circuito? ¿Si se quita un bombillo el circuito seguirá funcionando?*

Con base en las predicciones de los estudiantes identificarán cuales son las acertadas y erróneas, para esto deberán consultar en textos escolares traídos de la biblioteca de la institución, y también podrán utilizar la red de internet para que ellos mismos consulten y den solución a sus preguntas, además, para que esto quede mucho más claro y poder realizar los posteriores análisis, los estudiantes deberán tomar medidas de las variables (Corriente, voltaje, resistencia) con el multímetro y de acuerdo a estas calcular la potencia con el fin de que reconozcan, cuál es la relación de estas variables en el funcionamiento del circuito, y también como el cambio de alguna de estas variables influye en su relación; tendrán que hacer una comparación de lo que sucede en la teoría y en la práctica.

El cómo medir las variables con el multímetro y calcular su potencia serán conocimientos que tienen algunos de los estudiantes, sobre todo los de la especialidad técnica de electricidad, los profesores sólo intervendrán en un caso necesario y solo se darán algunas orientaciones pequeñas sin interferir en sus concepciones con el fin de que ellos sean los responsables de la construcción de su propio conocimiento y así los estudiantes serán capaces de predecir el brillo de bombillos en la construcción de nuevos circuitos eléctricos de corriente continua.

Cuando ya se haya dado solución al mito y se resuelvan las preguntas planteadas en este y se comprueben o refuten las hipótesis propuestas, los estudiantes podrán contrastar los cálculos obtenidos de forma práctica y teórica con base en los cuales podrán proponer las diferentes predicciones del brillo de los bombillos en nuevos circuitos. De esta manera, ellos deberán escribir sus conclusiones que serán recogidas al finalizar la clase.

**Cierre**

**(La actividad 3 será igual para todas las clases)**

**Actividad 3** (15 min) Finalizando el tiempo de la sesión los estudiantes deberán socializar con los otros grupos el plan de solución propuesto, para así poder contar a sus compañeros si su hipótesis fue válida o no y cuál fue la razón por la que obtuvieron dichos resultados, así mismo se dará lugar para resolver preguntas y respuestas que hayan quedado.

Luego los estudiantes deberán responder lo siguiente:

- a) *¿Al trabajar en equipo su compañero aportó ideas?*
- b) *¿Al momento de trabajar en equipo su compañero llegó a acuerdos?*

Estas preguntas permitirán evaluar el trabajo grupal por parte de los estudiantes, nosotros como profesores estaremos durante todas las actividades recogiendo información mediante entrevistas no estructuradas y observaciones del desarrollo de cada actividad, de modo que nos permita verificar si los aportes dados por los integrantes de los grupos coinciden con la evaluación realizada por cada uno de ellos. Cada integrante del grupo debe colocar en una hoja el nombre de cada uno de sus compañeros y evaluará el trabajo realizado; todo esto se hará de manera anónima.

---

---

Al terminar se les pedirá a los estudiantes que arreglen el salón, dejen todo ordenado y que los materiales queden listos para utilizar la próxima sesión.

---

### 7.3.2. Diseño de la acción pedagógica para la segunda clase de aplicación.

A continuación, se encuentra la tabla 11, donde se recopila el diseño de la acción pedagógica para la aplicación de la segunda situación problema.

**Tabla 11.** Diseño del plan de clase para la aplicación de la segunda situación problema

---

<b>Nombre de la situación problema:</b> La corriente como fluido.
<b>Intencionalidad:</b> El propósito de esta situación problema es mostrar a los estudiantes cómo funcionan las variables (corriente, potencial, potencia eléctrica y resistencia) de un circuito en paralelo, utilizando analogías para que sean conscientes del papel que juegan, teniendo en cuenta cuáles son los alcances y límites de su análogo. Además, se espera, con esos límites, contribuir a refutar la creencia del modelo de reparto no conservativo. Adicionalmente se analizará la capacidad que tienen los estudiantes para plantear una hipótesis coherente a la necesidad del problema, y a partir de allí poder generar un plan de solución que los conduzca al desarrollo y la respectiva solución del problema teniendo en cuenta el aporte de ideas y toma de decisiones por parte de los integrantes del grupo.
<b>Tiempo estimado de duración:</b> tres clases de 60 minutos cada una (180 minutos en total).
<b>Contenidos de Enseñanza</b>
<b>Conceptual:</b> Un circuito en paralelo es una conexión donde todos sus elementos eléctricos se unen entre sí por dos puntos A y B; la corriente total es la suma de la corriente en cada elemento y su diferencia de potencial será la misma para todos los elementos; si uno de estos elementos no funciona, la energía eléctrica si circula, ya que a pesar de su daño el circuito no quedará abierto (circuito cerrado) y las cargas del conductor se seguirán moviendo, haciendo que el circuito aun funcione. Para determinar la resistencia equivalente de un circuito en paralelo y así conocer la corriente, voltaje y potencia eléctrica de cada elemento de un circuito es necesario sumar el inverso de todas las resistencias de cada elemento del circuito, para conocer el inverso de la resistencia equivalente $\left(\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ . Conocer estas variables es muy importante para comprender, no sólo los conceptos y términos científicos, sino que también permite predecir correctamente el brillo de un bombillo, así se evitan creencias populares y modelos que no corresponden al modelo científico.
<b>Procedimental:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Plantean hipótesis de manera coherente y la argumentan.</li><li>▪ Diseña y proponen un plan de solución sistemático para resolver el problema teniendo en cuenta la hipótesis planteada.</li><li>▪ Reconocen que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis.</li></ul>
<b>Actitudinal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Todo el equipo aporta en la solución del problema, logrando llegar a acuerdos concretos.</li></ul>
<b>Secuencia de cada clase (introducción, desarrollo y cierre) /actividades a desarrollar en cada momento/ tiempo posible de duración.</b>
<b>Evaluación (¿Qué?, ¿Cómo?):</b> Se evalúa la capacidad que tiene el estudiante para reconocer y explicar los conceptos en el funcionamiento de un circuito de corriente continua cuando sus componentes se encuentran conectados en paralelo, además de generar hipótesis coherentes con la indagación formulando planes de solución con base a estas hipótesis, obteniendo resultados a partir del plan utilizado validando o refutando la hipótesis.

---

Lo anterior se identificará mediante la observación participante y entrevista no estructurada, así mismo se recogerán los escritos realizados por los estudiantes a partir del diseño y la construcción de un circuito eléctrico en paralelo donde se dará respuesta a las preguntas formuladas, explicándolas y generando conclusiones.

---

---

Adicional a esto se tendrá en cuenta el desempeño grupal teniendo en cuenta que todos los integrantes del grupo aporten ideas que sirvan para llegar a la solución del problema y poder llegar a acuerdos.

---

*Segunda clase: día hora y fecha*

**Introducción:**

**Actividad 1** (30 min)

Se dará inicio con el respectivo saludo y se preguntará ¿cómo les parecieron las actividades desarrolladas en la sesión anterior?, comentando los aciertos que se tuvieron, las dificultades que se presentaron y cómo se resolvieron, esto con el ánimo de introducir las actividades para la sesión actual. Se desarrollará una nueva situación problema, donde a partir del uso de una analogía (comparación) se les indaga a los estudiantes acerca del funcionamiento de los circuitos conectados en paralelo.

**Desarrollo:**

**Actividad 2** (135 min)

**Actividad 2.1.** (30 min) Al iniciar la sesión los estudiantes deberán conformar los grupos definidos desde la primera sesión, teniendo en cuenta que no son modificables. Seguido de esto, se realizará la entrega de la segunda situación problema a cada grupo la cual lleva por nombre “*La Corriente como Fluido*”.

Al igual que en la sesión anterior se les dará un espacio para que realicen la lectura del problema y analicen las situaciones presentadas. Luego de haber leído la situación problema, los estudiantes deberán discutir de manera grupal las ideas que surgen a partir de la lectura; dando paso a la discusión y/o debate sobre cómo funciona un circuito en paralelo valiéndonos del uso de analogías, teniendo en cuenta así los límites y alcances que presentan este análogo. Aquí los profesores irán por cada uno de los grupos realizando una indagación de las ideas de los estudiantes, basándose en un diálogo no estructurado (entrevista no estructurada).

**Actividad 2.2.** (60 min)

Después de que los grupos de estudiantes hayan comprendido el uso de la analogía propuesta en la situación y de acuerdo a lo anterior, los grupos de trabajo deberán:

- Proponer hipótesis que les permita explicar cómo se comporta la corriente eléctrica en un circuito en paralelo. Los profesores realizarán algunas preguntas, como por ejemplo: ¿Qué es un circuito en paralelo? ¿Cómo funciona la corriente en un circuito de este tipo? ¿La corriente es un fluido? ¿Se comporta la corriente como un fluido? esto con el fin de orientar las propuestas de hipótesis por medio del uso de una analogía con el agua que circula por una tubería; analizando qué sucede si se conectan 2 bombillos de igual tamaño en una conexión paralela. Además, examinaremos algunos aspectos del manejo conceptual y procedimental que tienen los estudiantes frente a circuitos en paralelo.
- Diseñar un plan de solución con el fin de comprobar o refutar las hipótesis propuestas. En este momento los profesores escucharán los planes de solución diseñados mediante una socialización con el fin de evaluarlo, teniendo en cuenta si este plan se basa en la hipótesis formulada; y si pueden explicar el propósito de cada paso del plan. Este diseño deberá ser realizado en una hoja para entregar.
- Poner en marcha el plan de solución que se diseñó, para así dar lugar al respectivo análisis, reconociendo que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis.
- Realizar una reflexión de los resultados obtenidos y los pasos dados explicándolos y generando conclusiones plausibles, para así comprobar si las estrategias generadas dieron lugar al correcto desarrollo de la actividad. Los estudiantes resolverán las preguntas planteadas en la situación. Aquí, los estudiantes deberán responder las preguntas que aparecen en la situación, ¿cómo espera que alumbrén los bombillos? ¿cuánta corriente pasaría por cada uno de ellos? ¿qué pasaría si uno de los dos bombillos cambiará de tamaño? ¿cómo alumbrarán? ¿Importará la posición del bombillo grande en este circuito para que alumbré más? y mediante la construcción de sus predicciones y análisis se abrirá el paso a la construcción de sus propios conceptos sobre las variables que se relacionan en el funcionamiento de un circuito eléctrico cuando sus componentes se encuentran conectados en paralelo. Al igual que en el paso de diseño, estas reflexiones de los resultados serán realizadas en un escrito para entregar.

---

**Actividad 2.3.** (45 min)

---

---

Luego de haber propuesto las hipótesis, diseñado un plan de solución, haberlo puesto en marcha comprobando o refutando la hipótesis y finalmente reflexionado y generando conclusiones acerca del funcionamiento de un circuito en paralelo, los estudiantes deberán diseñar y construir un circuito eléctrico aprovechando los conocimientos adquiridos en la experiencia anterior teniendo claro cuál es el funcionamiento y la relación de las variables que le permiten funcionar.

Los materiales para la construcción de este circuito ya se les habrá pedido a los estudiantes y serán traídos por ellos, estos materiales son: bombillos de tres resistencias diferentes (dos de cada resistencia), cable conductor y pilas. Los estudiantes procederán a la construcción del circuito y después de haber construido deberán predecir cómo será el brillo de cada uno de los bombillos antes de conectarlos, durante este proceso se irá indagando a los estudiantes con preguntas orientadoras cómo ¿si tengo un circuito en paralelo con dos bombillos, la corriente se reparte por igual? ¿La corriente del circuito dependerá de los bombillos o de la pila? ¿Considera que el tamaño del bombillo tiene influencia su brillo? ¿Cómo relaciona el voltaje y la potencia eléctrica en este circuito? ¿Si se quita un bombillo el circuito seguirá funcionando?

Con base en las predicciones y respuestas sugeridas a las anteriores preguntas los estudiantes sabrán si estaban errados o no, para esto deberán consultar en textos escolares traídos de la biblioteca de la institución, y también podrán utilizar la red de internet para que ellos mismos consulten y den solución a sus preguntas, además, y para que esto quede más claro y poder realizar los posteriores análisis los estudiantes deberán tomar medidas de las variables (Corriente, voltaje, resistencia) con el multímetro y con base a estas calcular la potencia para que se den cuenta cual es la relación de estas variables en el funcionamiento del circuito, y como el cambio de alguna de estas variables afecta su relación; también, la clase anterior le permite ganar algo de experiencias para contrastar teoría y práctica. El cómo medir las variables con el voltímetro y calcular su potencia serán conocimientos que tienen algunos de los estudiantes, sobre todo los de las especialidad técnica de electricidad, los profesores sólo intervendrán en un caso necesario y solo se darán algunas orientaciones pequeñas sin interferir en sus concepciones con el fin de que ellos sean los responsables de la construcción de su propio conocimiento. Así los estudiantes serán capaces de predecir el brillo de bombillos en la construcción de nuevos circuitos eléctricos de corriente continua. También, serán capaces de entender fenómenos valiéndose del uso de analogías, encontrando diferencias y similitudes y sabiendo cual es el alcance de estas comparaciones; se espera que después de esto sean capaces de articular estas analogías para entender mejor el funcionamiento y los conceptos de los tipos de circuitos (serie, paralelo).

Cuando ya se haya dado solución a la analogía, se tenga claro cuál es su alcance y se resuelvan las preguntas planteadas en este y se comprueben o refuten las hipótesis propuestas, los estudiantes podrán contrastar los cálculos obtenidos de forma práctica y teórica con las cuales podrán proponer las diferentes predicciones del brillo de los bombillos en nuevos circuitos y explicar qué relación este circuito con relación al del primer problema.

#### **Cierre**

#### **Actividad 3 (15 min)**

---

### ***7.3.3. Diseño de la acción pedagógica para la tercera clase de aplicación.***

A continuación, se encuentra la tabla 12, donde se recopila el diseño de la acción pedagógica para la aplicación de la tercera situación problema.

**Tabla 12. Diseño del plan de clase para la aplicación de la tercera situación problema**

---

<b>Nombre de la situación problema:</b> El orden de los factores sí altera el producto.
<b>Intencionalidad:</b> La intención de esta situación problema es que los estudiantes entiendan que, en circuitos eléctricos con más de una fuente de energía, la manera en que estas se conectan altera el funcionamiento y algunas variables del circuito como corriente eléctrica, voltaje y potencia eléctrica. Adicionalmente se analizará la capacidad que tienen los estudiantes para plantear una hipótesis coherente a la necesidad del problema, y a partir de allí poder generar un plan de solución que los conduzca al desarrollo y la respectiva solución del problema teniendo en cuenta el aporte de ideas y toma de decisiones por parte de los integrantes del grupo.
<b>Tiempo estimado de duración:</b> tres clases de 60 minutos cada una (180 minutos en total)
<b>Contenidos de Enseñanza</b>
<b>Conceptual:</b> Una fuente de energía es la que suministra un voltaje constante aún si la resistencia cambia. Si las fuentes se conectan en <i>serie</i> , el voltaje total sería la suma de todas estas así ( $V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$ ) esta suma requiere que sus polaridades se tengan en cuenta a la hora de operar, de tal modo que las fuentes con polaridades opuestas presentan un voltaje con signos distintos. La corriente total producida por fuentes de corriente en paralelo es igual a la suma de las corrientes individuales, se debe tener en cuenta la dirección de la corriente cuando se combinan haciendo siempre que el polo positivo se conecte con el negativo. En un circuito las divisiones son denominadas ramas, la corriente se dirige a la unión de estas. Si se quiere conectar fuentes o baterías en paralelo se debe tener en cuenta que sus voltajes sean iguales y a diferencia que en el ejemplo anterior, sus polaridades en la conexión deben ser de igual a igual (positivo- positivo, negativo-negativo), así el valor total del voltaje suministrado al circuito es el mismo que en cada pila por separado. Las pilas conectadas en paralelo duran más ya que su consumo es uniforme.
<b>Procedimental:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Plantean hipótesis de manera coherente y la argumentan.</li><li>▪ Diseña y proponen un plan de solución sistemático para resolver el problema teniendo en cuenta la hipótesis planteada.</li><li>▪ Reconocen que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis.</li></ul>
<b>Actitudinal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Todo el equipo aporta en la solución del problema, logrando llegar a acuerdos concretos.</li></ul>
<b>Secuencia de cada clase (introducción, desarrollo y cierre) /actividades a desarrollar en cada momento/ tiempo posible de duración.</b>
<b>Evaluación (¿Qué?, ¿Cómo?):</b> Se evalúa la capacidad que tiene el estudiante para reconocer y explicar los conceptos en el funcionamiento de un circuito de corriente continua con más de una fuente de energía, identificando qué sucede con estas pilas cuando se encuentran conectadas de diferentes formas, además de generar hipótesis coherentes con la indagación formulando planes de solución con base a estas hipótesis, obteniendo resultados a partir del plan utilizado validando o refutando la hipótesis.  Lo anterior se identificará mediante la observación participante y entrevista no estructurada, así mismo se recogerán los escritos realizados por los estudiantes a partir del diseño y la construcción de un circuito eléctrico para hacer alumbrar un bombillo que requiere cierto voltaje y cuenta con tres pilas de iguales características, adicional a esto deberá construir al menos tres diseños para demostrar cuantas pilas utilizarán, de qué forma las conectaran y por qué lo harán así. Allí se dará respuesta a las preguntas formuladas, explicándolas y generando conclusiones. Adicional a esto se tendrá en cuenta el desempeño grupal teniendo en cuenta que todos los integrantes del grupo aporten ideas que sirvan para llegar a la solución del problema y poder llegar a acuerdos.
<b>Tercera sesión: día hora y fecha</b>
<b>Introducción:</b>
<b>Actividad 1 (30 min)</b> Al igual que las dos sesiones anteriores, se dará inicio con el saludo y se indaga cómo les ha parecido la metodología utilizada hasta el momento, cómo se han sentido durante aquellas experiencias. Como ya se había dicho, en el desarrollo de cada sesión se trabajará una nueva situación problema. En esta sesión y con base al desarrollo de dicha situación, los estudiantes podrán conocer cómo funciona el voltaje equivalente por parte de

---

---

las pilas y/o fuentes de energía, donde se tendrá en cuenta que la corriente dependerá de la conexión en el circuito y el bombillo que se utilice.

**Desarrollo:**

**Actividad 2** (135 min)

**Actividad 2.1.** (30 min) Como en las sesiones anteriores, se les pedirá a los estudiantes que se organicen en los grupos de trabajo habituales. Seguidamente se les hará entrega de la tercera situación problema denominada “*El Orden de los Factores Sí Altera el Producto*”.

Al igual que en la sesión anterior se les dará un espacio para que realicen la lectura del problema y analicen las situaciones presentadas. Luego de haber leído la situación problema, los estudiantes deberán discutir de manera grupal las ideas que surgen y responder las preguntas que surgen a partir de la lectura, lo cual abrirá paso a la discusión y/o debate sobre el funcionamiento de un circuito con dos fuentes de energía y cuál será la forma correcta de conectar estas fuentes de modo que optimice el funcionamiento del circuito dando el mejor rendimiento de las Fuentes.

De tal manera que mediante estos análisis se pueda comprobar si el orden de los factores altera el producto o no, los estudiantes resolverán las preguntas planteadas en la analogía mediante la proyección de sus predicciones abriendo paso a la construcción de sus propios conceptos sobre la situación propuesta. Aquí los profesores irán por cada uno de los grupos realizando una indagación de las ideas de los estudiantes, basado en un diálogo no estructurado (entrevista no estructurada).

**Actividad 2.2.** (60 min)

Teniendo en cuenta la actividad anterior, los integrantes de cada grupo:

- Proponer hipótesis coherentes que les permita explicar cómo se comporta la corriente eléctrica y el voltaje de una fuente de energía cuando se conectan en serie y en paralelo. Luego y con el fin de interactuar con los estudiantes, los profesores realizarán algunas preguntas, como por ejemplo: ¿Qué es una fuente de energía? ¿Cómo funciona? ¿Por qué hay pilas de diferentes tamaños? ¿Cómo se comportará la corriente respecto a los valores de la resistencia? ¿Es coherente montar pilas en paralelo? ¿El voltaje y la polaridad influyen en la corriente? ¿Si hay más de dos pilas la tensión suministrada será mayor o menor?, todo esto con el fin de examinar algunos aspectos del manejo conceptual y procedimental que tienen los estudiantes frente a la conexión de las fuentes de energía, generando duda frente a lo que ellos proponen, pero siempre se teniendo en cuenta que ellos serán los responsables de la construcción de su propio conocimiento.
- Diseñar un plan de solución con el fin de comprobar o refutar las hipótesis propuestas; deben diseñar mínimo tres circuitos, donde conectarán pilas en serie, paralelo y de forma mixta. Aquí, los estudiantes deberán analizar lo que se le presenta en la situación donde se les pide hacer alumbrar un bombillo de 12 voltios y solo cuentan con pilas (fuente de energía) de 3 voltios. ¿Cómo conectaría las pilas y cuantas utilizaría? En este momento los profesores escucharán los planes de solución diseñados mediante una socialización con el fin de evaluarlo, teniendo en cuenta si este plan se basa en la hipótesis formulada; y si pueden explicar el propósito de cada paso del plan. Estos diseños deberán ser realizado en una hoja para entregar.
- Poner en marcha el plan de solución que se diseñó, para así dar lugar al respectivo análisis; qué relación tiene la conexión de las pilas (fuentes de energía), si en paralelo, serie o mixto aportan mayor o menor carga, reconociendo que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis.
- Realizar una reflexión de los resultados obtenidos y los pasos dados explicándolos y generando conclusiones plausibles. Predecir cómo será el brillo del bombillo antes de conectarlo, durante este proceso se irá indagando a los estudiantes con preguntas orientadoras cómo ¿Si las fuentes de energía se conectan en paralelo o mixto aumentará o disminuirá la carga? ¿Cómo conectaría las pilas para elegir el diseño más óptimo de acuerdo a los requerimientos del bombillo? Aquí nuevamente los profesores irán por cada uno de los grupos realizando una indagación de las ideas de los estudiantes, en base a un diálogo no estructurado (entrevista no estructurada).

**Actividad 2.3.** (45 min)

---

---

Diseñar y construir un circuito eléctrico aprovechando los conocimientos adquiridos, teniendo claro cuál es el funcionamiento y la relación de las variables de las pilas para que se proponga cuál será la mejor manera de conectar y aprovechar las pilas con las que se cuenta, todo depende de sus necesidades y lo que quieren refutar o contrastar. Los materiales para la construcción de este circuito ya se les habrá pedido a los estudiantes y serán traídos por ellos, estos materiales son: un bombillo de 12 voltios, cable conductor y pilas de 3 voltios. Este diseño deberá ser realizado en una hoja para entregar.

Con base en las predicciones y respuestas sugeridas a las anteriores preguntas los estudiantes sabrán si estaban errados o no, para esto deberán consultar en textos escolares traídos de la biblioteca de la institución, y también podrán utilizar la red de internet para que ellos mismos consulten y den solución a sus preguntas, además, para que esto quede mucho más claro y poder realizar los posteriores análisis los estudiantes deberán tomar medidas de las variables (corriente y voltaje) con el multímetro y en base a estas calcular la potencia para que se den cuenta cual es la relación de estas variables y cómo se comportan según la conexión de las pilas en el funcionamiento del circuito, y como el cambio de alguna conexión afecta su relación.

El cómo medir las variables con el multímetro y calcular su potencia serán conocimientos que tienen algunos de los estudiantes, sobre todo los de la especialidad técnica de electricidad, los profesores sólo intervendrán en un caso necesario y solo se darán algunas orientaciones pequeñas sin interferir en sus concepciones con el fin de que ellos sean los responsables de la construcción de su propio conocimiento. Así los estudiantes serán capaces de predecir cómo se deben conectar las fuentes de energía para lograr un óptimo funcionamiento del circuito, recibiendo el máximo rendimiento de las pilas con las que se cuenta. Los estudiantes deberán socializar con los otros grupos el plan de solución propuesto, para así poder contar a sus compañeros si su hipótesis fue asertiva o negativa y por qué obtuvieron dichos resultados.

Cuando ya se haya dado solución a la situación, se resuelvan las preguntas planteadas y se comprueben o refuten las hipótesis propuestas, los estudiantes podrán contrastar los cálculos obtenidos de forma práctica y teórica con las cuales podrán proponer las diferentes predicciones del brillo de los bombillos en nuevos circuitos.

#### **Cierre**

#### **Actividad 3 (15 min)**

---

#### ***7.3.4. Diseño de la Acción Pedagógica para la Cuarta clase de aplicación.***

A continuación, se encuentra la tabla 13, donde se recopila el diseño de la acción pedagógica para la aplicación de la cuarta situación problema.

**Tabla 13. Diseño del plan de clase para la aplicación de la cuarta situación problema**

---

<b>Nombre de la situación problema:</b> Construyendo un plan de negocios.
<b>Intencionalidad:</b> La intención de esta situación problema es que los estudiantes perciban los circuitos eléctricos como un conjunto en general, un sistema totalizante (una nevera, un TV, una estufa eléctrica, etc.), donde su análisis no depende de cada pieza del circuito, sino de todos sus elementos a nivel general. Además, pondrán en práctica todo lo que han aprendido hasta ahora, donde tienen la libertad de controlar las variables de un circuito de acuerdo a las necesidades del problema que se propone. La creatividad y el conocimiento de las variables que se deben controlar son fundamentales para solucionar óptimamente esta situación.
<b>Tiempo estimado de duración:</b> tres clases de 60 minutos cada una (180 minutos en total).
<b>Contenidos de Enseñanza</b>
<b>Conceptual:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Circuitos eléctricos de corriente continua (ver contenidos conceptuales, tabla 1, 2 y 3).</li></ul>
<b>Procedimental:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Plantean hipótesis de manera coherente y la argumentan.</li><li>▪ Diseña y proponen un plan de solución sistemático para resolver el problema teniendo en cuenta la hipótesis planteada.</li><li>▪ Reconocen que los resultados obtenidos a partir del plan utilizado validan o refutan la hipótesis.</li></ul>
<b>Actitudinal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Todo el equipo aporta en la solución del problema, logrando llegar a acuerdos concretos.</li></ul>
<b>Secuencia de cada clase (introducción, desarrollo y cierre) /actividades a desarrollar en cada momento/ tiempo posible de duración.</b>
<b>Evaluación (¿Qué?, ¿Cómo?):</b> Se evalúa la capacidad que tiene el estudiante para reconocer y explicar los conceptos en el funcionamiento de un circuito de corriente continua cuando sus componentes se encuentran conectados en paralelo, serie o mixto, además de generar hipótesis coherentes con la indagación formulando planes de solución con base a estas hipótesis, obteniendo resultados a partir del plan utilizado validando o refutando la hipótesis.
Lo anterior se identificará mediante la observación participante y entrevista no estructurada, así mismo se recogerán los escritos realizados por los estudiantes a partir del diseño y la construcción de una lámpara donde deberán integrar y utilizar los conocimientos y habilidades adquiridas en las sesiones anteriores y su especialidad técnica, teniendo en cuenta que la construcción de este circuito debe ser lo más óptimo posible, es decir emitiendo la mayor cantidad de luz y consumiendo la menor cantidad de energía eléctrica. Adicional a esto se tendrá en cuenta el desempeño grupal teniendo en cuenta que todos los integrantes del grupo aporten ideas que sirvan para llegar a la solución del problema y poder llegar a acuerdos.
<b>Cuarta sesión: día hora y fecha</b>
<b>Introducción</b> <b>Actividad 1</b> (30 min) La sesión dará inicio con el respectivo saludo, luego se les pedirá a los estudiantes que se organicen en los grupos habituales de trabajo. Cuando ya se encuentren organizados se procederá a la presentación de la última situación problema para esta intervención. La situación presentada en esta sesión hará que los estudiantes pongan en práctica todos los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores, teniendo en cuenta cada pieza que conforma un circuito, esperando que los estudiantes ya conciban el circuito eléctrico como un conjunto y no por secciones.
<b>Desarrollo</b> <b>Actividad 2</b> (135 min) <b>Actividad 2.1.</b> (30 min) Para el desarrollo de esta actividad se les entregará a los grupos la cuarta situación problema denominada “ <i>Construyendo un Plan de Negocios</i> ”.
Al igual que en las otras clases se les dará un espacio para que hagan una lectura al problema de manera general. Luego de haber leído la situación problema, los estudiantes deberán discutir de manera grupal las

---

---

ideas y preguntas que surgen a partir de la lectura la cual abrirá paso al debate sobre la forma en que se debe diseñar un circuito eléctrico y cuál será la manera más eficiente de conectarlo para construir una lámpara que consuma la menor cantidad de energía eléctrica y emita la mayor iluminación posible. De este modo los estudiantes realizarán las predicciones teniendo en cuenta todos los conocimientos adquiridos durante las sesiones anteriores, y se espera que estas hayan aportado a la construcción de sus propios conceptos mejorando la argumentación sobre el funcionamiento de los circuitos eléctricos. Aquí los profesores irán por cada uno de los grupos realizando una indagación de las ideas de los estudiantes, teniendo en cuenta un diálogo no estructurado (entrevista no estructurada).

### **Actividad 2.2.** (60 min)

Teniendo en cuenta la actividad anterior, los integrantes de cada grupo:

- Propondrán hipótesis que permitan analizar la situación propuesta, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en las tres situaciones problema resultas anteriormente. Luego, y con el fin de interactuar con los estudiantes, los profesores realizarán algunas preguntas, como por ejemplo: ¿Cómo pueden definir un circuito eléctrico? ¿Qué diferencia tiene un circuito mixto de uno paralelo? ¿Cuál sería más eficiente?, esto con el fin de examinar algunos aspectos del manejo conceptual y procedimental que tienen los estudiantes frente a un circuito eléctrico, sus diferentes conexiones, cómo relacionan estas con la eficiencia del circuito; generando algunas dudas respecto a lo que ellos proponen, pero siempre teniendo en cuenta que ellos serán los responsables de su propio conocimiento.
- Diseñar un plan de solución con el fin de buscar contrastar las hipótesis planteadas; deberán diseñar un circuito, donde al realizar diferentes conexiones, ya sea en serie, paralelo o de forma mixta logren combinar de la mejor manera los elementos eléctricos (pilas, resistencias, conductor) para hacer funcionar una lámpara lo más óptimamente posible. Los estudiantes deberán analizar qué deben tener en cuenta si se construye un circuito eléctrico para hacer alumbrar la lámpara, que características deben tener los bombillos y las fuentes, cómo deben estar conectadas estas. En este momento los profesores escucharán las opiniones dadas mediante una socialización con el fin de evaluar las ideas propuestas y determinar si las hipótesis son pertinentes, además los diseños deberán realizarse en una hoja para entregar.
- Poner en marcha el plan de solución analizando qué relación tiene la conexión de las pilas (fuentes de energía), si en paralelo, serie o mixto aportan mayor o menor carga, ¿cómo actúan la corriente, voltaje, resistencia? ¿Cuánta potencia se obtiene según la conexión? ¿cómo alumbrarían los bombillos? ¿qué tipo de conexión hace que el circuito sea más eficiente?
- De esta manera se dará lugar al respectivo análisis coherente teniendo en cuenta los argumentos necesarios para defender o refutar la hipótesis propuesta. Los análisis de los planes de solución serán escuchados por los profesores interactuando con los estudiantes mediante las anteriores preguntas y así comprobar si los planes de solución propuestos fueron pertinentes de acuerdo a la hipótesis planteada.

### **Actividad 2.3.** (45 min)

Diseñar y construir un circuito eléctrico aprovechando los conocimientos adquiridos, teniendo claro cuál es el funcionamiento y la relación de las variables de los elementos con que se cuenta para que se proponga cuál será la mejor manera de conectarlos y aprovecharlos, todo depende de sus necesidades y lo que quieren refutar o contrastar. Posteriormente los estudiantes construirán una lámpara donde deberán integrar el circuito anteriormente construido con un óptimo funcionamiento y los demás materiales necesarios aprovechando el gran conocimiento con que se cuenta en los integrantes de los grupos, que como ya se sabe son de varias especialidades técnicas

Los materiales para la construcción de este circuito ya se les habrá pedido a los estudiantes y serán traídos por ellos, estos materiales son: pilas, bombillos de diferentes características, cable conductor, caudín, soldadura de estaño, cartón, silicona líquida, cualquier material que pueda incluir para el soporte. Este diseño deberá ser realizado en una hoja para entregar.

Con base a las predicciones, conocimientos adquiridos en las experiencias anteriores y las respuestas a las preguntas sugeridas, los estudiantes sabrán si el diseño del circuito elegido para la construcción de la lámpara era el más óptimo o no, para que todo quede claro, deberán consultar en textos escolares traídos de la biblioteca de la institución, y también podrán utilizar la red de internet para que ellos mismos se informen y den solución a sus preguntas, además, para poder realizar los posteriores análisis los estudiantes deberán tomar

---

---

medidas de las variables (corriente y voltaje) con el multímetro y en base a estas calcular la potencia para que se den cuenta cual es la relación de estas variables y cómo se comportan según la conexión de las pilas en el funcionamiento del circuito, y como el cambio de alguna conexión afecta su relación.

El cómo medir las variables con el multímetro y calcular su potencia serán conocimientos que tienen algunos de los estudiantes, sobre todo los de la especialidad técnica de electricidad, los profesores sólo intervendrán en un caso necesario y solo se darán algunas orientaciones pequeñas sin inferir en sus concepciones con el fin de que ellos sean los responsables de la construcción de su propio conocimiento. Así los estudiantes serán capaces de predecir cómo se deben conectar las fuentes de energía para lograr un óptimo funcionamiento del circuito, recibiendo el máximo rendimiento de las pilas con las que se cuenta. Los estudiantes deberán socializar con los otros grupos el plan de solución propuesto, para así poder contar a sus compañeros si su hipótesis fue asertiva o negativa y por qué obtuvieron dichos resultados.

Cuando ya se haya dado solución a la situación, se resuelvan las preguntas planteadas y se comprueben o refuten las hipótesis propuestas, los estudiantes podrán contrastar los cálculos obtenidos de forma práctica y teórica con las cuales podrán proponer los mejores diseños de circuitos para utilizar de manera más óptima los materiales con los que se cuenta para su construcción.

#### **Cierre (15 min)**

Así se darán por finalizada las intervenciones didácticas, agradeciendo a los estudiantes por la disposición y atención prestada en el desarrollo de las sesiones de aplicación.

---

## **7.4. Sistematización de la información**

En este apartado, se presenta el análisis y discusión de lo evidenciado por lo estudiantes, después de desarrollar las cuatro situaciones problemas durante las sesiones de aplicación.

Los resultados se muestran por cada clase de aplicación donde se utilizó una tabla (mapa de eventos) para describir actividades, acciones de los participantes y el tiempo de aplicación, además de algunos comentarios generales de cada actividad; enmarcadas en las actividades se encuentran los episodios, que serán los momentos en donde, con base al discurso en el aula de los participantes, se hizo el respectivo análisis y discusión. Además, para cada episodio se realizó una tabla en donde se consignó el discurso de los participantes en la actividad; allí se analizaron los aspectos: epistemológicos de los estudiantes ubicándolos en una zona de perfil conceptual; discursivos por parte del profesor indagando su tipo de abordaje comunicativo; de trabajo en equipo en la sala de aula; aspectos procedimentales en lo referente a la emisión de hipótesis, plan de solución y a la obtención y análisis de los resultados, de acuerdo a lo descrito en la metodología. En las tablas se encuentran las convenciones *Prof* para indicar la participación del profesor, *A* para estudiante y *G* para grupo. Las convenciones *A* y *G* van acompañadas de un número para indicar que estudiante es y a que grupo pertenece y así poder diferenciarlos en sus opiniones.

Después de cada episodio se encuentra el análisis de los aspectos descritos en la tabla, primero, el análisis de las zonas de perfil conceptual en donde se encuentran los estudiantes. Segundo, los aspectos discursivos y el abordaje comunicativo por parte del profesor. Tercero, lo relacionado con el trabajo en equipo; en algunos episodios fue necesario incorporar un cuarto análisis para profundizar aspectos procedimentales en lo referente al plan de solución y a la obtención y análisis de los resultados.

#### 7.4.1. Clase de aplicación No. 1. Situación problema: Mitos y Leyendas.

A continuación se presenta la tabla 14, donde se registra el mapa de eventos para la primera clase de aplicación.

**Tabla 14.** Mapa de eventos de la primera clase de aplicación: Mitos y leyendas

Tiempo	Actividad	Acciones de los participantes	Comentarios
15 min	Lectura de la situación problema	Los estudiantes realizan por grupos una lectura general de la situación problema mientras los profesores observan el comportamiento del grupo.	La tendencia general para abordar la lectura de la situación problema en los grupos de trabajo fue que un estudiante leía y el resto prestaba atención.  Los estudiantes que no estaban leyendo prestaban atención pero tomando una actitud un poco despreocupada ya que algunos se recostaban en la mesa de trabajo mientras escuchaban la lectura.
30 min	Discusión de algunas preguntas introductorias (Episodio A)	Los estudiantes establecen un dialogo con base en las preguntas realizadas por el profesor para llegar a un acuerdo. Durante el dialogo, el profesor hace las veces de moderador.	Las respuestas de los estudiantes son influenciadas por los aportes que se hacen antes por parte de sus compañeros, es decir que tienden a repetir lo que dicen sus compañeros en las participaciones previas y que para la mayoría del grupo está bien.
30 min	Emisión de hipótesis (Episodio B)	Consenso de ideas en cada grupo de estudiantes para generar una respuesta a manera de hipótesis. Los profesores van de grupo en grupo realizando una indagación general acerca de las hipótesis de los estudiantes.	Aunque todos los integrantes aportan ideas, priman las ideas de los estudiantes pertenecientes a la técnica de electricidad.
60 min	Plan de solución (Episodio C)	Los estudiantes realizan montajes de posibles soluciones, consultan textos escolares, hacen mediciones de las características de los materiales. Los profesores van de grupo en grupo ayudando a los estudiantes con sus inquietudes y realizando una indagación general del plan formulado y como se ejecutó.	Por lo general en los grupos el trabajo no es equitativo, ya que algunos estudiantes manifiestan un miedo por la electricidad y elementos afines haciendo que estos se limiten en sus participaciones y aportes al grupo de trabajo.

<b>45 min</b>	Resultados y análisis (Episodio D)	Los estudiantes discuten los resultados y generan conclusiones plausibles. Los profesores observan el trabajo de los grupos y ayudan a los estudiantes con la interpretación de sus resultados	Los resultados y los análisis se basan principalmente en los aportes de los estudiantes de la técnica de electricidad.
---------------	------------------------------------	--	--

En la tabla 15, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio A.

**Tabla 15.** Episodio A: Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	Prof: “¿qué es un circuito en serie?”			
2	A1G4: “esto es un circuito en serie” <sup>2</sup>	Zona Racionalista		Activo
3	Prof: bueno, sí, en general eso es un circuito en serie. Pero ¿Cómo funciona este circuito?”			
4	A1G4: “la corriente sale de la fuente va por el cable y hace alumbrar los bombillos”	Zona Perceptiva/ Intuitiva	Interactivo/ dialógico	Activo
5	Prof: “¡ah bueno! Pero, ¿la corriente tiene alguna dirección?”			
6	A2G4: “sale del positivo y llega hasta el negativo”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo/ pasivo
7	Prof: “¿Sale del positivo y llega al negativo?”			
8	A2G4: “¡ah ya lo complico!” <sup>3</sup>			Activo/ pasivo
9	Prof: “en un circuito ¿las cargas que se mueven son las negativas o las positivas?”			
10	A2G4: “las positivas” <sup>4</sup>	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo/ pasivo
11	A1G4: “oigan esperen, no son los electrones” <sup>5</sup> “ ¡uy sí! Esos son los negativos”	Zona Racionalista	Interactivo / de autoridad	Activo
12	Prof: “¡eso! Entonces ¿los electrones van del polo...?” <sup>6</sup>			
13	A2G4: “del polo negativo al polo positivo”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo/ pasivo
14	Prof: “en teoría sí, pero por convención la dirección de la corriente es contraria el flujo de electrones ósea de positivo a negativo”			

<sup>2</sup> El estudiante muestra un diseño de un circuito de dos bombillos que acaba de construir.

<sup>3</sup> Los estudiantes se ríen, se miran entre sí y ninguno se atreve a responder.

<sup>4</sup> Los demás estudiantes del grupo respondieron seguidamente lo mismo.

<sup>5</sup> Los estudiantes hacen una pausa y se miran unos a otros.

<sup>6</sup> Pausa del profesor para que los estudiantes respondan.

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Como se puede observar en la tabla 15, dos estudiantes discuten la pregunta ¿Qué es un circuito en serie?, desde una zona de perfil perceptiva/intuitiva, ya que se mantienen concepciones ingenuas sobre la corriente como fluido (Pozo & Gómez, 1998) que sale de un lado y cumple un papel central en el funcionamiento de los elementos de un circuito. A pesar de ello, uno de estos estudiantes también tiene una zona de perfil racionalista sólo cuando esboza un modelo de circuito en serie, por lo que es posible que entienda que existe un modelo que representa el fenómeno cuestionado, pero difícilmente puede llegar a explicarlo formalmente.

Al momento de explicar el funcionamiento del circuito lo hacen desde una zona de perfil racionalista; pero cuando complementan su respuesta tienden a situarse en una zona de perfil perceptiva/intuitiva. De acuerdo con su interpretación, tienen claro que el circuito debe estar conectado a una fuente de energía y debe estar cerrado, también que lo que se mueve en el circuito y lo hace funcionar son partículas cargadas, sabiendo que hay cargas positivas y negativas y aunque al principio vacilan, están al tanto que son las partículas de carga negativa las que se mueven y conocen su nombre: “*electrones*”, estas concepciones probablemente son inducidas en la escuela (Pozo & Gómez, 1998); en base a la carga negativa del electrón intuyen su movimiento dentro del circuito y cómo estos se van consumiendo en los bombillos y cómo esto influye en su brillo haciendo que brille más el primer bombillo, evidenciando el modelo conocido como de atenuación (Moreno, 2013). Los estudiantes tienen claro los conceptos, pero se les dificulta explicarlos en el funcionamiento del circuito, debido a que buscan argumentos directos y rápidos que expliquen el fenómeno (Gil & Carrascosa, 1985).

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

Por otro lado, se hicieron explícitos dos tipos de abordaje comunicativo por parte del profesor. En la primera parte del episodio, se experimentó un abordaje de tipo dialógico e interactivo, ya que el profesor solo interactúa con los estudiantes sin emitir ningún concepto ni teoría, además logra que dos estudiantes participen en el discurso. Por el contrario, en la segunda parte fue necesario que el profesor indicara de forma dogmática cuál es la dirección de la corriente, a pesar que mantuvo la participación de los dos estudiantes, por lo que esta relación se ubica en un abordaje comunicativo de autoridad e interactivo.

***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

En los grupos de trabajo no todos los integrantes trabajan por igual, y al momento de indagar conceptos, solo dos estudiantes interactúan en el dialogo (A1 y A2), los demás muestran poco interés en el dialogo y desarrollo del trabajo, es posible que no comprenden muchas cosas que sus compañeros dicen. Los estudiantes que participan se preocupan por estar en lo correcto e intercambian ideas, pues es posible que se deba a que ambos pertenecen a la especialidad técnica de EE, pero es evidente que el estudiante A1 es el líder y el estudiante A2 es un constante apoyo y aunque algunos de sus aportes son errados (como en el turno 10), siempre prima lo que dice el estudiante A1, logrando llegar a acuerdos rápidamente. Esto los ubica en las categorías de trabajo en equipo como activo y activo/pasivo, respectivamente.

En la tabla 16, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio B.

**Tabla 16.** *Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula*

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A2G4: “según la dirección que dijimos de la corriente, va a alumbrar más este y este va a alumbrar menos” <sup>7</sup>	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo/ Pasivo
2	A1G4: “ya que en el circuito los bombillos está en forma consecutiva, el voltaje que pasa por el primer bombillo será mayor que en el siguiente al ser el que más consume provocando una pérdida de tensión”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo
3	Prof: “esto en un circuito en serie con bombillos iguales, ustedes dicen que va a alumbrar más el bombillo al que llegue primero la corriente, y en la segunda creencia que tiene bombillos de diferentes tamaños ¿cuál va a alumbrar más?”			
4	A2G4: “no importa el tamaño, si no la posición en la que se encuentra el bombillo y su resistencia”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo/ pasivo
5	Prof: “bueno, entonces según ustedes la segunda creencia es mentira, ¿sí? Eso fue lo que ustedes dijeron <sup>8</sup> ahora van comprobar si eso es así”		Interactivo/ dialógico	
6	A1G4: “acuértese de mis palabras”			Activo
7	A2G4: “¿Qué? ¿Cuáles son sus palabras?”			Activo/ pasivo
8	A1G2: “que lo teníamos todo al revés” <sup>9</sup>	Zona Perceptiva/		Activo

<sup>7</sup> El estudiante señala el bombillo donde se supone que llega primero la corriente, luego señala el siguiente bombillo.

<sup>8</sup> Todos los estudiantes mueven la cabeza indicando aprobación.

<sup>9</sup> El estudiante se ríe nerviosamente.

		Intuitiva	
9	Prof: “ <i>bueno vamos a ver, se supone que tenemos un circuito en serie con tres bombillos diferentes, como se muestra aquí</i> ” <sup>10</sup> <i>el primero es el más pequeño y dice 2,5 voltios, el segundo es mediano y dice 6,3 voltios y el tercero es el más grande y dice 12 voltios</i> ”		
10	A1G4: “ <i>va a alumbrar más el bombillo de menor voltaje</i> ”	Zona Perceptiva/Intuitiva	Activo
11	A2G4: “ <i>bueno profe en ese caso habrá que medir la resistencia y entonces va a alumbrar más el de menor resistencia, espere medimos y ya le decimos</i> ”	Zona Empirista	Activo/pasivo
12	A1G4: “ <i>¡Eso sí!</i> ” <sup>11</sup> <i>¡Así si respondemos bien!</i>		Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Como se puede observar en la tabla 16, dos de los estudiantes discuten sobre el funcionamiento del circuito eléctrico en serie desde una zona de perfil perceptiva/intuitiva, las hipótesis formuladas parten de las concepciones alternativas identificadas en los estudiantes, principalmente el modelo de atenuación (Moreno, 2013), como se ve en los turnos 1, 2 y 4, pero en el turno 11 la zona cambia a empirista debido a la interacción con el profesor y el aporte de ideas de los demás estudiantes; la idea se mejoró porque relacionan una variable (resistencia) que influirá en el resultado (brillo de los bombillos), la cual debe ser medida experimentalmente lo que los llevará a formular una hipótesis mejor argumentada.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor***

Por otro lado, el abordaje comunicativo por parte del profesor fue totalmente dialógico e interactivo pues fue necesario que participara activamente en el dialogo, guiando las ideas de los estudiantes, exponiéndolas de una forma más clara como en el turno 9 para que los estudiantes lograran interpretar mejor los conceptos y plantearan la hipótesis de una manera coherente y argumentada.

### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo***

Al igual que en el episodio anterior, cuando se está indagando por el funcionamiento de los circuitos en serie y se necesitan conceptos para explicarlos solo participan los estudiantes que pertenecen a la especialidad técnica de *EE* (A1 y A2) ubicados en las categorías de trabajo en

<sup>10</sup> *El profesor señala en la copia de la situación problema una figura que muestra un circuito en serie con tres bombillos de diferentes tamaños.*

<sup>11</sup> *Exclamo el estudiante mientras le daba un abrazo a su compañero.*

equipo como activo y activo/pasivo consecutivamente; y aunque el estudiante A1 es el líder, el A2 en este caso fue el que aportó el punto clave para la formulación de una mejor hipótesis (turno 11). Es evidente la estrecha amistad y la afinidad que presentan estos dos estudiantes cuando formulan las hipótesis, esto queda claro en los turnos 6, 7 y 8, donde con base en algunas divergencias de pensamiento recurren a una especie de apuesta para saber quién estaba en lo correcto, pero en el turno 11, donde se aportó un idea clave, se llegó a un acuerdo rápidamente.

En la tabla 17, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio C.

**Tabla 17.** Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A2G4: “pele usted el cable, yo voy a medir la resistencias de los bombillos <sup>12</sup> ¡uy profe! Pregunta técnica, ¿Cómo se mide la resistencia de estos bombillos?”			Activo/pasivo
2	A4G4: “ay no, eso pasa corriente, yo solo escribo” <sup>13</sup>			Pasivo
3	A3G4: “eso no pasa corriente” <sup>14</sup>		Interactivo/ de autoridad	Activo/pasivo
4	Prof: “bueno, para medir resistencia primero se pone el multímetro en ohmios”			
5	A2G4: “si profe, eso ya lo sabemos, ¿Cómo se mide la resistencia de estos bombillos?” <sup>15</sup>	Zona Empirista		Activo/pasivo
6	Prof: “Ah bueno, se enrosca el bombillos en su plafón y se coloca esta punta roja aquí y la negra acá y se lee”			
7	A2G4: “este 5,5 profe, tome usted mida el otro para que haga algo”			Activo/pasivo
8	A1G4: “este 18 profe, ósea que este va a alumbrar más, <sup>16</sup> ...ves, mentira, va a alumbrar menos hasta ahora, el grande 4,3”	Zona Empirista		Activo
9	A2G4: “ah entonces sí va a alumbrar el más grande”			Activo/pasivo
10	A1G4: “eso es verdadero porque medimos resistencia”	Zona Empirista	Interactivo/ dialógico	Activo
11	A2G4: “y si la teoría nos falla”			
12	A1G4: “se supone”			Activo
13	A1G4: “pero técnicamente estamos bien”	Zona Empirista		Activo
14	Prof: “listo, construyan el circuito para conectar la fuente y comprobar”			

<sup>12</sup> El estudiante busca el multímetro y lo alista para medir.

<sup>13</sup> El estudiante corre los cables y la fuente de poder sin tocarlos con la ayuda de un lápiz.

<sup>14</sup> El estudiante asusta a su compañero acercándole los cables.

<sup>15</sup> El estudiante sostiene un bombillo en su mano y lo señala.

<sup>16</sup> El estudiante hace una pausa para pensar.

15	A3G4: “yo ya pelé cables, traje las hojas puse el lápiz y mi presencia háganle ustedes”.	Activo/ pasivo
----	--	-------------------

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Como se observa en la tabla 17, para formular un plan de solución que los lleve a comprobar la hipótesis propuesta, los estudiantes parten y se mantienen en una zona empirista; ellos creían que el bombillo de menor resistencia iba a alumbrar más en comparación a los otros, sin embargo, recurren a la experimentación para dar validez a ello, pero es evidente que esta zona empirista sesga un pensamiento más complejo, donde pueda generar el modelo que explica mejor este comportamiento, pues es posible que no entiendan el significado conceptual de esta variable para contrastar su hipótesis. Un modelo lógico o racionalista permitiría que ellos no sólo midieran resistencia, también corriente y voltaje, pues son variables que, al relacionarse bajo el concepto de potencia, van a determinar el brillo del bombillo.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

Por otra parte, el abordaje comunicativo que se hizo explícito por parte del profesor al inicio del episodio fue el de autoridad e interactivo, pues fue necesario que el profesor proporcionara indicaciones de cómo se mide la resistencia de los bombillos con que se contaba para trabajar, pero después de que fueron dadas todas las indicaciones, el abordaje cambió a uno de tipo dialógico e interactivo, ya que solo fue necesaria la intervención del profesor para promover la construcción del circuito diseñado.

### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

Solo hasta el desarrollo de esta parte de la actividad se integró todo el grupo, y aunque se consideraba líder el estudiante A1 en los anteriores episodios, fue el estudiante A2 el que en este caso tomó la iniciativa y repartió el trabajo al grupo; los estudiantes que no pertenecen a la especialidad técnica de *EE* (A3 y A4) realizan tareas manuales donde no necesitan conceptualizar, como pelar los cables o escribir los resultados y por lo general evitan tocar los materiales eléctricos porque, según ellos, no les gusta nada de lo relacionado con la electricidad, pues dicen tener miedo de la corriente y temen electrocutarse. Los estudiantes de la especialidad técnica de *EE* (A1 y A2) acaparan todo el trabajo de diseño, medida de variables y construcción, partiendo siempre de lo que ellos ya saben y que han aprendido en el desarrollo de su taller técnico sin recurrir a consultas en textos informativos, el estudiante A3 pelaba los cables y

preparaba otros materiales, por su parte el estudiante A4 solo se limitó a escribir lo que le dictaban, ubicándolos en las categorías de trabajo en equipo como activo al estudiante A1, activo/pasivo a los estudiantes A2 y A3 y pasivo a el estudiante A4.

***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: plan de solución***

Cuando los estudiantes formulan su plan de solución, más que un “paso a paso” explícito, realizan una descripción de cómo conectar un circuito en serie, empezando por pelar los cables, hasta conectar los polos positivos con los negativos para crear la serie y además tomarían medidas del voltaje y de la resistencia para comprobar sus hipótesis, por lo que se puede inferir que su plan de solución es implícito y está fuertemente influenciado por las concepciones, liderazgo y experiencia de los estudiantes de la técnica de electricidad. Pero al momento de poner en marcha su plan, aunque al principio se plantearon momentos secuenciales por cuestiones de organización, el trabajo fue repartido y todo lo descrito en el plan se realizó de manera no secuencial pues iban adaptando los pasos de su plan según las necesidades que se iban generando, en ocasiones varios de los pasos se fueron ejecutando de manera simultánea y algunas veces saltándose unos.

En la tabla 18, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio D.

**Tabla 18.** Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A1G4: “Conecte eso haber que fue, tome eso no pasa corriente”			Activo
2	A4G4: “¡ay! Yo solo escribo”			
3	A3G4: “venga yo lo conecto <sup>17</sup> ve, ¡alumbran más mis ganas de vivir!” <sup>18</sup>			Activo/pasivo
4	A1G4: “súbale el voltaje a eso, súbalo a seis”		Interactivo/de autoridad	Activo
5	A2G4: “¡ja que tal que le suba a seis y los integrados se quemen”	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/pasivo
6	Prof: “ojo con el voltaje, no vayan a quemar los bombillos, pueden subirlo hasta nueve”			
7	A2G4: “¡ah si ve! Yo les dije, ese no va a alumbrar” <sup>19</sup>		Interactivo/dialógico	Activo/pasivo
8	Prof: “bueno ¿y por qué no alumbra el pequeño?”			

<sup>17</sup> Pausa mientras conectan el circuito a la fuente.

<sup>18</sup> El estudiante exclama al ver que ningún bombillo alumbraba.

<sup>19</sup> El estudiante señala el bombillo más pequeño.

9	A3G4: “porque la resistencia es muy pequeña”	Zona Perceptiva/Intuitiva	Activo/pasivo
10	A2G4: “¡porque la resistencia es muy grande! <sup>20</sup> al revés, dice todo lo contrario”	Zona Empirista	Activo/pasivo
11	A1G4: “en un circuito en serie el bombillo con la menor resistencia brilla más que todos y el bombillo de mayor resistencia es el que menos alumbró”	Zona Racionalista	Activo
12	A2G4: “el bombillo más grande es el que más está alumbrando, ósea el de la resistencia más pequeña y si, este fue el que dio la más pequeña. El tamaño de los bombillos no interesa, interesa la resistencia que estos presentan, su posición en el circuitos tampoco importa”.	Zona Racionalista	Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

En la tabla 18, se evidencia que, en el momento de obtener y analizar los resultados, los estudiantes parten de una zona perceptiva/intuitiva, pero con base a los resultados y a la experiencia, esta zona tiende a cambiar hacia la empirista al final del episodio, dos de los estudiantes se ubican en una zona racionalista ya que usan un modelo conceptual estableciendo que a mayor resistencia menor corriente, relacionan correctamente la variable medida experimentalmente con el brillo final de los bombillos del circuito conectados.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

Por otro lado, el abordaje comunicativo expuesto por el profesor fue de autoridad e interactivo al principio del episodio, debido a que fue necesario que, subiendo el tono de voz, les dijera a los estudiantes “*el voltaje máximo con el cual trabajar sus fuentes de poder*”, pero luego, el profesor interactuó con los estudiantes sin emitir ningún concepto ni teoría, solo realizando una pregunta para que ellos lograran llegar a la conclusión final, ubicándolo en el abordaje comunicativo de tipo dialógico e interactivo.

### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

Al igual que en el episodio anterior, se integró todo el grupo de trabajo. Los estudiantes A1 y A2 lideraron la observación y analizaron los resultados; el estudiante A1 siempre durante toda la clase lidero los diferentes momentos en el desarrollo del trabajo, ubicándose en la categoría de trabajo en equipo como activo; el estudiante A2 hacía las veces de segundo al mando y se puede evidenciar como inicia el episodio en la categoría de activo/disperso, pero al final cuando se

<sup>20</sup> Grita el estudiante corrigiendo a su compañero.

ubica en una zona racionalista generando una conclusión cercana a la realidad teórica, su categoría cambia a activo; el estudiante A3 aunque se preocupó por participar más, muchas de estas se hacen de manera precipitada haciendo que sus aportes sean errados; el estudiante A4 solo se limitó a escribir lo que le dictaban, ubicándolos en las categorías de trabajo en equipo como activo/disperso al estudiante A3 y pasivo a el estudiante A4.

***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: obtención de los resultados con su respectivo análisis***

Luego de obtener los resultados, los estudiantes son capaces de generar conclusiones coherentes, realizando un análisis incluyente, teniendo claridad que sus resultados validaron la hipótesis planteada de acuerdo a la experiencia realizada. Es claro que dos de los estudiantes lograron cambiar su modelo mental inicial para explicar el funcionamiento del circuito conocido como de atenuación (Moreno, 2013), debido a que en las conclusiones finales logran explicar correctamente, desde una zona de perfil conceptual racionalista, cómo será el brillo de los bombillos con base a la relación de una de sus variables, dejando claro que, en un circuito en serie, no alumbrará más el bombillo más grande ni el más cercano a la fuente de poder, sino el que presente una menor resistencia al flujo de la corriente, dejando claro la relación inversamente proporcional entre las variables corriente y resistencia, tal como se ilustra en la ley de ohm. Sin embargo, es muy probable que analizan cada elemento del circuito de forma aislada e independiente del sistema.

***7.4.2. Clase de Aplicación No. 2. Situación Problema: La Corriente como Fluido.***

A continuación se presenta la tabla 19, donde se registra el mapa de eventos para la segunda clase de aplicación.

***Tabla 19. Mapa de eventos de la segunda clase de aplicación: La corriente como fluido***

<b>Tiempo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Acciones de los participantes</b>	<b>Comentarios</b>
<b>15 min</b>	Lectura de la situación problema	Los estudiantes realizan por grupos una lectura general de la situación problema mientras los profesores observan el comportamiento del grupo.	En los grupos de trabajo durante la realización de la lectura, los estudiantes pertenecientes a las especialidades técnicas diferentes a E.E. recostaban su cabeza apoyándola en la mesa de trabajo tomando una posición de desinterés frente a la actividad.
<b>30 min</b>	Discusión de algunas	Los estudiantes establecen un dialogo con base en las preguntas realizadas por el profesor para llegar a un acuerdo respecto	Por momentos durante este episodio, los estudiantes que no pertenecen a la

	preguntas introductorias (Episodio A)	al funcionamiento de un circuito en paralelo utilizando analogías. Durante el dialogo, el profesor hace las veces de moderador.	especialidad técnica de <i>EE</i> jugaban con sus celulares.
<b>30 min</b>	Emisión de hipótesis (Episodio B)	Consenso de ideas en cada grupo de estudiantes para generar una respuesta a manera de hipótesis. Los profesores van de grupo en grupo realizando una indagación general acerca de las hipótesis de los estudiantes.	Estos episodios se vieron interrumpidos en varias ocasiones por parte de otros estudiantes de otros grados que venían a pedir un dinero y por un profesor de otra clase que fue a dar una información. Todo esto se debió a que los estudiantes se estaban preparando para una jornada cultural que se iba a desarrollar esa semana en la Institución Educativa.
<b>60 min</b>	Plan de solución (Episodio C)	Los estudiantes consultan textos escolares, realizan montajes de posibles soluciones, hacen mediciones de las características de los materiales; esto es registrado en una hoja que luego es recogida por el profesor. Los profesores van de grupo en grupo ayudando a los estudiantes con sus inquietudes y realizan una indagación general del plan formulado y cómo se ejecutó.	
<b>45 min</b>	Resultados y análisis (Episodio D)	Los estudiantes discuten los resultados y generan conclusiones plausibles. Los profesores observan el trabajo de los grupos y ayudan a los estudiantes con la interpretación de sus resultados	Varios de los grupos de trabajo realizaron esta actividad de manera apresurada pues había permiso de salir media hora antes de lo normal.

En la tabla 20, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio A.

**Tabla 20.** *Episodio A: Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula*

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
<b>1</b>	Prof: “¿Que es un circuito en paralelo?”			
<b>2</b>	A2G2: “profe un circuito en paralelo tiene un bombillo así y el otro encima, luego se le ponen cables por aquí y ya” <sup>21</sup>	Zona Racionalista		Activo
<b>3</b>	Prof: bueno, y si es eso es un circuito en paralelo, ¿Cómo funciona este circuito?”		Interactivo/ Dialogico	
<b>4</b>	A2G2: “pues profe, como en el circuito en serie, la corriente sale de la pila y se reparte para los dos bombillos, así como dice ahí con los tubos” <sup>22</sup>	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo
<b>5</b>	Prof: “¡ah bueno! Pero, ¿la corriente se reparte igual?”			
<b>6</b>	A2G2: “si profe, como dice ahí, si los bombillos son de igual tamaño como los tubos, la corriente se reparte igual”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo

<sup>21</sup> El estudiante pone dos bombillos sobre la mesa, uno encima del otro y luego señala con el dedo por donde deben ir los cables.

<sup>22</sup> El estudiante hace referencia a la analogía presentada en la situación.

7	Prof: “ <i>Bueno habíamos dicho en la clase anterior que no importaba el tamaño de los bombillos si no su ¿Qué?...<sup>23</sup></i> ”		
8	A2G2: “ <i>Sus características</i> ”	Zona Empirista	Activo
9	Prof: “ <i>¿Y cuál de sus características nos sirvió para solucionar el problema anterior?</i> ”		
10	A1G2: “ <i>la resistencia</i> ” <sup>24</sup>	Zona Empirista	Activo
11	A1G2: “ <i>entonces la comparación con los tubos y el fluido será que la resistencia es como el ancho del tubo por donde va el agua</i> ”	Zona Racionalista	Activo
12	Prof: “ <i>¡eso! Se podría ver de ese modo, y teniendo eso en cuenta entonces ¿cómo se reparte la corriente en este circuito?</i> ”		
13	A2G2: “ <i>ya le dije profe, si los bombillos son iguales<sup>25</sup>... ¡Ve! Si son de igual resistencia entonces si se reparte igual, si son de diferentes resistencias entonces cambia</i> ”	Zona Racionalista	Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

En la tabla 20, se puede observar como uno de los estudiantes responde la pregunta propuesta por el profesor ¿Qué es un circuito en paralelo?, desde una zona racionalista, ya que con los materiales necesarios, describe cómo irían dispuestos estos en la construcción del circuito en paralelo, por lo que es posible que entienda el modelo que representa este tipo de circuitos; pero al momento de explicar el funcionamiento del circuito, el estudiante vuelve a una zona de perfil perceptiva/intuitiva, ya que piensan que la corriente parte de algún lugar (por supuesto, de la pila), y no por todo el circuito, pero la conexión en paralelo y el uso de la analogía hace tener una idea que fluye simultáneamente en ambos bombillos. Esto obedece al modelo de reparto no conservativo, es decir, la corriente se reparte en todos los elementos del circuito (Moreno, 2013).

Hacia la mitad del episodio, en el turno 8, el estudiante complementa su respuesta desde una zona de perfil empirista, debido a que recurre a las experiencias de la clase anterior. Finalmente, la discusión se da cuando el segundo estudiante participa, y con base en los comentarios anteriores de su compañero lleva la discusión a una zona de perfil racionalista, ya que esta vez los estudiantes utilizaron la analogía relacionando el grosor de los tubos con el concepto de resistencia, creando un modelo que se aproxima al aceptado por la ciencia. Aquí se

<sup>23</sup> El profesor hace una pausa esperando que los estudiantes respondan.

<sup>24</sup> Los demás estudiantes del grupo respondieron seguidamente lo mismo.

<sup>25</sup> El estudiante hace una pausa para pensar.

hace evidente que el correcto uso de la analogía al momento de explicar el funcionamiento de un circuito eléctrico puede influir directamente en el manejo y comprensión de contenidos conceptuales por parte de los estudiantes.

#### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

En cuanto al análisis discursivo por parte del profesor, durante el desarrollo de todo el episodio, se presentó un abordaje comunicativo de clase Interactivo/dialógico debido a que el profesor solo participó en la discusión con preguntas que motivaron a los estudiantes a participar activamente en la discusión, guiándola de tal manera que se permitió mejorar las descripciones, explicaciones y el análisis del funcionamiento del circuito.

#### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

A pesar de que en esta segunda clase de aplicación se analizaron los episodios de un grupo diferente a la primera clase de aplicación, el desarrollo de los aspectos actitudinales referentes al trabajo en equipo por parte de los estudiantes al momento de indagar conceptos fue muy similar a lo acontecido durante el mismo episodio de la primera clase de aplicación; esto pudo pasar debido a que los grupos de trabajo son los mismos durante el desarrollo de todas las clases de aplicación.

Lo anterior se hace evidente debido a que solo dos estudiantes, interactuaron en el dialogo (A1 y A2). Estos estudiantes son los pertenecientes a la especialidad técnica de *EE*, quienes manejaron un discurso sofisticado, utilizando conceptos y relacionándolos con la analogía expuesta en la situación. Es posible que, debido a esto, los demás estudiantes que pertenecen a las otras especialidades técnicas manifiestan poco interés en el dialogo y desarrollo del trabajo, y su participación en este episodio se limita a repetir las respuestas de sus compañeros de la especialidad técnica de *EE*, tal como sucedió en el turno 10. Los estudiantes que participaron activamente en el dialogo y la discusión de las ideas que se presentaron, mostraron interés durante el desarrollo de todo el episodio, queriendo siempre estar en lo correcto y sabiendo utilizar en pro de la solución los comentarios e ideas que aporta su contraparte en el dialogo. Esto ubica a los dos estudiantes en la categoría activo para el análisis de las actitudes de trabajo en equipo, pero se presenta una tendencia de mayor liderazgo en el estudiante A2.

En la tabla 21, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio B.

**Tabla 21.** Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A2G2: “Bueno profe, como en la clase anterior habíamos dicho que la corriente tiene una dirección, entonces la corriente se reparte por aquí <sup>26</sup> para los dos bombillos y el voltaje en el circuito será igual”	Zona Empirista		Activo
2	A1G2: “si profe, si los bombillos son iguales se espera que los dos alumbren con la misma intensidad al tener iguales características y por eso la corriente se reparte de la misma manera para los dos”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo
3	Prof: Bueno, y si uno de los bombillos es más grande o de diferentes características, ¿Cómo alumbrarían los bombillos? ¿Qué piensa usted? <sup>27</sup>			
4	A4G2: “profe yo no sé, pregúntele a Andrés <sup>28</sup> ”			Activo/ pasivo
5	Prof: “Vamos, si se usa la analogía de la tubería para explicar el flujo de corriente en un circuito, si el ancho de los tubos representa la resistencia como dijo su compañero, ¿qué pasará en una tubería que se divide en dos donde uno de los tubos es más pequeño que el otro?”			
6	A4G2: “¡Ah! Pues va a entrar más agua por el tubo más grande y menos en el más pequeño <sup>29</sup> ¡Ah! Entonces va a llegar más corriente al bombillo más grande y menos al más pequeño”	Zona Perceptiva/ Intuitiva	Interactivo/ dialógico	Activo/ pasivo
7	A2G4: Óigalo, así pero al revés, va a llegar más corriente al bombillo con menor resistencia y menos al que tenga más resistencia”	Zona Empirista		Activo
8	Prof: y en este tipo de circuito en paralelo, ¿importará la posición de estos?”			
9	A2G2: “No profe, no importa, como el voltaje para un circuito en paralelo es igual en todo el circuito, la que se reparte es la corriente entonces va a alumbrar más al bombillo que le llegue más corriente ósea el que tenga menor resistencia sin importar que este arriba o abajo”	Zona Racionalista		Activo

### **Análisis de las zonas de perfil conceptual.**

Como se puede observar en la tabla 21, tres de los estudiantes discuten acerca del circuito eléctrico en paralelo, generando hipótesis respecto a su funcionamiento, y lo hacen desde tres zonas de perfil conceptual. Inicialmente uno de ellos plantea su hipótesis desde una zona de

<sup>26</sup> El estudiante señala la intercesión de los cables.

<sup>27</sup> El profesor le pregunta a uno de los estudiantes que no pertenece a la técnica de electricidad.

<sup>28</sup> Andrés es un estudiante perteneciente a la técnica de electricidad.

<sup>29</sup> El estudiante hace una pausa para pensar.

perfil empirista valiéndose de una representación para ilustrar mejor su idea, también se apoya en la experiencia vivida en la primera clase de aplicación para su planteamiento. Luego, sus compañeros complementan esta hipótesis inicial desde una zona de perfil perceptiva/intuitiva, debido a que permanece la idea de un modelo de reparto no conservativo (Moreno, 2013). La discusión vuelve a la zona de perfil empirista cuando el estudiante que inicialmente participó expone su idea viendo la necesidad de nombrar, medir o controlar una variable (especialmente resistencia), opinando en función de los resultados cuantitativos que indagan acerca de esta. Finalmente, esta discusión para la formulación de las hipótesis terminó dándose desde una zona de perfil racionalista, pues en el planteamiento final se esbozó de manera clara el funcionamiento de un circuito eléctrico en paralelo, argumentando como se relacionan las variables voltaje, corriente y resistencia. Además, son capaces de predecir el brillo de los bombillos basándose en conceptos científicos y no en creencias anteriores como el de la posición del bombillo en el circuito, esto indica un desarrollo de su perfil conceptual, lo que podría ayudar a cuestionar algunas concepciones alternativas y a una mejor comprensión de los significados de tales conceptos en un contexto dado (Furió & Guisasola, 2001).

#### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

El discurso utilizado por el profesor en las intervenciones realizadas en este episodio, fue de tipo interactivo/dialógico, ya que usó estas para desarrollar de forma más clara las ideas expuestas por los estudiantes, generando preguntas que integren la mayor parte del grupo para que así, los estudiantes logran interpretar mejor los conceptos y plantearan la hipótesis de una manera coherente y argumentada.

#### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

Para formular hipótesis que expliquen el funcionamiento de un circuito eléctrico en paralelo, el grupo de estudiantes repartió su trabajo de manera desigual. Los estudiantes A1 y A2 (pertenecientes a la especialidad técnica de *EE*) acaparan la gran mayoría del trabajo y aunque algunas veces difieren en sus ideas, llegan fácilmente a acuerdos basándose en las justificaciones expuestas; el estudiante A1 participa activamente en el dialogo y a pesar de que varios de sus aportes son ingenuos, se preocupa por estar presente y aportar a la actividad; el estudiante A2 es claramente el líder debido ya que sus aportes están mejor fundamentados, esto hace que tenga un

mayor poder de convencimiento y por lo general cuando se llegan a acuerdos sus ideas tienen una mayor inferencia en el resultado. Esto categoriza a los estudiantes A1 y A2 como activo.

La participación de los estudiantes que no pertenecen a la especialidad técnica de *EE* se limita a ejecutar tareas manuales en donde no necesitaron utilizar ninguna teoría ni concepto. Como en el episodio anterior solo se dio la participación de dos estudiantes, este episodio el profesor incentivó a uno de estos estudiantes (A4) a participar en la discusión y planteamiento de la hipótesis, pero la primera reacción del estudiante fue aludir que un compañero de la especialidad técnica de *EE* respondería mejor, pero al insistir por su participación se consigue que exprese una idea desde su percepción ingenua de los fenómenos que se le presentan. Esto ubica al estudiante A4 en la categoría para el análisis de las actitudes en el trabajo en equipo como activo/pasivo. Cabe resaltar que el estudiante A3, el cual pertenece a la especialidad técnica de *FUN* no aparece en este episodio, debido en ese momento fue requerido por un profesor de otra asignatura.

En la tabla 22, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio C.

**Tabla 22.** Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A2G2: “Bueno yo voy a armar el circuito, usted vaya y traiga el multímetro para medir corriente y voltaje. Usted vaya alistándose los cables y ya terminamos esto”			Activo
2	A3G2: “No, yo solo voy a servir de apoyo para escribir, ya le dije que yo no toco cables ni fuentes ni nada de pronto me electrocuto <sup>30</sup> ”			Pasivo
3	A2G2: “usted es muy gallina, entonces solo escriba lo que le dicte”		Interactivo/ de autoridad	Activo
4	A2G2: “profe, ¿cómo es que se mide la corriente?”			
5	Prof: “ya saben medir resistencia y voltaje, para medir la corriente primero deben cambiar la unidad de medición a amperios e integrar el multímetro al circuito de este modo <sup>31</sup> ”			
6	A1G2: “uy no eso es muy complicado, aquí la medimos de otra forma, espere voy a traer el amperímetro”			Activo
7	Prof: “Ah bueno verdad que estamos acompañados de puros electricistas <sup>32</sup> claro con este aparato es más		Interactivo/ dialógico	

<sup>30</sup> El estudiante se ríe.

<sup>31</sup> El profesor ejemplifica como medir la corriente del primer bombillo.

<sup>32</sup> Todo el grupo ríe.

	<i>sencillo medir corriente. Entonces ¿qué datos van a registrar en su plan y para qué?</i>		
8	A2G2: “lo construimos, lo conectamos a la fuente de nueve voltios y vamos a medir el voltaje, las resistencias de los bombillos y la corriente”	Zona Empirista	Activo
9	A1G2: “Si los bombillos son iguales entonces van a tener la misma resistencia, y si lo que él dice es verdad <sup>33</sup> entonces el voltaje va a ser el mismo y la corriente para los dos bombillos también.”	Zona Racionalista	Activo
10	A2G2: “Bueno no crea, igual vamos a medir para comprobar”	Zona Empirista	Activo
11	Prof: “listo, construyan el circuito para conectar la fuente y comprobar sus hipótesis”		
12	A2G2: “bueno venga usted la que iba a escribir, escribamos el plan y expliquemos los pasos, acuérdesse que después tenemos que hacer lo mismo poniendo dos bombillos diferentes”		Activo
13	A3G2: “Ah sí verdad que pereza, ¿eso no será lo mismo que con los dos iguales?”	Zona Perceptiva/intuitiva	Pasivo
14	A2G2: “No. <sup>34</sup> Obvio va a cambiar, así como cambio en el circuito de la clase anterior. Al cambiar las características de los bombillos su voltaje será igual pero la intensidad con que alumbraran será diferente dependiendo de su resistencia”	Zona Racionalista	Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

En la tabla 22, se puede observar como tres de los estudiantes, cuando formulan un plan de solución que los lleve a comprobar o refutar la hipótesis propuesta, lo hacen teniendo en cuenta los conceptos planteados en ella, dirigiendo la planeación hacia su comprobación. Esto hace que hacia el final del episodio esta discusión se lleve a cabo desde una zona perfil racionalista, ya que sacan conclusiones donde relacionan variables para predecir el funcionamiento del circuito. Aunque la discusión se terminó ubicando en una zona de perfil racionalista, para llegar a ella este dialogo paso por dos zonas de perfil previamente, una zona de perfil perceptiva/intuitiva cuando se debía proponer como sería el brillo de dos bombillos diferentes en el circuito, pues se creía que el brillo sería igual que en un circuito con dos bombillos iguales, y una zona de perfil empírica, exhibiéndose en este episodio una tendencia hacia esta zona de perfil ya que para los estudiantes es muy importante la medición de las variables para formular un plan que los lleve a comprobar sus hipótesis.

<sup>33</sup> El estudiante hace referencia a su compañero A2.

<sup>34</sup> El estudiante hace énfasis alargando el no.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

En cuanto al análisis del discurso utilizado por el profesor, se hicieron explícitos dos clases de abordaje comunicativo. En la parte inicial del episodio, el profesor tuvo que intervenir para responder las cuestiones de los estudiantes, estableciendo la manera correcta de cómo medir la corriente eléctrica del circuito con un multímetro, por lo que la clase de abordaje comunicativo fue de autoridad/dialógico. Finalizando el episodio, el abordaje comunicativo cambio al de clase interactivo/dialógico, pues el profesor en sus intervenciones dirigió el dialogo explorando ideas con los estudiantes, motivando al desarrollo y ejecución del plan de solución.

### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

El trabajo necesario para proponer el plan de solución y ejecutarlo hizo que en este momento de la clase de aplicación, se integrara todo el grupo de trabajo, y aunque en el episodio solo aparecen tres estudiantes, el estudiante faltante no se registra allí debido a que su participación en este episodio no fue verbal, solo se limitó a seguir algunas instrucciones que le indicaban sus compañeros de trabajo, como, por ejemplo, en el turno 1, donde le piden que aliste los cables y que termine algo que falta. Como ya se ha dicho anteriormente y se vuelve a hacer evidente en este episodio, el estudiante líder y que lleva la batuta del trabajo es el estudiante A2 y junto al estudiante A1 se ubican en la categoría de las actitudes en el trabajo en equipo como activos, siendo estudiantes que se preocuparon por generar y desarrollar el plan de la forma más adecuada, llevando al grupo a obtener resultados pertinentes que les permitieron comprobar o refutar sus hipótesis. El estudiante A3, se ubica en la categoría de pasivo ya que debido a su miedo por la electricidad solo se limita a tomar dictado de sus compañeros.

### ***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: plan de solución.***

Al igual que en el episodio anterior, los estudiantes al momento de formular un plan de solución, realizan una descripción de lo que van a hacer (*“lo construimos, lo conectamos, ... vamos a medir...”*), por lo que se puede decir que este plan de solución es de tipo implícito. La formulación inició por escribir los primeros puntos del plan, pero luego, los estudiantes decidieron dejarlo así e ir ejecutándolo simultáneamente, ajustándolo a las necesidades que se fueran presentando. El hecho de que el plan de solución se fue ejecutando simultáneamente a su formulación hizo que no tuviera una manera secuencial de ejecutarse, pues como ya se dijo, los estudiantes, y sobre todo los pertenecientes a la especialidad técnica de *EE*, van modificando el

plan a medida que se va ejecutando, siendo para ellos la medición de variables la principal causa para modificar dicho plan. Posiblemente en esta fase, los estudiantes se despojan de modelos conceptuales y formulaciones matemáticas para recurrir a la medición como medio para validar las hipótesis planteadas.

En la tabla 23, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio D.

**Tabla 23.** Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A4G2: "Ay tan bonito, alumbran los dos igual" <sup>35</sup>			Pasivo
2	A2G2: "si ve, y según esto <sup>36</sup> la resistencia de los bombillos de 12 voltios es casi igual 2,2 ohmios para uno y 2,5 para el otro, el voltaje es igual si lo medimos en cualquiera de los bornes <sup>37</sup> del circuito."	Zona Empirista		Activo
3	A1G2: "el amperímetro dice que la corriente total del circuito es de 1 amperio y que el bombillo de arriba le llegan 0,4 y al de abajo 0,6"	Zona Empirista		Activo
4	Prof: "bueno la corriente no se repartió igual, ¿por qué sucede esto?"			
5	A2G2: "profe, no se repartió igual porque la resistencia de los bombillos no es igual, si fueran igualitas entonces sí, y ahí ya se responde la otra pregunta de que si los dos bombillos fueran diferentes"	Zona Empirista		Activo
6	A1G2: "el voltaje si se mantiene igual, no importa que bombillo le pongamos"	Zona Racionalista	Interactiva/dialógica	Activo
7	A2G4: "entonces en un circuito en paralelo, el voltaje siempre es igual para todo el circuito, la que se reparte es la corriente dependiendo de las características de los bombillos, alumbrando más el bombillo de menor resistencia"	Zona Racionalista		Activo
8	A1G2: "si los bombillos son de igual resistencia van a alumbrar igual, y si son de diferentes resistencias, va a alumbrar más el de menor, entonces las hipótesis se comprueban"	Zona Racionalista		Activo
9	Prof: "Bueno muchachos y ¿Qué relación tiene este circuito con referencia al circuito en serie que se trabajó en la clase anterior?"			
10	A1G2: Pues <sup>38</sup> que en ambos circuitos los que definen como las propiedades del circuito son las características de los bombillos"	Zona Empirista		Activo
11	Prof: "bueno si, pero pensemos en las similitudes y diferencias en cuanto a las variables que midieron"			

<sup>35</sup> Seguidamente, este mismo comentario lo repite otro estudiante (A3).

<sup>36</sup> El estudiante hace referencia al multímetro.

<sup>37</sup> El estudiante señala donde quedan estos bornes.

<sup>38</sup> El estudiante hace una pausa mientras todos los compañeros se miran ente sí.

12	A2G2: “Ah profe pues que en un circuito en serie el voltaje inicial se reparte en cada bombillo y su corriente es igual para todos, en cambio para uno en paralelo el voltaje es el mismo y es la corriente inicial la que se reparte para los bombillos”	Zona Racionalista	Activo
13	A4G2: “también que en el circuito de la clase pasada, si se quitaba un bombillo se apagaban todos, en este no, si se quitaba uno el otro seguía alumbrando”	Zona Empirista	Activo/ Pasivo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Como se muestra en la tabla 23, tres de los estudiantes cuando obtienen resultados y los analizan, lo hacen desde dos zonas de perfil conceptual. La primera zona que se hace evidente es la empirista ya que basan el análisis de sus resultados en las mediciones de las variables realizadas previamente; la segunda zona de perfil que se hace notoria, es la racionalista teniendo esta una mayor jerarquía en este episodio, ya que son capaces de establecer una regla de asociación de variables para cada tipo de circuito que se le presente; esto es muy importante ya que la conceptualización es indispensable antes de pasar a la modelización matemática, lo cuantitativo. A pesar de la evolución en cuanto al manejo y comprensión de contenidos conceptuales, los estudiantes no recurren a ningún proceso lógico para dar mayor argumento a sus explicaciones, por lo que aún no se hace explícita la zona de perfil lógica o racionalista.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

Nuevamente, la clase de abordaje comunicativo que se hizo claro durante todo el episodio fue el interactivo/dialógico, pues el discurso del profesor se desarrolló en base a preguntas que llevaron a los estudiantes a exponer varios puntos de vista, destacando semejanzas y diferencias haciendo que obtengan resultados más concretos y análisis más claros llegando a una claridad conceptual.

### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

El trabajo necesario para obtener y analizar los resultados hace que se integre la mayoría del grupo, pero como ya se ha dicho, el grupo confía plenamente en los conocimientos y experiencia de los estudiantes que pertenecen a la especialidad técnica de *EE* en este grupo A1 y A2, estos monopolizan la mayoría del trabajo. Los otros dos estudiantes que no pertenecen a la especialidad técnica de *EE*, participan solamente siguiendo instrucciones y evitando el contacto con cualquier cosa que tenga que ver con electricidad, además de realizar comentarios evidentes

como el estudiante A4 en el turno 1. Lo anterior categoriza a los estudiantes A1 y A2 para el trabajo en equipo como activos, y al estudiante A4 que pertenece a la especialidad técnica de *MI* como pasivo y hacia el final su categoría cambio a activo/pasivo debido al aporte hecho, el cual fue pertinente. Aunque el estudiante A3 no aparece en el discurso durante este episodio, también se puede categorizar como pasivo debido a la repetición de la observación en el primer turno.

***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: obtención de los resultados con su respectivo análisis.***

Después de obtener los resultados y analizarlos, los estudiantes son capaces de generar conclusiones coherentes, haciéndose explícito un análisis incluyente, al saber que sus resultados validaron la hipótesis planteada con base a la experiencia realizada y a las adquiridas previamente, estableciendo reglas de relación entre variables, creando la conceptualización necesaria para su aproximación a los modelos matemáticos. Claramente, dos de los estudiantes lograron cambiar su modelo mental inicial para explicar el funcionamiento del circuito conocido como de reparto no conservativo (Moreno, 2013) y reforzaron el nuevo modelo adquirido en la clase anterior, ya que en las conclusiones finales lograron describir las ecuaciones que representan cómo se comportan las variables en un circuito en serie y en paralelo desde una zona de perfil conceptual racionalista, estableciendo relaciones entre estas aproximándose al modelo conceptual expuesto en la ley de Ohm.

***7.4.3. Clase de aplicación No. 3. Situación problema: El Orden de los factores Si Altera el Producto.***

A continuación se presenta la tabla 24, donde se registra el mapa de eventos para la tercera clase de aplicación.

**Tabla 24.** Mapa de eventos de la tercera clase de aplicación: El orden de los factores sí altera el producto

Tiempo	Actividad	Acciones de los participantes	Comentarios
15 min	Lectura de la situación problema	Los estudiantes realizan por grupos una lectura general de la situación problema mientras los profesores observan el comportamiento del grupo.	
30 min	Discusión de algunas preguntas introductorias (Episodio A)	Los estudiantes establecen un dialogo con base en las preguntas realizadas por el profesor para llegar a un acuerdo respecto a cuál es la mejor manera de conectar más de una pila (fuente de poder). Durante el dialogo, el profesor hace las veces de moderador.	
30 min	Emisión de hipótesis (Episodio B)	Consenso de ideas en cada grupo de estudiantes para formular hipótesis que explique el funcionamiento de un circuito con más de una fuente de poder. Los profesores van de grupo en grupo realizando una indagación general acerca de las hipótesis de los estudiantes.	
60 min	Plan de solución (Episodio C)	Los estudiantes consultan textos escolares, realizan montajes de posibles soluciones, hacen mediciones de las características de los materiales; esto es registrado en una hoja que luego es recogida por el profesor. Los profesores van de grupo en grupo ayudando a los estudiantes con sus inquietudes y realizan una indagación general del plan formulado y cómo se ejecutó.	
45 min	Resultados y análisis (Episodio D)	Los estudiantes discuten y analizan los resultados, generando conclusiones que corroboran el acierto o desacierto de las hipótesis formuladas. Los profesores observan el trabajo de los grupos y ayudan a los estudiantes con el análisis y la interpretación de sus resultados.	

En la tabla 25, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio A.

**Tabla 25.** Episodio A: Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	Prof: “bueno muchachos, entonces ¿Cuántas pilas de tres voltios van a usar para iluminar el bombillo?”			
2	A2G4: “profé, pues como las pilas son de tres voltios, para el bombillo que necesita 12, pues ponemos 4 pilas”	Zona Perceptiva/ Intuitiva		Activo
3	Prof: “bueno si, pero antes de eso <sup>39</sup> haber Karen ¿cómo funciona una pila?”		Interactivo/ Dialógico	
4	A4G4: “profé porque a mi <sup>40</sup> pregúntele a otro”			Pasivo
5	Prof: “Vamos Karen yo sé que usted sabe. Por ejemplo, si tenemos un circuito sencillo con una pila y un bombillo de esta manera <sup>41</sup> ¿Qué papel hace la pila en el circuito?”			

<sup>39</sup> El profesor escoge un estudiante que no pertenece a la especialidad técnica de EE para que responda.

<sup>40</sup> El estudiante se rehúsa a responder.

<sup>41</sup> El profesor dibuja un circuito sencillo en una hoja que consta de una pila conectada a un bombillo.

6	A1G4: <i>“profe yo le digo”</i>		Activo
7	Prof: <i>“Vamos a dejar a Karen que responda primero y luego respondes tú, ¿vale?”</i>		
8	A4G4: <i>“bueno profe yo no sé. Pues en el circuito, de la pila sale la corriente y va y hace alumbrar el bombillo”</i>	Zona Perceptiva/ Intuitiva	Activo/ pasivo
9	Prof: <i>“eso bien Karen, si ve que no hay problema. ¿Qué piensa usted Duverney? <sup>42</sup>”</i>		
10	A1G4: <i>“la pila le da energía a las cargas del circuito para que se muevan y hagan alumbrar el bombillo, por eso las otras se llaman fuentes de poder de energía, y ese poder que le dan es el voltaje que dice ahí en la pila de tres voltios. Acuérdesse del video que nos mostró el profe <sup>43</sup>”</i>	Zona Racionalista	Activo
11	A2G2: <i>“¡ah sí! Lo de la energía potencial, que en la pila las cargas son como empujadas, suben en la pila y adquieren energía”</i>	Zona Racionalista	Activo
12	Prof: <i>“¡eso! Por ahí es la cosa”</i>		
13	A1G4: <i>“por eso como le digo mano, esa energía potencial es el voltaje, y es lo que hace que se muevan las cargas”</i>	Zona Racionalista	Activo
14	Prof: <i>“¡eso bien! Ya le aclaramos a Karen que la pila nos proporción un voltaje que le da energía a las cargas para que se muevan en el circuito. Teniendo eso en cuenta, ahora ella nos va responder entonces ¿Qué es la corriente?”</i>		
15	A4G4: <i>“ah profe pues esa si me la sé, esa son las cargas que se mueven en el circuito”</i>	Zona Racionalista	Activo
16	Prof: <i>“en una unidad de tiempo” y ¿el voltaje?”</i>		
17	A4G4: <i>“...<sup>44</sup> es lo que le da energía a las cargas haciendo que se muevan. ¡Ah! pues entonces crea la corriente”</i>	Zona Racionalista	Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Solo hasta el análisis de este episodio se manifestó en alguna medida la zona de perfil conceptual lógica o formalista, que aún no se había hecho presente, pues como se ve en la tabla 25, uno de los estudiantes tres estudiantes participantes en este episodio, inicia la discusión evidenciando la utilización de una expresión lógico-matemática para saber cuántas pilas usar según las características del bombillo que debía emplear. Sin embargo, se catalogó en una zona de perfil perceptiva/intuitiva, ya que es posible que los estudiantes creen que a medida que aumenta el número de pilas, sin importar cómo se conecten, el bombillo alumbrará más, tal como lo manifiestan Lee y Law (2001). Luego, en la discusión se planteó que esta debería partir desde

<sup>42</sup> El profesor le da el turno al estudiante que previamente lo estaba solicitando.

<sup>43</sup> El estudiante le dice a sus compañeros:

<sup>44</sup> El estudiante piensa durante un momento.

saber cómo funciona una pila y qué papel juega en un circuito eléctrico de corriente continua, a lo cual se respondió desde una zona de perfil conceptual perceptiva/intuitiva, debido a que se hizo evidente de nuevo, la idea que la corriente sale de las pilas, suponiendo que estas son almacenes de esta corriente (Pozo & Gómez, 1998) incluso, también es posible que crean que las pilas son fuentes de corriente constante (McDermott & Shaffer, 1992; y Lee & Law, 2001), considerando que la corriente eléctrica es un fluido (Pozo & Gómez, 1998) que circula por el circuito, gastándose en cada uno de sus componentes (Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci 2003).

Al progresar la discusión, esta se dió desde una zona racionalista, debido a que en las intervenciones de los estudiantes, y hasta en el estudiante que inicio la discusión en una zona de perfil perceptiva/intuitiva, se evidenció una evolución conceptual ya que usaron la analogía del potencial gravitacional para explicar cómo las pilas hacen que las cargas se muevan al crear una diferencia de potencial o voltaje; así como la energía potencial gravitacional depende de la altura de una masa sobre la superficie terrestre, la energía potencial eléctrica depende de la posición que ocupa la partícula con carga en el campo eléctrico (Young & Zemansky, 2009). Cabe resaltar que de este mismo modo se abordó en nuestro marco teórico el concepto de potencial eléctrico y de igual manera que en la clase de aplicación anterior, el correcto uso de la analogía facilitó el manejo y comprensión de contenidos conceptuales al establecer relaciones entre un fenómeno de mayor carácter intuitivo (p.e., en este episodio esto queda claro cuando los estudiantes usan en sus explicaciones términos como “empujadas”, “suben” y “adquieren”) y lo que se pretende comprender. También, tienen claro que la corriente del circuito son las partículas cargadas que se mueven el interior del circuito o de un material conductor en una unidad de tiempo (Floyd, 2007).

Aunque la zona de perfil racionalista se sostiene hasta el final de la discusión, cabe resaltar que hay una tendencia hacia respuestas intuitivas pues no distinguen los términos, asumiendo que es el voltaje lo que le da energía a las cargas, pues el voltaje no es energía que se da (como patear un balón), es una condición (espacial) en el que está el sistema, como consecuencia de dos puntos en este sistema en donde hay potenciales eléctricos diferentes creando un campo con cierta dirección (del mayor al menor potencial), donde cualquier partícula que se aproxime a él experimenta un movimiento; a esta diferencia de potenciales entre dos puntos es lo que se

conoce como voltaje (Young & Zemansky, 2009). Además, cuando usan estos términos en sus explicaciones los utilizan como sinónimos e introducen ideas erróneas (Pozo & Gómez, 1998).

#### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

El discurso utilizado por el profesor en las intervenciones, durante todo este episodio, se hizo explícito un abordaje comunicativo de clase Interactivo/dialógico, ya que el profesor a partir de preguntas formuladas de una manera más sencilla, incentivó a los estudiantes a participar activamente en la discusión, logrando que se expusieran diferentes puntos de vista, enriqueciendo el diálogo y fomentando el trabajo en equipo.

#### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

A diferencia de este mismo episodio con el de las dos clases de aplicación anteriores, participó y aportó ideas un estudiante de una especialidad técnica diferente a la de *EE*. Si bien, inicialmente sus participaciones fueron para evadirse (turno 4), el profesor lo motivó haciendo que sus aportes mejoraran (turno 8) y hacia el final del episodio fueran claros y concretos (turnos 15 y 17); sobre el estudiante A4, primero se catalogó en el análisis del trabajo en equipo como pasivo, pasando por activo/pasivo y finalmente categorizándose como un estudiante activo.

En cuanto a los otros dos estudiantes que participaron en el diálogo (A1 y A2), claramente se evidenció que llevaban la dirección de la discusión, ya que con base a sus planteamientos y cruzando sus puntos de vista, se logró responder a los interrogantes presentados; esto categorizó a estos dos estudiantes como activos. Es claro que la manera en que trabajan cuando discuten una situación, es muy parecida en estos mismos episodios de las clases anteriores, recayendo la mayor responsabilidad en los estudiantes pertenecientes a la especialidad técnica de *EE*, estos crean una retroalimentación de ideas llegando fácilmente a acuerdos. El estudiante A3 que no aparece en este episodio solo se limitó a presenciar la actividad, pues la motivación que llevó a su compañero A4 a participar no hizo efecto en él, posiblemente sigue sin comprender lo que se dice en el diálogo ya que como se evidencia, este se ha hecho más técnico y elaborado desde la primera clase de aplicación.

En la tabla 26, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio B.

**Tabla 26.** Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A1G4: “profe, después de haber conectado las cuatro pilas de forma paralela, en serie y mixta el tipo de conexión más óptima nos pareció la de serie, pues el bombillo alumbró más que en las otras conexiones porque se sumaron los voltajes de las 4 pilas para hacer alumbrar el bombillo.	Zona Lógica o formalista		Activo
2	A2G4: “si profe, el brillo en el circuito en paralelo era muy poquito y las pilas como que se recalentaron, en el de serie no”	Zona Empirista		Activo
3	A1G4: “en el de serie el bombillo tuvo los 12 voltios que se necesitaba para alumbrar mejor”	Zona Empirista		Activo
4	A4G4: “si las pilas se calientan pues las metemos a la nevera, con eso se recargan <sup>45</sup> ”	Zona Perceptiva/ intuitiva	Interactivo/ de autoridad	Activo/ pasivo
5	Prof: “¡Ojo con eso! ¿Podemos recargar de estas pilas en la nevera? Claro que ¡no! Haber muchachos, recuerden el video del que hablo su compañero”			
6	A2G4: “profe pues ahí decía que las pilas se descargaban cuando entregaban toda su energía a las cargas en el circuito y ya no se podía crear un voltaje”	Zona Racionalista		Activo
7	A1G4: “si, eso ya lo sé. Por eso dijimos que la mejor manera de conectarlo es en serie porque las cargas pasan por todas las pilas sumando el voltaje hasta 12, llevando más energía hasta el bombillo para que alumbre más, así se descarguen más rápido las pilas se necesitan los 12 voltios para hacer alumbrar el bombillo mejor”	Zona Racionalista		Activo
8	Prof: “bueno, ustedes dicen que la mejor manera de conectar las pilas es en serie. Ahora si a esta conexión de pilas en serie le conectamos tres bombillos de diferentes resistencias ¿Qué tipo de circuito eléctrico creen que ahorra más energía eléctrica?”			
9	A2G4: “ahora si se puso difícil <sup>46</sup> responda usted que se las sabe todas <sup>47</sup> ”			Activo
10	A1G4: “pues yo creería que consume más el circuito en serie, porque como vimos en el video de ese día, cada carga pasa por las baterías sumando su voltaje, entregando una mayor energía”	Zona Empirista	Interactivo/ Dialógico	Activo
11	Prof: “Muchachos pensemos, cuando nos llega el recibo de la luz a nuestra casa donde nos cobran el consumo de energía eléctrica, ¿en qué unidades se basan para medir nuestro consumo?”			
12	A1G4: “¿en kilowatts o algo así?”	Zona Empirista		Activo

<sup>45</sup> El estudiante hace el comentario a manera de broma.

<sup>46</sup> El estudiante se ríe.

<sup>47</sup> El estudiante hace referencia a su otro compañero perteneciente a la especialidad técnica de EE.

13	Prof: “¡eso! Dejémoslo en watts, ¿Qué es una unidad de...?” <sup>48</sup>		
14	AIG4: “de potencia profe, ¡ah ya! Entonces tenemos que medir la potencia de cada tipo de circuito para saber cuál consume más energía eléctrica”	Zona Empirista	Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

En la tabla 26, se observa como tres de los estudiantes al momento de emitir hipótesis que les permita explicar cuál es la mejor manera de conectar un circuito eléctrico con más de una pila, para que su funcionamiento sea lo más óptimo posible, lo hacen desde las cuatro zonas de perfil conceptual.

La primera zona en aparecer es la lógica o formalista, se describe, cuántas pilas se deben usar y la manera de conectarlas para que el bombillo alumbre adecuadamente de acuerdo con sus características, desde un plano teórico de comprensión. Esto con base en el argumento expuesto donde explican que se aprovecha el voltaje ofrecido por cada pila al sumarlo para alcanzar los requerimientos del bombillo, evidenciando el uso de algún proceso lógico-matemático para llegar a esta idea. Luego se hizo explícita la zona empirista pues para argumentar sus respuestas, los estudiantes recurrieron a las experiencias realizadas previamente al conectar las pilas de diferentes maneras, además, tienen en cuenta la medición de la variable voltaje.

En la evolución del diálogo, se hizo claro que la zona de perfil cambió a una racionalista ya que para complementar la idea inicial de cómo conectar las pilas, utilizaron un modelo teórico en su explicación en el cual describen el papel que juegan las pilas en un circuito eléctrico, además se cuestionaron sobre cómo estas hacen que se muevan las cargas y cómo varía el voltaje según su tipo de conexión, mostrando un desarrollo en su dificultad inicial de sumar intuitivamente el voltaje de las pilas. Sin embargo, persiste en sus explicaciones una tendencia hacia lo intuitivo, pues, nuevamente, no distinguen los términos y aún falta comprensión de sus significados, asumiendo que es el voltaje de las pilas lo que le da energía a las cargas haciéndolas mover, considerando la diferencia de potencial como una consecuencia del flujo de cargas más que como su causa. Es decir, no están pensando en la diferencia de potencial como un agente causal asociado con la acumulación de cargas (Furió & Guisasola, 1999). La zona de perfil perceptiva/intuitiva presentó en este episodio cuando uno de los estudiantes manifestó una idea

<sup>48</sup> El profesor hace una pausa para que los estudiantes respondan.

que es muy común en nuestro contexto colombiano, y es la creencia de recargar las pilas en la nevera, estas concepciones, construcciones personales a partir de experiencias cotidianas con el mundo (a través de los sentidos), son bastante estables y resistentes al cambio, son comunes entre personas de diversas edades, formación, país de procedencia (universalidad) y de carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia (Pozo, Gómez & Limón, 1991).

Hacia el final del episodio, aparece nuevamente la zona de perfil conceptual empirista, debido a que para finalizar su formulación de la hipótesis tuvieron en cuenta nuevamente su experiencia, recurriendo a un ejemplo cotidiano como el del recibo de la luz, para relacionarla con la situación problema, evidenciando una contextualización y transferencia del conocimiento, al aplicar su cotidianidad en la resolución del problema. Asimismo, siguen teniendo muy en cuenta el control de las variables, en este caso, la variable potencia eléctrica, y aunque en ocasiones, como en el turno 10, se evidencia en las respuestas de los estudiantes una idea intuitiva de cómo las cargas pasan por las baterías y suman su voltaje, idea que no se había expresado en las respuestas obtenidas en el cuestionario de indagación de concepciones previas, su zona de perfil conceptual se catalogó como empirista, debido a que esta idea posiblemente fue influenciada por un video <sup>49</sup> proyectado por el profesor que contenía una alta carga analógica del potencial gravitacional. Cabe resaltar que este video también fue utilizado por los estudiantes para la discusión de las ideas en el turno 10, del episodio anterior.

#### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

El análisis discursivo hace explícito dos clases de abordaje comunicativo por parte del profesor. Inicialmente, el abordaje fue de clase interactivo de autoridad ya que el profesor pregunta y se auto-responde, induciendo a los estudiantes en sus respuestas. Aquí es cuando debe aparecer la habilidad del profesor de persuadir al estudiante con contra-preguntas, motivando al estudiante a responder sin influir en las respuestas como profesor dogmático. Finalmente, el abordaje comunicativo del profesor fue de clase interactivo/dialógico, debido a que en este momento sí puso en práctica la habilidad de persuadir a los estudiantes con contra-preguntas que estuvo ausente al inicio de la investigación; su discurso cambió y en sus intervenciones hizo que los estudiantes exploraran sus ideas, haciendo que tuvieran una mayor participación, permitiendo

---

<sup>49</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=u4FpbaMW5sk>

un mayor grado de elaboración cognitiva en las respuestas obtenidas y de esta manera la evolución de las zonas de perfil conceptual.

***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

En lo referente al análisis del trabajo en equipo, se puede observar cómo se ha integrado en la discusión de ideas para formular una hipótesis un estudiante diferente a la especialidad técnica de EE. Este estudiante (A4) en sus pocas participaciones expresó algunas concepciones “ingenuas” o “erróneas” que son producto de su trasegar por la vida (Küçüközer y Kocakulah, 2007), ubicándose en las categorías de análisis para el trabajo en equipo como activo/pasivo, es de resaltar la participación de una especialidad técnica diferente a la de EE, ya que en este mismo episodio de las clases anteriores no aconteció. Los estudiantes que más aportan ideas al diálogo, exponiendo diferentes perspectivas y liderando la formulación de las hipótesis, son los estudiantes pertenecientes a la especialidad técnica de EE. El estudiante A1 lidera el dialogo, y su compañero A2 complementa sus intervenciones, contraponiendo sus puntos de vista y llegando a acuerdos fácilmente para formular una hipótesis mejor argumentada, por lo cual se categorizan como estudiantes activos. Nuevamente, al igual que en el episodio anterior, el estudiante A3 solo se limitó a lo presencial, es posible que a causa de la evolución del diálogo de sus compañero que establece relaciones entre variables en la construcción de conceptos, no pueda seguir el hilo de la discusión al no comprender mucho de lo que se dice.

En la tabla 27, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio C.

**Tabla 27.** *Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula*

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A3G4: “niños, recuerden que yo solo escribo”			Pasivo
2	A1G4: “si ya sabemos. Oiga, ¿cómo es que es la fórmula de la potencia?”			Activo
3	A2G4: “sé que comienza con P, pero no me la sé. Espere buscamos en el libro <sup>50</sup> pílela, aquí está, es P es igual a voltaje al cuadrado sobre la resistencia pero también se puede multiplicando la corriente al cuadrado con la resistencia, mire <sup>51</sup> ”	Zona Lógica o formalista	Interactivo/ Dialógico	Activo
4	A1G4: “si ya me acorde, pero usemos la de voltaje pues es más fácil medir voltaje que corriente”	Zona Empirista		Activo

<sup>50</sup> El estudiante consulta el texto de apoyo brindado por el profesor.

<sup>51</sup> El estudiante señala una fórmula de potencia en el texto a su compañero.

5	Prof: <i>“muchachos para que el material alcance para todos los grupos, cada grupo solo va a trabajar con tres pilas de tres voltios y tres bombillos de diferentes resistencia.”</i>		
6	A1G4: <i>“usted la que va a escribir, apunte. Primero conectamos las tres pilas en serie, segundo medimos las resistencias de los bombillos, usted Laura, tome estos tres vaya midiéndole la resistencia de una vez<sup>52</sup>. Después conectamos los bombillos en serie a las pilas, medimos el voltaje en cada bombillo y remplazamos en la fórmula de potencia, sumamos la potencia de cada bombillo y obtenemos una total. Lo mismo para el paralelo y al final comparamos cual consume más potencia”</i>	Zona Lógica o formalista	Activo
7	A2G4: <i>“breve hijo, mire conecte estos en serie que ya Laura les midió la resistencia, mírela aquí están los datos, porque toca es con esos mismos bombillos conectarlos en paralelo”</i>		Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

En la formulación de un plan que lo lleve a comprobar o refutar la hipótesis propuesta, como se puede observar en la tabla 27, tres de los estudiantes proponen lo que se va a hacer teniendo en cuenta para la medición de las variables y guiando su plan hacia la comprobación de su hipótesis, pero esta vez la manipulación de las variables se combinó con el uso de una fórmula que les permitió indagar cual es la potencia general consumida por cada tipo de circuito eléctrico, para que su plan de solución sea pertinente con lo que se espera obtener, haciendo un uso claro de fórmulas y algoritmos; esto hace que la zona de mayor jerarquía durante este episodio sea la zona de perfil lógico racionalista. En algún aparte este episodio se puede hacer evidente la zona de perfil conceptual empirista, ya que se recuerda que tipo de variable es más fácil de medir en un circuito. Esta zona de perfil, que fue tendencia durante este mismo episodio en las dos clases de aplicación anteriores, evidencia su desarrollo hacia la zona lógica o formalista debido a que en esta ocasión, los estudiantes complementaron lo aprendido en sus experiencias previas y la manipulación de las variables, con el uso de modelos lógico-matemáticos, desarrollando en ellos nuevas habilidades como el uso de fórmulas y la relación de variables.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

El abordaje comunicativo por parte del profesor durante todo el desarrollo de este episodio fue de clase interactivo/dialógico, debido a que en su intervención solo se limitó a comunicar el número de materiales con que disponía para la actividad y como se debería repartir en cada

<sup>52</sup> *El estudiante le pasa los bombillos a su compañero que no está haciendo ninguna labor.*

grupo de trabajo para la ejecución de su plan de solución, incidiendo lo menos posible, y dejando que los estudiantes direccionaran a su manera el trabajo para la formulación y ejecución del plan.

***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

En este episodio, aparece el estudiante A3 que no se había registrado en los dos episodios anteriores. Se categorizó como un estudiante pasivo ya que sus aportes solos fueron de tipo práctico, sin emitir ninguna idea o concepto. En la formulación del plan, el estudiante A1 toma el liderato ya que se encarga de asignar tareas a sus compañeros de acuerdo a sus habilidades, el estudiante A2 comparte este liderato pues es un constante aportante de ideas que mejoran el plan y lo adapta a lo que se pretende obtener, esto hace que el trabajo en equipo se vea beneficiado al lograr integrar a todo el grupo, lo cual hace que estos estudiantes sean categorizados como activos. Por otro lado, a pesar de que el estudiante A4 ha venido presentando una evolución en estos aspectos, no se registra en este episodio, debido a que la tarea para la que fue asignado por su compañero A1 (medir variables), lo circunscribió a manipular elementos, tomar medidas y apuntarlas; pero a pesar de esto, tuvo que tener los conceptos claros y habilidades necesarias al momento de medir las variables con el multímetro.

***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: plan de solución.***

De acuerdo con lo evidenciado, es posible afirmar que los estudiantes tienen un método claro al momento de formular un plan y ejecutarlo, ya que existe una tendencia en este mismo episodio en las clases de aplicación anteriores, que los estudiantes más que enumerar unos pasos a seguir, el plan se empieza a ejecutar desde antes de tener una idea clara de estos, y si bien como ha sucedido anteriormente, por cuestiones de organización escriben un “*paso a paso*” no lo tienen en cuenta al ejecutarlo, debido a que algunos de estos pasos no se realizan y algunos otros son realizados simultáneamente, y dependiendo de los inconvenientes que vayan surgiendo el plan se va modificando, por todo esto se puede inferir que su plan de solución es de tipo implícito.

Sin embargo, a pesar de la similitud en la forma en que trabajaron los estudiantes durante este mismo episodio en las clases de aplicación anteriores, en este episodio, los estudiantes adicionaron dos elementos en la formulación del plan: la búsqueda de información en textos (Formula de potencia eléctrica) y la medición de las variables al conectar los mismos elementos de las tres maneras que se conocen (serie, paralelo y mixto). Además, tuvieron en cuenta que

para obtener un menor sesgo en las mediciones realizadas, esto se debía hacer con los mismos elementos todas las veces, esto que hizo que su plan de solución fuera más consecuente de acuerdo a lo que se había planteado en la hipótesis inicial donde se relacionaba la potencia con energía, de igual manera, los estudiantes formularon su plan dirigiéndolo hacia la comprobación de esta hipótesis, de que el circuito que mayor potencia generara, es el que mayor energía consume.

Se ha hecho evidente parte del método heurístico propuesto por Polya (1945), cuando los estudiantes abordan la solución de una situación problema, plantean una resolución general en cuatro fases, donde primero comprenden el problema, segundo elaboran un plan, tercero ejecutan el plan y obtienen resultados y cuarto reflexionan sobre los resultados e indagan otras posibles soluciones; hasta el desarrollo de esta parte de las clases de aplicación los estudiantes han seguido de manera general este método hasta su tercer fase.

En la tabla 28, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio D.

**Tabla 28.** Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	Prof: “¿Qué resultados obtuvieron?”			
2	A2G4: “pues según nuestras mediciones de voltaje y resistencia, reemplazando en la fórmula de potencia, tiene una potencia mucho mayor cuando los bombillos se conectan en paralelo. En serie fue de 5,96 watts y en paralelo de 106,6 watts”	Zona Lógica o formalista		Activo
3	A1G4: “reemplazando en la fórmula de potencia eléctrica nos dimos cuenta que el que mayor consume es la conexión de los bombillos en paralelo y menor en serie, pues como trabajamos con la formula donde aparece voltaje al cuadrado, en un circuito en serie el voltaje se reparte ósea los nueve voltios de la suma de las pilas en serie se dividió en tres, haciendo que al final la suma de las potencias sea menor. En cambio en la conexión en paralelo como el voltaje era el mismo en todos los bombillos los 9 voltios no se repartieron, entonces hizo que la suma final de la potencia fuera mayor”	Zona Lógica o formalista	Interactivo/ Dialógico	Activo
4	A4G4: “aja lo que dice el” <sup>53</sup>			Pasivo
5	A3G4: “espere repita eso que no alcance a escribirlo todo”			Pasivo

<sup>53</sup> El estudiante rápidamente responde al intuir que el profesor le iba a preguntar algo.

6	Prof: “bueno, ¿y estos resultados validan o refutan su hipótesis?”		
7	A1G4: “profe pues yo pensaba iba a consumir más el circuito en serie por lo que se sumaba el voltaje de las pilas, pero es claro que consume más potencia la conexión de los bombillos en paralelo, entonces la rechazan”	Zona Lógica o formalista	Activo
7	A2G4: “la conexión de las pilas en serie es para generar mayor voltaje, pero se consume menor potencia si los bombillos se conectan en serie ya que este voltaje se reparte”	Zona Empirista	Activo
8	Prof: “y ¿Qué concluyes tu que casi no has hablado?” <sup>54</sup>		
9	A3G4: “la mejor manera de conectar las pilas y los bombillos es en serie, pues se aprovecha todo el voltaje de las pilas y la potencia consumida es mucho menor, comparada con un circuito con los mismos bombillos conectados en paralelo.	Zona Lógica o formalista/ Zona Empírica	Activo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Existe un desarrollo en las zonas de perfil conceptual desde la que los estudiantes obtienen los resultados y los analizan, ya que como se observa en la tabla 28, conservan claridad conceptual acerca de cuál es la mejor manera de disponer varias pilas en un circuito, también cómo se deben conectar los bombillos para que su funcionamiento sea más óptimo, lo anterior lo lograron mediante el uso de una fórmula que les permitió indagar la potencia consumida por cada tipo de circuito eléctrico, y con base en este contraste analizar sus resultados, generando una conclusión coherente y argumentada. A pesar, de que en un período de este episodio los estudiantes no construyeron ningún modelo conceptual, y solo se dejaron llevar por la experiencia, haciéndose explícita la zona empirista, rápidamente esta migró nuevamente hacia la zona lógica formalista al hacerse evidente las construcciones conceptuales finales argumentando como se debía conectar el circuito, haciendo uso de procesos formalistas para generar las conclusiones. Esto se reafirma debido a que los estudiantes utilizaron en sus conclusiones, los términos voltaje, resistencia y potencia sin usarlos como sinónimos, evidenciando una mejoría en su dificultad inicial de utilizar muy poco estos términos en sus explicaciones y cuando lo hacen los utilizan como sinónimos e introducen ideas erróneas (Pozo & Gómez, 1998).

<sup>54</sup> El profesor pregunta a un estudiante que no pertenece a la especialidad técnica de EE.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

Como ha sido tendencia, la clase de abordaje comunicativo que se hizo explícito durante todo el episodio fue el interactivo/dialógico, debido a que en las intervenciones del profesor, el discurso utilizado se basó en preguntas que facilitaron a los estudiantes exponer los resultados obtenidos de manera clara, facilitando la generación de conclusiones, como consecuencia de un análisis mejor fundamentado.

### ***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

En esta parte del desarrollo de la actividad, y como se registra en este episodio, se integraron los cuatro participantes del grupo de trabajo. El estudiante A4 se limitó a repetir las ideas y conceptos expuestos por sus compañeros y aunque en otros episodios de esta clase su comportamiento evidenció un desarrollo, esto reafirma la confianza que tiene el grupo y el por qué recae gran parte del trabajo en la mayoría de episodios en las estudiantes pertenecientes a la especialidad técnica de EE. En cuanto al estudiante A3, su tarea recurrente durante toda la clase de aplicación, fue tomar apuntes y dictado de sus compañeros, lo que inicialmente lo categorizó como pasivo, pero esta cambio a activo, debido a que finalizando la actividad hizo aportes desde la zona lógica, por lo que se puede inferir que aunque en ocasiones los estudiantes no participen verbalmente en el episodio, no significa que no estén haciendo raciocinios personales y que si están observando, pueden estar haciendo sus propias construcciones que se hacen explícitas en un momento dado. Es decir, que en ocasiones cuando se catalogan los estudiantes como pasivo, esta pasivo de manera observable no quiere decir que lo está siendo mentalmente. Los estudiantes A1 y A2 presentaron la mayoría de conceptos al exponer los resultados obtenidos, realizando un análisis fundamentado y generando conclusiones plausibles. Lo anterior categoriza a los estudiantes A4 como pasivo y a los estudiantes A1 y A2 como activo.

### ***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: obtención de los resultados con su respectivo análisis.***

Después de la ejecución del plan de solución, los estudiantes obtuvieron los resultados esperados, ya que en su análisis validaron su hipótesis; esto evidencia un análisis incluyente en donde los estudiantes dirigen su plan de acuerdo a los resultados que pretenden obtener y por ende, esto mejora el proceso de generar conclusiones. En las conclusiones explicitadas por los estudiantes describen claramente cómo se debe construir un circuito para que su funcionamiento

sea el más óptimo, argumentando cómo se comportan las variables de acuerdo al tipo de conexión, afirmando la superación de su modelos mentales iniciales de atenuación y reparto no conservativo (Moreno, 2013). Asimismo, los estudiantes se basaron en la manipulación de las variables, cuantificándolas y realizándoles tratamientos aritméticos, para posteriormente relacionarlas en las conclusiones emitidas, dando nuevos puntos de vista con una claridad conceptual construida en base a procesos formalistas, logrando que los estudiantes modifiquen algunas concepciones ingenuas como: las pilas son almacenes de corriente (Pozo & Gómez, 1998), cargar las pilas en la nevera o considerar la corriente como un fluido que se gasta (Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci, 2003).

**7.4.4. Clase de Aplicación No. 4. Situación Problema: Construyendo un Plan de Negocios.**

A continuación se presenta la tabla 29, donde se registra el mapa de eventos para la cuarta clase de aplicación.

**Tabla 29.** Mapa de eventos de la cuarta clase de aplicación: Construyendo un plan de negocios

<b>Tiempo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Acciones de los participantes</b>	<b>Comentarios</b>
<b>15 min</b>	Lectura de la situación problema	Los estudiantes realizan por grupos una lectura general de la situación problema mientras los profesores observan el comportamiento del grupo.	
<b>30 min</b>	Discusión de algunas preguntas introductorias (Episodio A)	Los estudiantes establecen un dialogo con base en las preguntas realizadas por el profesor para llegar a acuerdos respecto a cuál es la mejor manera de construir un circuito eléctrico. Durante el dialogo, el profesor hace las veces de moderador.	
<b>30 min</b>	Emisión de hipótesis (Episodio B)	Consenso de ideas en cada grupo de estudiantes para formular hipótesis que explique cuál es la manera más óptima de conectar un circuito. Los profesores van de grupo en grupo realizando una indagación general acerca de las hipótesis de los estudiantes.	
<b>60 min</b>	Plan de solución (Episodio C)	Los estudiantes consultan textos escolares, realizan montajes de posibles soluciones, hacen mediciones de las características de los materiales; esto es registrado en una hoja que luego es recogida por el profesor. Los profesores van de grupo en grupo ayudando a los estudiantes con sus inquietudes y realizan una indagación general del plan formulado y cómo se ejecutó.	
<b>45 min</b>	Resultados y análisis (Episodio D)	Los estudiantes discuten y analizan los resultados, generando conclusiones que corroboran el acierto o desacierto de las hipótesis formuladas. Los profesores observan el trabajo de los grupos y ayudan a los estudiantes con el análisis y la interpretación de sus resultados.	

Durante el desarrollo de esta clase de aplicación, después de haber leído la situación problema por parte del grupo de estudiantes, se pasó directamente a la generación de hipótesis, para lo cual diseñaron cuál sería la mejor manera de conectar un circuito eléctrico para la construcción de la lámpara, ya que no ven la necesidad de detenerse a discutir las preguntas que supone el problema, directamente. En este sentido, todo lo que tiene que ver con la emisión de hipótesis y las preguntas que se van generando, se van respondiendo a medida que se desarrolla la actividad. Esto posiblemente sucedió porque en el grupo de estudiantes se ha desarrollado un contenido conceptual de los aspectos que se han venido trabajando durante el desarrollo de estas clases de aplicación; por ejemplo, en la primera y segunda clase de aplicación, su modelo mental para explicar el funcionamiento de los circuitos cuando sus componentes se conectan en serie y paralelo, evidencio un desarrollo de modelos más elaborados, ya que han cambiado sus concepciones ingenuas de atenuación y reparto no conservativo (Moreno, 2013), por modelos mentales más formalistas, donde construyen conceptos en los que generalizan el comportamiento de variables, estableciendo relaciones de proporcionalidad entre estas, para predecir y explicar el funcionamiento de un circuito eléctrico según como se conecten sus componentes. De la misma forma, en la tercera clase de aplicación este desarrollo se evidencio ya que los estudiantes en sus explicaciones utilizaron de manera adecuada las variables, estableciendo relaciones de proporcionalidad entre estas, además al usarlas, superaron su dificultad inicial de utilizarlas concurrentemente como sinónimos (Pozo & Gómez, 1998); así mismo, para llegar a sus formulaciones recurrieron a uso de procesos lógicos-matemáticos, para dar mayor argumento a estas. Por lo anterior, para esta cuarta clase de aplicación, los análisis se hicieron a partir del episodio B.

En la tabla 30, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio B.

**Tabla 30.** Episodio B, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A1G2: “bueno y entonces ¿mandamos eso con dos bombillos o con un solo bombillo?”			Activo
2	A3G2: “con dos para que alumbre más”	Zona Perceptiva/ intuitiva	Interactivo/ de autoridad	Activo/ pasivo
3	A1G2: “pero ¿cómo los conectamos? ¿En paralelo?”			Activo

4	A2G2: “¿en paralelo? Bueno pero, ¿no se supone que si están en paralelo consumen más? ¿No se supone que daba mayor potencia?”	Zona Empirista	Activo
5	A1G2: “por eso, a mayor potencia menor consumo”		Activo
6	A2G2: “Al contrario ¡no señor!”		Activo
7	A1G2: “profe, cierto que si conectamos los bombillos en paralelo hay mayor potencia y menor consumo”	Zona Perceptiva/ intuitiva	Activo
8	Prof: “bueno muchachos, recordemos. Habíamos quedado que la mejor forma de conectar las pilas era en serie, porque aprovechamos la suma de sus voltajes, en el ejemplo de la clase anterior sumábamos el voltaje de cuatro pilas de tres voltios para llegar al requerimiento del bombillo que teníamos esa vez. Y pues según los cálculos que ustedes hicieron la clase pasada. la forma en que menos potencia se generaba fue cuando conectaron los bombillos en serie”		
9	A2G2: “en serie si ve, y consumen menos potencia”	Zona Empirista	Activo
10	Prof: “si no están seguros vuelvan y hagan los cálculos. Recuerden que a mayor potencia, mayor consumo de energía”.		
11	A3G2: “hagamos lo mismo que el de la vez pasada, conectemos cuatro pilas de tres voltios en serie, para hacer alumbrar el bombillo de 12”	Zona Empirista	Activo/ pasivo
12	Prof: “y si van a conectar un solo bombillo entonces para que la discusión de que si en serie o en paralelo 55”		
13	A1G2: “esa idea esta buena, pero como tenemos bombillos de 12 voltios, pongamos dos en serie y cuantas pilas de tres <sup>56</sup> ... no, no alcanzan las pilas porque como son de tres voltios necesitaríamos conectar ocho para sumar 24 y que se repartiera en los dos bombillos”.	Zona Lógica o formalista	Activo
14	A2G2: “¿Cuántas pilas tenemos?”		Activo
15	A4G2: “tenemos seis pilas de estas <sup>57</sup> hay dos bombillos de 12, cuatro de 6 y dos de tres voltios, está el cable, hay silicona, y estas otras cosas”		Interactivo/ Dialógico Pasivo
16	A2G2: “listo, entonces pille que tal si conectamos las seis pilas en serie, las soldamos y entonces tenemos la fuente de 18 voltios. Cogemos tres bombillos de los de 6 y los conectamos en serie para que el voltaje se reparta, así le llegan seis voltios a cada uno”	Zona Racionalista	Activo
17	A3G2: “eso, buena tonto. Claro porque tres bombillos alumbran más que uno <sup>58</sup> y como los 18 de las pilas se divide en tres, será seis para cada bombillo, así que van a alumbrar igual”		Activo/ pasivo
18	A2G2: “si mire, volví a hacer los cálculos en la fórmula de potencia con los datos de la vez pasada y si claro la potencia es mucho mayor cuando los bombillos se	Zona Lógica o formalista	Activo

<sup>55</sup> Todo el grupo se ríe.

<sup>56</sup> El estudiante revisa los materiales y cuenta las pilas.

<sup>57</sup> El estudiante hace referencia a las pilas de tres voltios.

<sup>58</sup> Risas en el grupo.

---

*conectan en paralelo. Así queda bien las pilas en serie, y los bombillos también”.*

---

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Nuevamente, como se puede observar en la tabla 30, el grupo de estudiantes discuten acerca de qué tipo de diseño sería más conveniente, de acuerdo a los elementos con que se dispone en la construcción de un circuito eléctrico de una lámpara para que su funcionamiento sea el más óptimo posible. Esta discusión lleva a un momento de muchas fluctuaciones en las zonas de perfil, ya que no se mantiene alguna de ellas de forma estable.

Es de resaltar que en las hipótesis formuladas por los estudiantes, se sostiene un cierto manejo de variables según el tipo de conexión en que se encuentren sus componentes, además de usar y establecer relaciones de proporcionalidad entre estas variables, lo que les permitió formular hipótesis más robustas y argumentadas. La zona lógica formalista se hizo explícita, cuando en sus discursos evidenciaron utilizar algún proceso aritmético, como en el turno 13; o valerse de alguna fórmula, como se evidencia en el turno 18; la zona racionalista aparece cuando los estudiantes construyeron sus propios conceptos, pero esta vez, sin utilizar procesos lógico-matemáticos, y aunque algunos de estos conceptos conllevan alguna idea intuitiva, como en el turno 16, se clasificó como zona racionalista debido a la relevancia que hay en que los estudiantes se atrevan a emitir construcciones conceptual a partir de sus propias vivencias y conocimientos. Sin embargo, esta idea intuitiva en las explicaciones de los estudiantes se hace mucho más evidente hacia el inicio del episodio, al expresar que *“dos bombillos alumbraran más que uno”*, y dejándose llevar por esta intuición hacen que tengan una idea incorrecta sobre la relación de las variables potencia y energía, haciéndose explícita una zona de perfil perceptiva/intuitiva. A pesar de esto, en este episodio se observa cómo los estudiantes dan inicio a esta discusión para la emisión de hipótesis desde la zona de perfil empirista, debido a que sus explicaciones se basaron en las experiencias de las clases anteriores, y aunque algunas veces el manejo de variables no fue el debido, como en el turno 5, lo importante es que se atrevieron a usarlas y relacionarlas espontáneamente.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

Por otro lado, el abordaje comunicativo por parte del profesor fue de dos clases. Inicialmente, fue de clase interactiva/de autoridad, debido a que en sus intervenciones hizo una

recopilación de las conclusiones de las clases de aplicación anteriores, describiendo cuál era la manera de conectar las pilas y los bombillos, influyendo en las decisiones para que los estudiantes iniciaran la formulación, teniendo en cuenta lo desarrollado y concluido en las clases anteriores. Finalmente, el abordaje comunicativo manifestado por el profesor se tornó interactivo/dialógico, ya que incentivo al grupo de estudiantes a exponer sus diferentes ideas, creando una mejor retroalimentación, mejorando el proceso de emisión de hipótesis.

***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

Por lo general, el trabajo para la emisión de hipótesis recae principalmente en los estudiantes que pertenecen a la especialidad técnica de *EE*, pero desde la segunda clase de aplicación durante este mismo episodio, se ha hecho evidente una tendencia de inclusión de los estudiantes que no pertenecen a esta especialidad técnica y es la primera vez en un episodio de este tipo, donde es necesario construir y discutir conceptos a partir de lo que se piensa, que participa la totalidad del grupo de trabajo. Es posible que un cierto grado de seguridad en los estudiantes, quienes no pertenecen a la especialidad técnica de *EE*, haya influido en el hecho de trabajar en equipo, los cuales han mostrado un desarrollo en sus zonas de perfil conceptual, mejorando sus procesos de enseñanza-aprendizaje al adquirir similares destrezas, habilidades y actitudes a la de sus compañeros de la técnica de *EE*.

El estudiante A4 se categorizó como pasivo, debido a que su participación se restringió a seguir órdenes, pero a pesar de esto, su participación cobra relevancia al utilizar la variable voltaje para describir las características del bombillo. El estudiante A3 se categorizó como activo/pasivo, ya que en sus participaciones exponía ideas intuitivas para generar respuestas rápidas, y aunque logro justificar sus explicaciones mucho mejor hacia el final del episodio, se ubicó en esta categoría, pues su interés en el desarrollo de la actividad fue intermitente y en ocasiones sus intervenciones tendían a confundir el grupo. Cabe resaltar que los estudiantes A3 y A4 pertenecen a las especialidades técnicas de *FUN* y *MI*, respectivamente. Los estudiantes A1 y A2 son los pertenecientes a la especialidad técnica de *EE* y se categorizaron como activos por lo expuesto anteriormente.

En la tabla 31, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio C.

**Tabla 31.** Episodio C, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A2G2: “bueno, yo ya dije como el circuito ustedes hagan el resto”			Activo
2	A1G2: “yo ya estoy aquí soldando las pilas en serie, positivo con negativo y el punto de estaño. Oiga usted aliste los cables y los bombillos para soldarlos con estaño también”			Activo
3	A2G2: “no se le olvide medir resistencia y voltaje para decir cuál es la potencia que consume”	Zona Empirista		Activo
4	A3G2: “hay necesidad de eso, luego ya no se sabe que es menor en paralelo”			Activo/pasivo
5	A2G2: “si pero eso es fácil, yo lo hago. Hagan ustedes el resto”.			Activo
6	A3G2: “profé hay necesidad de decir ¿cuánta potencia consume?”			Activo/pasivo
7	Prof: “haber muchachos, ustedes deciden que hacer, que decir y que no decir en su plan. Lo importante es que sepan para que hacen eso, cual es la intención de decir eso”		Interactivo/ Dialógico	
8	A3G2: “ah bueno, entonces sí, háganlo, lo importante de eso es que si la potencia es poca, pues hay menor consumo ¿no?”	Zona Empirista		Activo/pasivo
9	A2G2: “¡si señor! Como mande, ya se lo hago”			Activo
10	A4G2: “yo voy haciendo como la carcasa de la lámpara, después le pegamos los cables por aquí, y sacamos los bombillos así <sup>59</sup> ”			Pasivo
11	A1G2: “no se le olvide dejarle un hueco para ponerle un interruptor también, así queda más mela”			Activo
12	A2G2: “haga eso bien bacano, porque usted es más chambón, sabe que podríamos hacer más bien para la cascara, dejemos esto aquí cuadrado para que los cables no vayan a hacer contacto, usted hace esto aparte, no le eche tanta silicona, sacamos el interruptor por aquí, los bombillos por aquí y listo, así si queda más melo”			Activo
13	A4G2: “¡Ah! pues sí, así queda más mejor”			Pasivo

### **Análisis de las zonas de perfil conceptual.**

Siendo esta la última clase de aplicación, como se ve en la tabla 31, se sostuvo la tendencia por parte de los estudiantes, que al momento de formular un plan de solución y ejecutarlo lo hacen desde una zona empirista, tomando siempre como referencia las metodologías con que usualmente se resuelven problemas dentro del aula (Varela & Martínez, 1997). A pesar de que en este mismo episodio de la clase anterior, esta tendencia se desarrolló hacia las zonas racionalista

<sup>59</sup> El estudiante indica su plan a sus compañeros de grupo.

y formalista, durante todo este episodio, la zona de perfil se catalogó como empirista ya que en sus intervenciones los estudiantes basaron su discurso en las experiencias de las clases anteriores, como se puede observar en el turno 3, donde se recuerda las variables que se deben medir para posteriormente indagar la forma de obtener la potencia, donde a menudo usan un proceso formalista como el manejo de ecuaciones.

***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

En cuanto al análisis del discurso manejado por el profesor, se ubicó en todo el desarrollo de este episodio en el de clase Interactivo/dialógico, ya que motivó a los estudiantes a formular su plan sin incidir directamente en su consecución, haciendo claridad que lo importante no es decidir que se va a hacer o no, sino tener claridad en la intención o fines de las decisiones que se toman.

***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

El trabajo necesario para formular el plan de solución y ejecutarlo, integró la totalidad del grupo de estudiantes, mostrando un desarrollo en los aspectos actitudinales cuando se trabaja en equipo con base en los mismos argumentos expuestos en este mismo apartado del episodio anterior. No obstante, además de lo expuesto, esto se podría deber a la intención con que fue diseñada esta situación problema, la cual exigía, además de los conocimientos de circuitos eléctricos, aspectos relacionados con las otras especialidades técnicas, permitiendo integrar la mayoría de saberes y habilidades de las diferentes especialidades técnicas con que cuenta el grupo de trabajo, haciendo posible la participación de los estudiantes A3 y A4 (pertenecientes a la especialidad técnica de *FUN* y *MI*, respectivamente), categorizándose en el análisis de los aspectos del trabajo en equipo como estudiantes Activo/pasivo. De manera general, a pesar de la integración total del grupo de trabajo, la forma en la que se aborda esta parte de la actividad se hace muy similar durante todas las clases de aplicación, teniendo principal influencia lo aportado por los estudiantes de la especialidad técnica de *EE*, catalogando a estos estudiantes, A1 y A2, como activo.

***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: plan de solución.***

Cuando los estudiantes alcanzan una claridad conceptual y adquieren habilidades que les permiten indagar y predecir el funcionamiento de un circuito eléctrico de corriente continua, no ven necesario detenerse a discutir las preguntas inherentes a la comprensión del problema, sino

que contrastándolo con el método de cuatro fases con el que los estudiantes abordan este tipo de situaciones (Polya, 1945), esta vez omiten la primera fase que tiene relación con la comprensión general de la situación problema, y van directamente a aspectos más procedimentales como la emisión de hipótesis y la elaboración de un plan de solución, posiblemente porque ya han interiorizado el contexto de las problemáticas propuestas desde la primera clase de aplicación.

El plan de solución sigue teniendo un carácter implícito en su formulación, ya que se dejaron guiar principalmente en las experiencias vividas en las clases de aplicación anteriores y los pasos que se escribieron, fueron hechos después de haber sido propuestos y ejecutados, pero siempre el plan de solución fue realizado consecuentemente con las hipótesis formuladas. De manera general, aunque el grupo de estudiantes en principio abordó el proceso de la resolución de problemas como una serie de instrucciones (por razones de organización) que los llevaron a resolver el problema (Muñoz, 2010), el plan de solución se basó principalmente en las experiencias de las clases previas y al ejecutarlo tienden a realizar este procedimiento de manera desordenada (Londoño, 2014). Hubo una evolución de la coherencia interna con que los estudiantes utilizaron sus esquemas conceptuales (Varela & Martínez, 1997), haciendo que en su proceso de resolución no solo excita un pensamiento mecánico o conductista, sino un desarrolló hacia un pensamiento lógico (Muñoz, 2010).

En la tabla 32, se registra el fragmento del discurso en el aula para el episodio D.

**Tabla 32.** Episodio D, Análisis de aspectos epistemológicos (zona de perfil), discursivos (abordaje comunicativo) y de trabajo en equipo en la sala de aula

Turno	Discurso en el aula	Zona de perfil	Abordaje comunicativo del profesor	Trabajo en equipo
1	A4G2: “bueno, profe, conectamos unos cables a otros cables y aquí está la lámpara”			Activo/ pasivo
2	Prof: “¿Qué hicieron? ¿Qué elementos usaron? ¿Por qué los conectaros así? Y enciéndanla a ver como se ve. Parece es como una linterna ¿no?”			
3	A1G2: “no profe, es así <sup>60</sup> la hicimos larguita aquí para que se pueda usar para alumbrar en lugares altos”		Interactivo/ Dialógico	Activo
4	A3G2: “o para alumbrar debajo de la cama <sup>61</sup> ”			Activo/ pasivo
5	Prof: “les quedo genial, muy bien. ¿Cómo funciona? El circuito, ¿Por qué lo conectaron así?”			

<sup>60</sup> El estudiante muestra la forma correcta de ubicar la lámpara construida.

<sup>61</sup> Todo el grupo ríe.

6	A1G2: “el circuito lo construimos como le dijimos al principio, seis pilas en serie de tres voltios para sumar dieciocho, conectadas a tres bombillos en serie también. Como la resistencia de los bombillos de tres voltios es parecida, el voltaje se repartió igual y su brillo fue el mismo. La potencia generada de esta forma fue de 37,32 watts, que es muy poca, porque si los hubiéramos conectado en paralelo sería de 116,6 watts”	Zona Lógica o formalista/ Zona Racionalista	Activo
7	A1G2: “y todos los contactos están soldados con puntos de estaño para que el circuito funcione mejor”		Activo
8	A2G2: “profe, listo como habíamos dicho que la mejor forma de conectar las pilas era en serie porque aprovechábamos todo el voltaje al sumarlo, cosa que no pasa cuando se conectan en paralelo. Pero como en serie así no se calienten, se descargan más rápido porque la misma carga pasa por las tres pilas, entonces aquí donde van las pilas le dejamos destapado y fue la única parte donde no soldamos, para que cuando las pilas se estén acabando pueda cambiar su conexión a paralelo, pues así se descargan más despacio, aunque solo pueda alumbrar un bombillo, pues así el voltaje final solo será de tres. Aquí en la parte de los bombillos le dejamos este cablecito más largo para que pueda quitar dos y conectarlo para que quede uno solo de 6 voltios.	Zona Empírica	Activo
9	A4G2: “claro profe, porque como dice ahí las pilas son muy costosas, entonces mejor que alumbre poquito y que las pilas duren más”		Activo/ pasivo
10	A3G4: “pues cuando tenga las pilas nuevas y necesite más luz, deje los tres bombillos y conecte las pilas en serie. Y cuando se empiezan a descargar, pues que las conecte en paralelo mientras compra pilas nuevas”	Zona Empirista	Activo/ pasivo
11	A2G2: “si profe básicamente esa es la idea, así cuando se vaya la luz el señor decide como conectar según su necesidad” Prof: “¿y la potencia?”		Activo
12	A1G2: “la potencia disminuye cuando el circuito se conecta las pilas en paralelo, lo hicimos con la formula también, pero esto pasa porque así solo se puede conectar a un bombillo y no alumbrar en toda su intensidad, entonces es mejor que mientras pueda, para una mejor iluminación dejar alumbrando los tres bombillos para lo que se necesita la conexión de las pilas en serie”	Zona Lógica o formalista	Activo
13	A3G2: “Igual ahí le escribimos las características de los bombillos y cuanta potencia consume cuando está conectada normal, además le encimamos un bombillo de tres voltios, para que se lo ponga cuando quite los otros dos y conecte las pilas en paralelo”		Activo/pasivo

### ***Análisis de las zonas de perfil conceptual.***

Como se muestra en la tabla 32, al obtener y analizar los resultados, el grupo de estudiantes evidenció un desarrollo en cuanto a las zonas de perfil conceptual, debido a que no se explicitó claramente la zona perceptiva/intuitiva, evidenciándose solo las zonas empirista y lógica o formalista. No obstante, como en el turno 8, persisten algunas concepciones alternativas intuitivas en las explicaciones de los estudiantes ya que como se ha dicho surgen de experiencias sensoriales, culturales y escolares (Pozo & Gómez, 1998), resistentes a ser modificadas (Sebastia, 1984; Rhoneck, 1985; Dupin & Joshua, 1986; Shipstone, Rhoneck, Karrqvist, Dupin & Licht, 1988; Varela et al., 1988, 1996; Gil, Carrascosa, Furió & Martínez Torregosa, 1991). A pesar de lo anterior, se ubicó esta parte del episodio en una zona empirista, debido a que se basaron en las experiencias realizadas durante el desarrollo de las clases de aplicación anteriores para obtener y analizar sus resultados, exponiendo como funciona su producto final.

También, en la tabla 32, se observa que al iniciar este episodio la zona de perfil explicitada fue una combinación de las zonas de perfil lógica/racionalista y hacia el final termina en una zona lógica o formalista. Si bien en el intermedio del episodio las zona migra hacia una empirista, queda intrínseco que la zonas de mayor jerarquía fueron las exhibidas durante el inicio y el final de este episodio, habiendo una mayor tendencia hacia la zona lógica o formalista, ya que los resultados fueron expuestos de una forma clara, dando cabida a la construcción de conceptos en sus explicaciones, de manera lógica utilizando ecuaciones y procesos aritméticos, permitiendo así un mejor análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sabiendo que estos son pertinentes para validar o refutar las hipótesis propuestas.

### ***Análisis del abordaje comunicativo del profesor.***

A excepción de parte del episodio B, durante el desarrollo de todos los episodios de esta clase de aplicación, el análisis del discurso utilizado por el profesor en el aula de clase lo ubicó en un a abordaje comunicativo de clase interactivo/dialógico, debido básicamente a las mismas ideas expuestas anteriormente; sin embargo, en este episodio se hizo explícita la habilidad de dirigir el diálogo basándose en contra-preguntas que motivaron la participación de los estudiantes.

***Análisis de los datos referentes a los contenidos actitudinales: trabajo en equipo.***

En este episodio, se ratifica el desarrollo de las actitudes de los estudiantes cuando trabajan en equipo para solucionar un problema, ya que para obtener y analizar los resultados, como en todos los episodios de esta clase de aplicación, participó la totalidad del grupo de trabajo. En esta ocasión, los estudiantes A3 y A4, los cuales no pertenecen a la especialidad técnica de *EE*, se catalogaron como activo/pasivo, debido a que su participación, que anteriormente solo se limitaba a tareas prácticas, se amplió, incluyendo descripciones de los resultados, donde hacen uso de variables como voltaje describiendo su comportamiento en los circuitos cuando se conectan en serie y paralelo. Como ya se dijo antes, esta tendencia inclusiva posiblemente estuvo influenciada al hecho de trabajar en equipo junto a sus compañeros pertenecientes a la especialidad técnica de *EE*, pues el proceso que han venido construyendo junto con ellos, permitió generar mayor interés y por ende, mayor participación, sin embargo en el turno 3, donde se le adicionan unas características al producto final para hacerlo más funcional en aspectos diferentes a lo electrónico o lo eléctrico, evidencia que también es posible que esta participación se debiera, como ya se dijo, a la intención con que fue diseñada la situación problema.

***Análisis de los datos referente a los contenidos procedimentales: obtención de los resultados con su respectivo análisis.***

En la obtención de los resultados y su respectivo análisis, los estudiantes fueron capaces de construir una lámpara funcional, argumentado su óptimo funcionamiento con base a la potencia generada, la cual fue indagada mediante la fórmula consultada en un texto informativo, además en las explicaciones de los estudiantes prevalece la superación de los modelos mentales iniciales de atenuación y reparto no conservativo (Moreno, 2013), al establecer relación entre variables y lograr predecir con ellas su comportamiento (especialmente en cuanto al brillo de los bombillos en el circuito). Por lo anterior, y de acuerdo con el tipo de conclusiones generadas, donde construyen conceptos, generalizando el comportamiento de las variables teniendo en cuenta la hipótesis propuesta, evidenciando un análisis incluyente, hace que posiblemente el grupo de estudiantes haya superado algunas dificultades como: omitir algunos aspectos directamente relacionadas con la emisión de hipótesis; limitar la relación y el control de variables; realizar generalizaciones y redactar conclusiones o informes (Mazzitelli, Maturano, Nuñez & Pereira, 2006).

Cabe resalta que solo hasta esta parte del desarrollo de las actividades se hace claro de manera completa el método de cuatro fases, donde primero comprenden el problema, luego elaboran un plan, lo ejecutan y al final dan lugar a la reflexión de lo obtenido (Polya, 1945), en esta ocasión, esta reflexión llevó a que el grupo de estudiantes modificaran su producto final, anexándole aditamentos para poder cambiar fácilmente el tipo de conexión de serie a paralelo o viceversa, en las pilas o en los bombillos, según la necesidad que se presente, y teniendo claro las consecuencias que conlleva cada tipo de conexión, esto se hace más evidente al adicionar también, un bombillo de características ideales para el tipo de conexión de las pilas en paralelo; por lo que este tipo de problemas es ideal para generar un nuevo ciclo de solución de problemas.

## 8. Conclusiones

En este apartado se sintetiza a manera de conclusiones los hallazgos obtenidos en esta investigación. Se puede iniciar destacando que el objetivo general consistió en validar, en los estudiantes del grado once de la I.E Técnico Superior Angelino Vargas Perdomo, la competencia científica en cuanto a la construcción de significados sobre circuitos eléctricos de corriente continua, la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución, la obtención y análisis de los resultados, el trabajo en equipo y el rol del profesor, cuando usa una estrategia de enseñanza por resolución de problemas, en este sentido, la recolección de la información a través de los instrumentos de recogida de datos (cuestionario de lápiz y papel con preguntas abiertas y el discurso estudiante – profesor) estuvo determinada por los objetivos específicos de la investigación. De acuerdo con lo anterior, a continuación se esbozan de manera sintética aquellas ideas que surgen del abordaje del problema de investigación y los respectivos resultados que se obtuvieron mediante el análisis cualitativo de los datos que integraron el componente metodológico.

Se inicia con las conclusiones referentes a las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto de circuitos eléctricos de corriente continua, haciéndose énfasis en las coincidencias de las encontradas en este estudio con las encontradas en otras investigaciones. Luego se presentan las conclusiones referentes al diseño de las situaciones problemas ricas en contexto. Seguidamente, se incluyen conclusiones sobre el diseño de la secuencia de intervención didáctica para la óptima aplicación de las situaciones problema. Paso seguido se identifican la construcción de significados y el desarrollo de competencias después de aplicar las situaciones problema, asimismo, se describe la práctica docente cuando se aplican las situaciones problema, identificando el rol adecuado cuando se trabaja por la metodología de resolución de problemas. Después se concluye en qué medida el trabajo por resolución de problemas y el rol del profesor contribuyen en mejorar en cuanto a la construcción de significados, procedimental en cuanto a la emisión de hipótesis, el planteamiento de planes de solución y la obtención y análisis de los resultados y actitudinal en cuanto al trabajo en equipo. Para finalizar, se describen algunas perspectivas para investigación futuras que podrían llevarse a cabo en contextos académicos similares.

## **8.1. Acerca de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto de circuitos eléctricos de corriente continua**

A pesar que la mayoría de estudiantes participantes han tenido una experiencia cercana sobre conceptos fundamentales para comprender cómo y por qué funcionan los circuitos eléctricos de corriente continua, de acuerdo con el cuestionario de indagación se identificaron algunas concepciones alternativas espontáneas e inducidas en la escuela. Estas concepciones alternativas inducidas en la escuela, están formadas por ideas que contienen algunos constructos teóricos, debido seguramente a la especialidad técnica ofertada por la Institución Educativa o en las clases de ciencias naturales, ya que utilizan en sus respuestas palabras propias de la ciencia (Pozo y Gómez, 1998), como “*electrones*” para referirse a las partículas cargadas negativamente. Pero también se identificaron concepciones alternativas espontáneas de otros estudiantes que no han tenido estas experiencias. Estas concepciones alternativas, y sobre todo las espontáneas, coinciden con las encontradas por otros autores como McDermott & Shaffer (1992); Pozo & Gómez (1998); Lee & Law (2001); Pro, Jiménez, Caamaño, Oñorbe & Pedrinaci (2003); y Moreno (2013), por ejemplo, creer que la corriente eléctrica es un fluido, unidireccional y se gasta a medida que atraviesa los elementos de un circuito en serie (modelo de atenuación); también creen que este fluido inicia en la pila y se divide a medida que atraviesa un circuito en paralelo (modelo de reparto no conservativo); piensan que la forma como se conectan las pilas no altera el funcionamiento de un circuito; y por lo general afirman que entre más grande sea el bombillo o su resistencia sea mayor, alumbrará más. Además, usan como sinónimos conceptos como voltaje, corriente y energía, al igual que potencia y corriente eléctrica.

## **8.2. Acerca del diseño de las situaciones problemas ricas en contexto**

A partir de las concepciones alternativas que se identificaron y las propuestas de diferentes autores como Küçüközer y Kocakulah (2007); González, Marín & Ortiz (2014); y Becerra (2014), se diseñaron las cuatro situaciones problema, que buscaron contribuir a mejorar las concepciones alternativas (espontáneas e inducidas) de los estudiantes, estos problemas ricos en contexto permitieron desarrollar en los estudiantes algunos conocimientos sobre el funcionamiento de circuitos eléctricos, como también habilidades y disposiciones de la actividad científica, como la generación de hipótesis, el diseño de planes de solución, su análisis de

resultados y el trabajo en equipo. En el diseño de estas situaciones problema se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Que contribuyan a mejorar las concepciones alternativas.
- ✓ Que sean ricos en contexto, es decir, que sean situaciones conocidas por los estudiantes y aplicables en su vida cotidiana.
- ✓ Que el uso de materiales que se requieren para abordar el problema sea de fácil acceso.
- ✓ Que se garantice la emisión de hipótesis, planes de solución, la comunicación asertiva y el trabajo en equipo.
- ✓ Que sean secuenciales en cuanto a nivel de complejidad.
- ✓ Que pongan en práctica la filosofía del trabajo, la creatividad y el emprendimiento, pues son estudiantes con modalidad técnica.

### **8.3. Acerca del diseño de las secuencias de intervención didáctica**

Partiendo del supuesto metodológico basado en la resolución de problemas y teniendo en cuenta algunos criterios importantes para la organización sistemática de las clases de aplicación como: la adaptación de contenidos, la ambientación del espacio, los tiempos de enseñanza, el rol del profesor y del estudiante, y después de formular las cuatro situaciones problema ricas en contexto, se diseñaron secuencias de intervención didáctica pertinentes para cada situación, optimizando el trabajo necesario al desarrollar cada situación problema.

Estas secuencias de intervención didáctica pueden ser aplicadas en otros contextos debido a dos razones. La primera, es el principio de “universalidad” de las concepciones alternativas que comparten el grupo de participantes en este estudio, con las concepciones que han encontrado otros autores en otras partes del mundo; y la segunda, es que estas situaciones se articulan de tal forma que permiten al profesor aplicarlas de forma secuenciada, posibilitando evaluar el aprendizaje adquirido por los estudiantes en cada etapa, anticipándose, ante todo, al surgimiento de dichas concepciones en algunas fases (especialmente en la emisión de hipótesis y en la exposición de los resultados), las cuales deben ser tratadas cuidadosamente, debido a que en esos momentos los estudiantes articulan sus ideas en la construcción y apropiación de conceptos.

## 8.4. Acerca de la construcción de significados apropiados y el desarrollo de competencias

Para hacer más explícito la construcción de significados y el desarrollo de las competencias procedimentales en cuanto a la emisión de hipótesis, el plan de solución, la obtención y análisis de los resultados; y actitudinales en cuanto al trabajo en equipo, se recopiló en tablas para cada competencia procedimental en cada situación problema, la dinámica de las zonas de perfil conceptual, el abordaje comunicativo (rol del profesor) y del trabajo en equipo; siendo estas competencias procedimentales suficientes para validar la medida en que la resolución de problemas y el rol del profesor contribuyen a mejorar competencias conceptuales (construcción de significados), procedimentales (emisión de hipótesis, plan de solución, resultados y análisis) y actitudinales (trabajo en equipo).

Para facilitar observar esta dinámica, a cada zona de perfil, clase de abordaje comunicativo y categoría de trabajo en equipo que se hizo explícita en la aplicación de las situaciones problema, se le asignó un color, como se muestra en la tabla 33.

**Tabla 33.** Zonas de perfil, clases de abordaje comunicativo y categorías de trabajo en equipo con el respectivo color asignado

<b>Zonas de Perfil Conceptual</b>	Zona Perceptiva/Intuitiva
	Zona Empirista
	Zona Racionalista
	Zona Lógica o Formalista
<b>Clases de Abordaje Comunicativo</b>	Interactivo/dialógico
	Interactivo/de autoridad
<b>Categorías Trabajo en Equipo</b>	Activo
	Activo/Pasivo
	Pasivo

### 8.4.1. Competencia emisión de hipótesis

A continuación se muestra la tabla 34, donde se registró la dinámica de las zonas de perfil conceptual, el abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, en las cuatro situaciones problema para la competencia emisión de hipótesis.

**Tabla 34.** Dinámica de las zonas de perfil conceptual, abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, para la competencia emisión de hipótesis

Situación Problema	Zona de Perfil Conceptual	Abordaje Comunicativo del Profesor	Trabajo en equipo
1. Mitos y Leyendas	Zona Perceptiva/Intuitiva	Interactivo/dialógico	Activo/Pasivo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/Pasivo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/Pasivo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
	Zona Empirista		Activo/Pasivo
2. La Corriente Como Fluido	Zona Empirista	Interactivo/dialógico	Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/Pasivo
	Zona Empirista		Activo/Pasivo
	Zona Racionalista		Activo
3. El Orden de los Factores Si Altera el Producto	Zona Lógica o formalista	Interactivo/de autoridad	Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/Pasivo
	Zona Racionalista	Interactivo/dialógico	Activo
	Zona Racionalista		Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Empirista		Activo
4. Construyendo un Plan de Negocios	Zona Perceptiva/Intuitiva	Interactivo/de autoridad	Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/Pasivo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
	Zona Empirista	Activo	
	Zona Empirista	Activo/Pasivo	
	Zona Empirista	Activo	
	Zona Lógica o formalista	Interactivo/Dialógico	Activo
Zona Racionalista	Pasivo		
			Activo
			Activo/Pasivo

Zona Lógica o formalista		Activo
-----------------------------	--	--------

Como se observa en la tabla 34, la dinámica de las zonas de perfil conceptual muestra que los estudiantes inicialmente emiten sus hipótesis desde la zona perceptiva/intuitiva y a medida que exploran otros problemas, van cambiando a otras zonas de perfil conceptual más complejas como la racionalista o formalista. También se puede ver una fuerte tendencia de la zona de perfil conceptual empírica, especialmente en el tercer problema. Esta tendencia puede deberse a que para sus emisiones, los estudiantes recurren a experiencias previas, ya sean de su cotidianidad o de clases anteriores, relacionándolas y valiéndose de estas para argumentar su hipótesis. Por otra parte, los estudiantes poco usan las zonas de perfil conceptual racionalista y lógica o formalista para emitir hipótesis, por lo que es claro que estas hipótesis están sujetas a la intuición, a sus concepciones alternativas espontáneas, que por lo general no corresponden a los modelos que usa la ciencia (Pozo, Gómez, Limón & Sanz, 1991).

#### 8.4.2. Competencia formulación plan de solución

A continuación se muestra la tabla 35, donde se registró la dinámica de las zonas de perfil conceptual, el abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, en las cuatro situaciones problema para la competencia formulación del plan de solución.

**Tabla 35.** Dinámica de las zonas de perfil conceptual, abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, para la competencia plan de solución

Situaciones Problema	Zona de Perfil Conceptual	Abordaje Comunicativo del Profesor	Trabajo en equipo
1. Mitos y Leyendas	Zona Empirista	Interactivo/ de autoridad	Activo/Pasivo
			Pasivo
	Zona Empirista	Interactivo/ dialógico	Activo/Pasivo
			Activo/Pasivo
			Activo
			Activo/Pasivo
			Activo
			Activo/Pasivo
			Activo
			Activo
2. La Corriente Como Fluido	Zona Empirista	Interactivo/ de autoridad	Activo
			Pasivo

	Zona Racionalista	Interactivo/ dialógico	Activo
			Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo
			Activo
	Zona Racionalista		Pasivo
3. <i>El Orden de los Factores Si Altera el Producto</i>	Zona Lógica o formalista	Interactivo/ Dialógico	Pasivo
			Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Lógica o formalista		Activo
4. <i>Construyendo un Plan de Negocios</i>	Zona Empirista	Interactivo/ Dialógico	Activo
			Activo
			Activo
			Activo/Pasivo
			Activo
	Zona Empirista		Activo/Pasivo
			Activo/Pasivo
			Activo
			Pasivo
			Activo
		Activo	
		Pasivo	

Como se observa en la tabla 35, la dinámica de las zonas de perfil conceptual cuando los estudiantes formulan su plan de solución muestra una fuerte tendencia hacia la zona empirista, especialmente en la primera y cuarta situación problema. Al igual que en la competencia anterior, su plan es altamente influenciado por experiencias previas y estableciendo relaciones entre estas, valiéndose, algunas veces, de analogías. Aunque persisten algunas concepciones ingenuas a la hora de formular el plan, se puede ver que pocos las usan, ya que la zona de perfil intuitiva/perceptiva se hizo explícita solo una vez durante esta fase. A medida que se desarrollaron las actividades enmarcadas en las situaciones problema, las ideas del grupo se complementan haciendo que la formulación del plan de solución se haga desde zonas de perfil conceptual más elaboradas, por ejemplo, en la tercera situación problema, donde la tendencia de la zona de perfil fue la lógica o formalista.

Cuando los estudiantes formularon su plan, no tienen una ruta fija de pasos a seguir, sino que van adaptando su plan de acuerdo a las necesidades que se vayan presentando, dirigiendo este para validar o refutar la hipótesis propuesta inicialmente, para esto, dieron gran importancia a la medición de las variables como resistencia eléctrica, voltaje y corriente, relacionándolas para

predecir el funcionamiento de los circuitos, lo que les proporciona mayores herramientas al momento de explicar los fenómenos al valerse de procesos lógicos-matemáticos como ecuaciones, creando posibles cambios en las concepciones alternativas ingenuas, que por lo general son la fuente principal de los errores conceptuales, planteando la necesidad de la sustitución de esos conceptos previos por otros nuevos (Solbes, 2008).

### 8.4.3. Competencia obtención y análisis de los resultados

A continuación se muestra la tabla 36, donde se registró la dinámica de las zonas de perfil conceptual, el abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, en las cuatro situaciones problema para la competencia de obtención y análisis de los resultados.

**Tabla 36.** Dinámica de las zonas de perfil conceptual, abordaje comunicativo y el trabajo en equipo, para la competencia obtención y análisis de los resultados

Situaciones Problema	Zona de Perfil Conceptual	Abordaje Comunicativo del Profesor	Trabajo en equipo
1. Mitos y Leyendas	Zona Perceptiva/Intuitiva	Interactivo/ de autoridad	Activo
	Zona Perceptiva/Intuitiva		Activo/Pasivo
	Zona Empirista	Interactivo/ dialógico	Activo
	Zona Racionalista		Activo/Pasivo
	Zona Racionalista		Activo/Pasivo
	Zona Racionalista		Activo/Pasivo
	Zona Racionalista		Activo
Zona Racionalista	Activo		
2. La Corriente Como Fluido	Zona Empirista	Interactivo/ dialógico	Pasivo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Racionalista		Activo
	Zona Racionalista		Activo
	Zona Racionalista		Activo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Racionalista		Activo
	Zona Empirista		Activo
Zona Empirista	Activo/Pasivo		
3. El Orden de los Factores Si Altera el Producto	Zona Lógica o formalista	Interactivo/ Dialógico	Activo
	Zona Lógica o formalista		Activo
	Zona Lógica o formalista		Pasivo
	Zona Lógica o formalista		Pasivo
	Zona Empirista		Activo
	Zona Lógica o formalista		Activo
	Zona Empirista		Activo
4. Construyendo un Plan de Negocios	Zona	Interactivo/	Activo/Pasivo

Lógica o formalista	dialógico	Activo
Zona Racionalista		Activo/Pasivo
Zona Empirista		Activo
Zona Empirista		Activo
Zona Empirista		Activo/Pasivo
Zona Empirista		Activo/Pasivo
Zona Lógica o formalista		Activo
		Activo
		Activo/pasivo

Como se observa en la tabla 36, la dinámica de las zonas de perfil conceptual cuando los estudiantes obtienen y analizan sus resultados, es que inicialmente lo hacen desde la zona de perfil intuitiva/perceptiva, ya que persisten algunas concepciones alternativas al momento de relacionar las variables para explicar el funcionamiento del circuito, pero esta zona de perfil se ve totalmente abolida, debido a que se mantiene la tendencia empirista de basarse en experiencias previas. No obstante, es evidente la evolución de las zonas de perfil conceptual, debido a que los estudiantes en esta fase dan mayor argumento a los resultados obtenidos en cada problema, lo cual hacen, naturalmente, uso de modelos que se acercan a los científicos, explicitándose en mayor medida la zona lógica o formalista, especialmente en la tercera situación problema.

Esto podría deberse a que han alcanzado cierta claridad conceptual, al poder predecir el brillo de los bombillos y describir el funcionamiento del circuito, estableciendo relaciones entre sus variables corriente, voltaje y resistencia, generalizando su comportamiento según el tipo de conexión en que se encuentra el circuito, ayudando a desarrollar un punto de vista científico/matemático (Schoenfeld, 1992), “caracterizado por la habilidad de analizar y comprender, de percibir estructuras y relaciones estructurales, de expresarse oralmente y por escrito con argumentos claros y coherentes” (Vilanova, et al., 1995, p. 9). Además, según con los resultados obtenidos y su análisis, los estudiantes generan conclusiones donde reconocen y explican que el plan utilizado fue pertinente para la comprobación o refutación de su hipótesis.

## 8.5. Acerca de la práctica docente

En cuanto al abordaje comunicativo, el profesor en la fase de emisión de hipótesis casi siempre interactúa y dialoga con sus estudiantes, por lo que deja que las zonas de perfil se manifiesten naturalmente, además esta conducta es una clara evidencia de un rol coherente al

enfoque de enseñanza por resolución de problema (Ballester, 1992 y Campaner, Capuano & Gallino, 2013, citado por Pimienta, 2005). Sólo en algunos momentos específicos el profesor se comportó de forma autoritaria debido a que respondía algunas preguntas, recordando conclusiones de clases anteriores; en otra ocasión fue necesario que explicara la manera de utilizar el multímetro para medir las variables corriente, voltaje y resistencia eléctrica; otro momento impuso el voltaje máximo en el cual se debían trabajar las fuentes de poder para no quemar los bombillos de los circuitos, lo cual no le permitió, en cierta medida, a los estudiantes pensar libremente e indagar por ellos mismos lo concerniente al desarrollo de las actividades de cada situación problema en estos momentos específicos. Evidentemente, esto influye en la construcción de ideas autónomas de los estudiantes.

De manera general, la praxis fue en su gran mayoría consecuente con el rol que debe jugar el profesor cuando se trabaja mediante la metodología de resolución de problemas. No obstante, en la práctica, el rol del profesor evidencio una falencia en la habilidad de generar preguntas que exigieran mejores respuestas, o que generaran mayores conflictos cognitivos que llevaran a la construcción de nuevas ideas, por lo que es necesario que el profesor sepa los tipos de preguntas, su función y el momento para formularlas.

## **8.6. Acerca de la contribución de la resolución de problemas y el rol del profesor**

De acuerdo con los resultados y su discusión es claro la mejora de los estudiantes en cuanto a la construcción de significados, ya si se hace un recuento cronológico de las zonas de perfil explicitadas desde la primera situación hasta la última, se evidencia el desarrollo de estas zonas de perfil, al verse abolida en gran parte la zona de perfil perceptiva/intuitiva debido a que los estudiantes cambian sus modelos mentales ingenuos con los que emitían explicaciones e hipótesis inicialmente, por modelos que se aproximan más a los científicos.

Esto hace que cobren relevancia y se hagan explícitas zonas de perfil más complejas como la racionalista o la lógica/formalista, desarrollando competencias y habilidades científicas al establecer en sus explicaciones relaciones de proporcionalidad entre variables, sin utilizarlos como sinónimos, para predecir y describir el funcionamiento del circuito eléctrico, generalizando conceptos al describir comportamiento de las variables según el tipo de conexión en que se encuentran los componentes del circuito. Además, dan mayor fundamento a sus explicaciones al

realizar mediciones de las variables y valiéndose de otros procesos lógico-matemáticos como el desarrollo de ecuaciones, dando como resultado rutas de solución pertinentes a la situación que se pretende resolver y obteniendo resultados que validan o refutan lo inicialmente propuesto, dando argumentos claros para que los estudiante redacten conclusiones plausibles. No obstante, las zonas de perfil conceptual dependen también del momento o etapa de la resolución de problemas, en este sentido, aunque contribuyen en el desarrollo de estas zonas de perfil, en ocasiones no se exige mayor elaboración por lo que se establece una etapa empírica porque todo obedece a la experiencia, sobre todo en el momento de la emisión de hipótesis.

En cuanto a lo actitudinal, cuando los estudiantes emitieron hipótesis, se pudo observar que el trabajo colectivo fue en su gran mayoría categorizado como activo, evidenciando la buena ejecución de las situaciones por parte de los estudiantes participantes, especialmente los pertenecientes a la especialidad técnica de *EE* quienes ejercían el rol de líder, asignado responsabilidades a sus compañeros de acuerdo con sus habilidades, debido a que siempre es el mismo grupo de estudiantes el que trabaja las situaciones, pero a medida que se va desarrollando cada problema, se observa una mayor participación de los integrantes del grupo. Lo anterior, hizo que solo hasta la emisión de hipótesis en la cuarta situación problema, donde se integraron al trabajo colectivo los cuatro estudiantes del grupo, se explicitara la categoría pasivo. No obstante, el hecho de que se categorizara a un estudiante como pasivo no significa que el trabajo colectivo desmejore, solo hace evidente la heterogeneidad de ideas en el grupo de trabajo, ya que en este caso este estudiante solo se dedicó a realizar tareas donde no era necesario ninguna articulación conceptual. Las responsabilidades individuales se dieron acorde a la capacidad intelectual de cada miembro del equipo.

También se pudo observar que el trabajo colectivo para la formulación del plan de solución, inicialmente solo lo abordaba una parte del grupo, especialmente los estudiantes de la especialidad técnica de *EE*, pero a medida que se desarrollan las actividades, aparecen las participaciones de los estudiantes pertenecientes a especialidades técnicas distintas, haciendo que aparezcan todas las categorías de análisis para ese aspecto, debido a que se hace explícita la heterogeneidad de sus pensamientos. De manera general, los estudiantes de la especialidad técnica de *EE* llevan la dirección de la formulación del plan, ya que sus aportes están mejor fundamentados, esto hace que tengan un mayor poder de convencimiento ante sus compañeros.

Por otro lado, el trabajo colectivo por parte de los estudiantes cuando obtienen y analizan los resultados, experimenta la misma mejoría que en las competencias anteriores, pero en esta fase las participaciones de los estudiantes son más pertinentes con el trabajo que se está desarrollando, haciendo que la categoría en la que más se ubicaron los estudiantes fue en la de activo. Por lo general esta categoría la obtienen los estudiantes que pertenecen a la especialidad técnica de *EE*, pero es evidente que los estudiantes que no pertenecen a esta especialidad han experimentado una evolución, debido a que los que antes no participaban, lo hagan y sean categorizados como activo/pasivo, y aunque no es la mejor categorización, lo importante es que se atrevan a participar acorde a los desarrollos cognitivos adquiridos.

## **8.7. Recomendaciones**

Finalmente es recomendable que se siga trabajando con los estudiantes utilizando nuevas propuestas metodológicas, como la expuesta en este estudio de resolución de problemas, que les permita a los estudiantes transformar sus concepciones alternativas al estimular la adquisición de habilidades necesarias como la descripción, emisión de hipótesis, formulación de una ruta de solución, al abordar una situación en particular, sabiendo que el análisis de los resultados, los llevará a comprobar o refutar sus hipótesis.

## Referencias

- Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. O., (2006). *Fundamentos de Circuitos Electricos*. Mcgraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Álvarez, E., Leal, J., & Montealegre, R. (2017). *Enseñanza de los Conceptos de Campo Eléctrico y Campo Magnético*. Neiva, Colombia. Recuperado de:  
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4789>
- Álvarez Rojas, E. A. (2017). *Enseñanza del concepto de campo electromagnético a partir de la experimentación con los estudiantes del grado 1104 en la I. E. Escuela Normal Superior de Neiva*. Erasmus Semilleros De Investigación, 1(1), pp. 68-73. Recuperado de:  
<https://journalusco.edu.co/index.php/erasmus/article/view/1382/2468>
- Amaral, E. M. R. & Mortimer, E. F. (2004). *Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de química*. Educación Química, 15, 218 – 233.
- Amaral, E. M. R. & Mortimer, E. F. (2012). *Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula*. Em SANTOS e GRECA (Org.). Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e Suas Metodologias. Editorial UNIJUÍ.
- Barco Ríos, H., Rojas Calderón, E., Restrepo Parra, E., (2012). *Física. Principios de electricidad y electromagnetismo*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales: Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales. Recuperado de:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/45116/1/9789587612837.pdf>
- Barrios, J., & Mariño, J. (2018). *El rol del estudiante en el aprendizaje basado en problemas*. Revista Institucional Adelante head. Recuperado de:  
<http://www.unicolombo.edu.co/ojs/index.php/adelante-ahead/article/download/107/106>
- Barrios, N., Castillo, M., Fajardo, F., Rojas, J., Novoa, A., & Panqueva, J. (2004). *El Aula, un Escenario para Trabajar en Equipo. Caracterización delas Acciones Mediadas donde se favorecen las Competencias Laborales Generales Interpersonales*. Maestría en educación. Facultad de educación, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Recuperado de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/229/edu27.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barriga Acero, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo Entre la Escuela y la Vida*. México: Mc Graw Hill.

Becerra, D. (2014). *Estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas para aprender Circuitos Eléctricos*. Bogotá, Colombia. Recuperado de:  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n64/v14n64a7.pdf>

Belendez, A. (2015). *Faraday y la Teoría Electromagnética de la Luz*. Recuperado de:  
[http://www.bbvaopenmind.com/faraday-y-la-teoria-electromagnetica-de-la-luz/?utm\\_source](http://www.bbvaopenmind.com/faraday-y-la-teoria-electromagnetica-de-la-luz/?utm_source)

Buteler, L., Gangoso, Z., Brincones Calvo, I., & González Martínez, M. (2001). *La Resolución de Problemas en Física y su Representación: Un Estudio en la Escuela Media*. Investigación Didáctica. Enseñanza de las Ciencias, 19 (2), pp. 285-295. Recuperado de:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/13268026.pdf>

Campaner, G., Capuano, V., & Gallino, M. (2013). *Enseñar y aprender con problemas*. Buenos Aires: Jorge Sarmiento Editor - Universitas.

Carrascosa, J. (2017). *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas*. Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2(3), pp. 388-402. Recuperado de:  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3904>

Contreras, L. (1987). *La Resolución de Problemas, ¿Una Panacea Metodológica?* Enseñanza de las Ciencias. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/38991169.pdf>

Cuellar, Z. (2009). *Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia*. Revista Iberoamericana de Educación, 50(2), 1-10. Recuperado de:  
<https://rieoei.org/RIE/article/view/1856>

Creswell, J. (1998). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River: Pearson Education.

- González, H., Marín, G., y Ortiz, F. (2014). *Enseñanza y aprendizaje del concepto de corriente eléctrica basado en analogías y metáforas*. Artículo de investigación. Neiva, Colombia. Recuperado de: <https://journalusco.edu.co/index.php/entornos/article/view/515>
- Dumas-Carre, A., & Larcher, C. (1987). The stepping stones of learning and evaluation. *International Journal of Science Education*.
- Dupin, J.J. & Joshua, S. (1986). *L'électrocinétique du Collège à l'Université: évolution des représentations des élèves, et impact de l'enseignement sur ces représentations*. Bulletin l'Union des Physiciens, 683, pp. 779-800.
- Furió, C. & Guisasola, J. (1999). *Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento*. Investigación didáctica. Enseñanza de las ciencias, 17 (3), 441-452. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/38990596.pdf>
- Furió, C. & Guisasola, J. (2001). *La enseñanza de la del Concepto de Campo Eléctrico Basado en un Modelo de Aprendizaje como Investigación Orientada*. Enseñanza de la Ciencias, 19 (2), 319-334. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/13268029.pdf>
- Floyd, T. L., (2007). *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pearson Educación, México. Recuperado de: [http://media.espora.org/mgoblin\\_media/media\\_entries/1455/Principios\\_de\\_circuitos\\_electricos.pdf](http://media.espora.org/mgoblin_media/media_entries/1455/Principios_de_circuitos_electricos.pdf)
- García, J. J. (2003). *Didáctica de las Ciencias: Resolución de Problemas y Desarrollo de la Creatividad*. Bogotá: Magisterio.
- Gálvez, I., Redruello, R., Cerrillo, R., De la Herrán, A., De Miguel, S., Gómez, M., Hernández, R., Izuzquiza, D., Murillo, J., Pérez, M. & Rodríguez, R. (2007). *El Aprendizaje Basado en Problemas como Innovación Docente en la Universidad: Posibilidades y Limitaciones. Educación y Futuro*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/229229049/Dialnet-ElAprendizajeBasadoEnProblemasComoInnovacionDocent-2296446-pdf>

- Garret, R. (1989). *Resolución de Problemas, creatividad y originalidad*. Revista Chilena de Educación Química.
- Gil, D. & Carrascosa, J. (1985): *Science learning as a conceptual and methodological change*. European Journal Science Education, 7(3), 231-236. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/303471615\\_Science\\_Learning\\_as\\_a\\_conceptual\\_and\\_methodological\\_change](https://www.researchgate.net/publication/303471615_Science_Learning_as_a_conceptual_and_methodological_change)
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. & Martínez Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Honsori.
- González, H., Marín, G., & Ortíz, F. (2014). *Enseñanza y aprendizaje del concepto de corriente eléctrica basado en analogías y metáforas*. Neiva, Colombia. Recuperado de: <https://journalusco.edu.co/index.php/entornos/article/view/515>
- Gutiérrez E. A. (2018). *Concepciones aristotélicas y pre-newtonianas en estudiantes de primer año de las carreras de Biología y Geología de la FCEFyN de la UNC*. Revista de Enseñanza de la física. 30 (Extra), 101-109. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22042/21650>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición por: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.
- Husserl, E. (1936). *La Crisis de las Ciencias Europeas y la Fenomenología Trascendental*. Prometeo.
- Ibáñez, M. T. (2003). *Aplicación de una Metodología de Resolución de Problemas como una Investigación para el Desarrollo de un Enfoque Ciencia, tecnología y Sociedad en el Currículo de Biología de Educación Secundaria*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 17(1). pp. 199-201. Zaragoza, España. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/274/27417114.pdf>
- Küçüközer, H. & Kocakulah S. (2007). *Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits*. Journal of Turkish Science Education, 4(1).
- Lee, Y. & Law, N. (2001). *Explorations in Promoting Conceptual Change in Electrical Concepts via Ontological Category Shift*. International Journal of Science Education, 23

(2), 111-149.

Lineamientos Curriculares. (Julio de 1998). Bogotá, Colombia.

Londoño, F. (2014). *Propuesta Didáctica para Promover el Aprendizaje de los Conceptos Básicos de la Electricidad*. Bogotá, Colombia. Recuperado de:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/12919/1/2806932.2014.pdf>

Marín, G. (2017). *Enseñanza de máquinas térmicas mediante el enfoque CTS*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Recuperado de:  
<http://bdigital.unal.edu.co/60844/1/Ense%C3%B1anza%20de%20m%C3%A1quinas%20t%C3%A9rmicas%20mediante%20el%20enfoco%20CTS%20-%20copia%20%281%29.pdf>

Marín, N. (1996). *Condiciones fundamentales de enseñanza-aprendizaje para la resolución de problemas en ciencias*.

Martínez, L. (1986). *Categorías, Principios y Métodos de la Enseñanza Problemática*. La Habana: Pueblo y Educación.

Mazzitelli, C., Maturano, C., Nuñez, G., & Pereira, R. (2006). *Identificación de Dificultades Conceptuales*. San Juan, Argentina.

McDermott, L. C. & Shaffer, P.S. (1992). *Research As A Guide For Curriculum Development: An Example From Introductory Electricity, Part I: Investigation Of Student Understanding*. American Journal of Physics, Vol. 60, 1003-1013.

Mertens, D. (2005). *Research and evaluation in Education and Psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks: Sage.

Moreira, M., Greca, I., & Rodríguez, M. (2002). *Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2(3), p. 37-57. Recuperado de:  
<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf>

Moreno, W. (2013). *Propuesta de un Modelo Pedagógico y didáctico para la Enseñanza de los Circuitos Eléctricos en Ingeniería Mecatrónica en el ITM*. Trabajo de grado para optar el

- título de maestría. Medellín, Antioquia, Colombia. Recuperado de:  
<https://docplayer.es/79354196-Propuesta-de-un-modelo-pedagogico-y-didactico-para-la-ensenanza-de-los-circuitos-electricos-en-ingenieria-mecatronica-en-el-itm.html>
- Mortimer, E. F. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: Mudança de perfis conceituais*. [Tesis de doctorado] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação.
- Mortimer, E. F. (1995). *Conceptual change or conceptual profile?* Science & education. 4 (3), 267 – 285.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceptos no ensino das ciencias*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2002). *Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino (discourse activity in the science classroom: a socio-cultural analytical and planning tool for teaching)*. Investigações em Ensino de Ciências, 7 (3), pp. 283-306. Recuperado de:  
[https://www.academia.edu/27989793/ATIVIDADE DISCURSIVA NAS SALAS DE AULA DE CIENCIAS UMA FERRAMENTA SOCIOCULTURAL PARA ANALISAR E PLANEJAR O ENSINO 1 Discourse activity in the science classroom a socio-cultural analytical and planning tool for teaching](https://www.academia.edu/27989793/ATIVIDADE_DISCURSIVA_NAS_SALAS_DE_AULA_DE_CIENCIAS_UMA_FERRAMENTA_SOCIOCULTURAL_PARA_ANALISAR_E_PLANEJAR_O_ENSINO_1_Discourse_activity_in_the_science_classroom_a_socio-cultural_analytical_and_planning_tool_for_teaching)
- Muñoz, G. (2010). *La Enseñanza de la Física Mediante la Resolución de Problemas y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (C.T.S)*. Investigación monográfica para optar al título de licenciado en matemáticas y física. Medellín, Antioquia, Colombia. Recuperado de: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/602/1/JD0912.pdf>
- Navarrete, J. C. (2012). *Conceptos Básicos en Electricidad y Magnetismo*. Bogotá, Colombia: Digiprint.
- Nilsson, J. W., Riedel, S. A., (2005). *Electric circuits*. Pearson Educación.
- Ohanian, H. C., Markert, J. T., (2009). *Física para ingeniería y ciencias*. Volumen 1. Tercera Edición. Editorial: Mc Graw Hill.
- Oviedo, P. E., (1987). *La Resolución de Problemas como Actividad de Investigación, Una Perspectiva de Desarrollo Pedagógico*.

- Schoenfeld, A. (1992). *Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics*. In Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan.
- Pedrerros, M. (2014). *Dimensión del perfil conceptual en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional. Doctorado Interinstitucional, Educación en Ciencias. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Perales, F. (2000). *Resolución de Problemas. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Síntesis S.A.
- Pietro, G. (2015). Las Ranas de Galvani, la pila de Volta y el sueño de doctor Frankenstein.
- Pimienta, J. H. (2005). *Metodología Constructivista*. México: Pearson.
- Polya, G. (1945). How to solveit. *Princeton University Press*.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Morata.
- Pro A. (2003). *La enseñanza y el aprendizaje de la física*. En Jiménez M. P. (coord.), Aprender y enseñar ciencias. Barcelona. Graó, p. 175-202.
- Pro, A., Jiménez, M., Caamaño, A., Oñorbe, A., & Pedrinaci, E. (2003). *Resolución de Problemas. Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó.
- Relf, F. (1983). *How can chemists teach problem solving? Suggestions derived from studies the cognitive process*. Journal of Chemical Educacion, 848-953.
- Rhoneck, C. (1985). *The introduction of voltage as an independent variable. The important of preconceptions, cognitive conflict and operating rules*. Aspects of understanding Electricity. Proceedings of an International Workshop, Ludwisburg IPN Kiel, pp. 275-286.
- Rodríguez, A., Espín, H., Changoluisa, M., & Benavides, C. (2017). *Aprendizaje basado en problemas: relevancia del profesor-tutor en este proceso*. Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital. Buenos Aires, Año 22, N° 231, Agosto de 2017. Recuperado de: <https://www.efdeportes.com/efd231/aprendizaje-basado-en-problemas-profesor-tutor.htm>

- Roy, P. C. (2004). *Breve Historia de la Electricidad*. Recuperado de:  
<http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/15/04/a04.pdf>
- Sebastia, J.M. (1984). *Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes*. Enseñanza de las Ciencias, 2 (3), pp. 161- 169.
- Serway, R. A. (1992). *Physics for Scientists and Engineers*.
- Shipstone, D.M., Rhoneck, C., Karrqvist, C., Dupin, J. & Licht, P. (1988). *A study of students understanding of electricity in five European countries*. International Journal Science Education, 10 (3), pp. 303-316.
- Siguenza, A., & Saenz, M. (1990). *Análisis de la Resolución de Problemas Como Estrategia de Enseñanza de la Biología*. Enseñanza de las Ciencias. Recuperado de:  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51330/93078>
- Solbes, J. (2008). *Dificultades de Aprendizaje y Cambio Conceptual Procedimental y Axiológico (II): Nuevas Perspectivas*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 6(2), pp. 191-212. Cádiz, España. Recuperado de:  
<http://www.redalyc.org/pdf/920/92012978002.pdf>
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata, Segunda Edición.
- Tripler, P., & Mosca, G. (2010). *Física para la Ciencia y la Tecnología*. Reverté.
- Trop, L., & Sage, S. (1998). *El Aprendizaje Basado en Problemas*. Amorrortu.
- Vilanova, S., Rocerau, M., Valdez, G., Oliver, M., Vecino, S., Medina, P., Astiz, M., Alvarez, E., (1995). *La Educación Matemática. El papel de la resolución de problemas en el aprendizaje*. Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Recuperado de:  
<https://rieoei.org/historico/deloslectores/203Vilanova.PDF>
- Varela, M.P. (1996). *Las ideas de los alumnos en física*. Alarribique.
- Varela, M.P., Manrique, M. J. & Favieres, A. (1988). *Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza - aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos*.

Enseñanza de las Ciencias, 6(3), pp. 285-290. Recuperado de:

<https://core.ac.uk/download/pdf/38991270.pdf>

Varela, M., & Martínez, M. (1997). *Una Estrategia de Cambio Conceptual en la Enseñanza de la Física*. Madrid, España. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/13271864.pdf>

Young, F., & Zemansky, S. (2009). *Física Universitaria*. México. Pearson.

## Anexos

### Anexo A. Tabla de Relación de estudiantes

Numero	Apellidos y Nombres	Código
1	Andrade Guarnizo Juan José	C1
2	Angulo Murillo Laura Valentina	C2
3	Arias Vivas Iván Steban	C3
4	Cabezas Correa Andrés Adalber	C4
5	Castro Álvarez Rubén Guillermo	C5
6	Charry Sierra Juan Esteban	C6
7	Fernández Pérez Karen Julieth	C7
8	Galindo Obando Linda Carolina	C8
9	Gary Serrato Michell Alejandra	C9
10	Naveros González Duverney	C10
11	Ruiz Vargas Lesly Katherine	C11
12	Serrato Galeano José Luis	C12
13	Zapata Zúñiga Jesús David	C13
14	Dussan Cerquera Andrés Felipe	C14
15	Garzón Rodríguez Hary Julieth	C15
16	Lizcano Velásquez Ángela María de Jesús	C16
17	Llanos Torres Stefany	C17
18	Noreña Martínez Fabián Andrés	C18
19	Ome Gutiérrez Wilson	C19
20	Ramos Morales Jhoan Felipe	C20
21	Roa Cardozo Leonard Esmid	C21
22	Romero España Jesús Alejandro	C22
23	Salazar Gómez Oscar Iván	C23
24	Cubillos Andrade Jaider Stiven	C24
25	Guarnizo Valderrama Daniel David	C25
26	Lizcano Sánchez Yulissa Valentina	C26
27	Rivera Arias Juan David	C27
28	Vargas Losada Karen Dayana	C28

## Anexo B. Formato de Validación

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

### **VALIDACIÓN DE TEST POR EXPERTOS**

A continuación, se presenta el formato de validación del instrumento que permite identificar en los estudiantes algunos conceptos básicos que tienen sobre circuitos eléctricos de corriente continua; además de procedimientos y actitudes relacionados con la resolución de problemas, los cuales son el eje central del trabajo de grado titulado: Aprendizaje de Circuitos Eléctricos de Corriente Continua mediante Resolución de Problemas en estudiantes de grado once del Instituto para la Excelencia Humana y Académica (IDEHA), ubicado en Neiva-Huila.

El objetivo del formato es examinar el nivel de validez de contenido del instrumento a partir del juicio de expertos, de tal forma que se ajuste a las necesidades del trabajo de grado, puesto que nuestro objetivo de investigación es validar el aprendizaje conceptual de las variables corriente, potencial, resistencia y potencia eléctrica en el funcionamiento de un circuito de corriente continua; procedimental, con referencia a la emisión de hipótesis y la generación de rutas de solución a problemas; y actitudinal, en cuanto a la disposición para trabajar en equipo, que adquieren los estudiantes del grado once del IDEHA, cuando trabajan por resolución de problemas.

La información recolectada tendrá fines netamente académicos y por lo tanto requiere de su rigurosa y sincera aplicación.

#### **Instrucciones:**

Teniendo como base los criterios que a continuación se presentan, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta (cuestionario de ideas previas). Para esto le solicitamos colocar solo un número de 1 a 5 en cada uno de los criterios que se quieren evaluar para cada uno de los ítems, de acuerdo a la siguiente escala:

Totalmente	5
De acuerdo	4
Indiferente, no sabe	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

- ✓ **Extensión adecuada:** tanto el enunciado como las respuestas tienen una extensión cómoda y adecuada para su desarrollo.
- ✓ **Enunciado correcto y comprensible:** las preguntas y gráficos utilizados son entendibles y llevan una secuencia lógica; además los datos y fenómenos proporcionados son científicamente correctos.
- ✓ **Buena ortografía y uso del lenguaje apropiado:** las palabras utilizadas están bien escritas y se adaptan al lenguaje de la población de estudio.

- ✓ **Mide lo que pretende:** se establece una relación entre el ítem y el concepto que se quiere evaluar (**Circuitos eléctricos de corriente continua y la resolución de problemas**).
- ✓ **Induce a la respuesta:** existe una relación directa entre el enunciado y las opciones de respuestas.

En la casilla de observaciones colocar solo una alternativa (M, E ó Mo), teniendo en cuenta:

**M:** si el ítem debe mantenerse tal y cual como está estructurado.

**E:** si el ítem debe eliminarse completamente.

**Mo:** si al ítem se le debe de hacer una modificación.

En el caso de usar la alternativa **Mo**, inserte el comentario respectivo en el instrumento adjunto, especificando las modificaciones sugeridas. Del mismo modo, le solicitamos asignar un número de 1 a 5 para evaluar los aspectos generales del instrumento, con base a la misma escala de los criterios a evaluar. Si desea realizar alguna observación, puede hacerlo en la columna respectiva.

Í T E M	CRITERIOS A EVALUAR					OBSERVACIÓN
	Extensión adecuada	El enunciado es correcto y comprensible	Buena ortografía y uso del lenguaje adecuado	Mide lo que pretende	Induce a la respuesta	M=mantener E=eliminar Mo=modificar
1						
2						
3						
4						
5						
6						
ASPECTOS GENERALES			VALOR (escala de 1 a 5)	OBSERVACIÓN		
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.						
2. El instrumento propuesto ayuda a la consecución de los objetivos del estudio.						
3. La estructura del instrumento es la adecuada.						
4. El número de ítems es adecuado para su aplicación.						
5. El instrumento evalúa de manera pertinente la temática.						

Aplicable	No aplicable	Aplicable teniendo en cuenta las observaciones
Validado por:		
Correo:		

**Tomado y adaptado de:** Corral (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 19(33), 228 - 247.

## Anexo C. Cuestionario Inicial



### CUESTIONARIO IDEAS PREVIAS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

1. Un cliente llega a una tienda en busca de un bombillo, el vendedor que lo atiende le enseña los tres tipos de bombillos que tiene a la venta. El cliente no sabe por cuál de los bombillos decidirse debido a que no reconoce las variables descritas en las etiquetas de los bombillos, así como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Adaptado de: <http://cuadroscomparativos.com/diferencias-entre-bombillos-led-y-lamparas-fluorescentes-cuadros-comparativos-e-infografias/>

Si usted fuera el vendedor del ejemplo anterior, ¿Cómo le explicaría al cliente el significado de cada variable que se encuentran en las etiquetas de los bombillos para que el cliente pueda decidir?

Voltaje: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

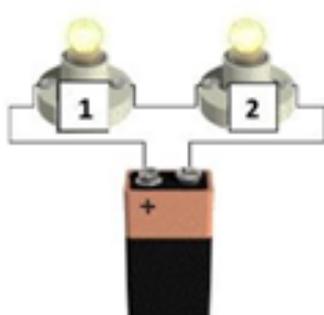
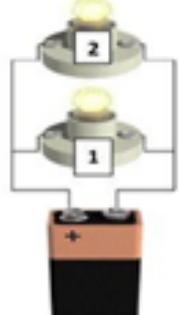
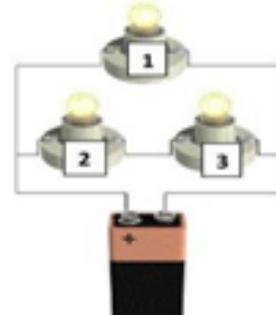
Potencia: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Corriente: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

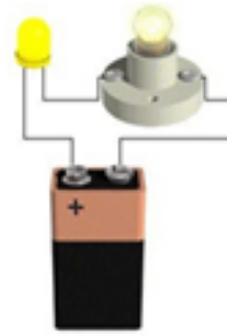
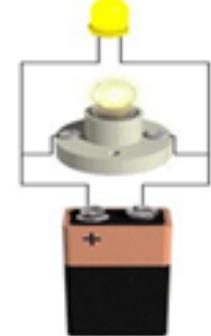
Resistencia: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



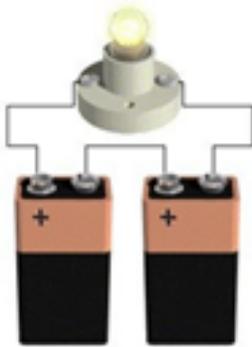
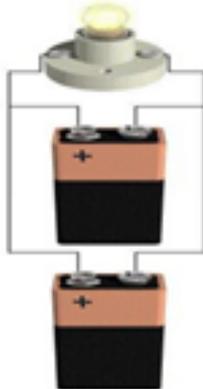
2. Se tienen los circuitos A, B y C, cada uno de ellos está conformado por una pila, bombillos y cables con las mismas características, pero están conectados de diferente forma, tal como se muestra a continuación:

<p><b>A</b></p> 	<p><b>B</b></p> 	<p><b>C</b></p> 
<p>En el circuito A, el brillo del bombillo 1 será:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Mayor que el bombillo 2.</li><li>Menor que el bombillo 2.</li><li>Igual que el bombillo 2.</li></ol> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p>En el circuito B, el brillo del bombillo 1 será:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Mayor que el bombillo 2.</li><li>Menor que el bombillo 2.</li><li>Igual que el bombillo 2.</li></ol> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p>En el circuito C, el brillo del bombillo 1 será:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Mayor que en los bombillos 2 y 3.</li><li>Menor que en los bombillos 2 y 3.</li><li>Igual que en los bombillos 2 y 3.</li></ol> <p>Justifica tu respuesta:</p>

3. Se cuentan con los circuitos D y E, cada uno de ellos con pila y cable de iguales características, pero cada circuito tiene bombillos de diferente tamaño y conectados de diferente forma, así como se muestra a continuación:

<p><b>D</b></p> 	<p><b>E</b></p> 
<p>En el circuito D, el brillo del bombillo pequeño será:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Mayor que el bombillo grande.</li><li>Menor que el bombillo grande.</li><li>Igual que el bombillo grande.</li></ol> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p>En el circuito E el brillo del bombillo pequeño será:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Mayor que el bombillo grande.</li><li>Menor que el bombillo grande.</li><li>Igual que el bombillo grande.</li></ol> <p>Justifica tu respuesta:</p>

4. Ahora se tienen los circuitos F y G, cada uno de ellos con dos pilas y un bombillo con iguales características, pero conectados de distinta forma, tal como se ve a continuación:

<p data-bbox="243 478 267 504"><b>F</b></p> 	<p data-bbox="820 478 844 504"><b>G</b></p> 
<p data-bbox="243 913 503 934"><i>El brillo de la bombilla será:</i></p> <ol data-bbox="267 940 673 1018" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="267 940 673 966">Mayor en el circuito F que en el circuito G.</li> <li data-bbox="267 970 673 995">Igual en el circuito F que en el circuito G.</li> <li data-bbox="267 999 673 1024">Menor en el circuito F que en el circuito G.</li> </ol> <p data-bbox="267 1050 470 1071"><i>Justifica tu respuesta:</i></p>	

5. Para la semana de la ciencia, se les pidió a los estudiantes la construcción de una maqueta que debía estar iluminada. Para esto se cuentan con una pila, 11 bombillos ~~de~~ de las mismas características y cable para la elaboración del circuito eléctrico. Sin embargo, al construir la maqueta y conectar el circuito aleatoriamente, se dañaron los bombillos debido a la forma en que se conectaron. Por suerte se cuenta con 22 bombillos más. ¿Cómo haría para conectar otros 11 bombillos de tal forma que no se dañen, para así poder llevar la maqueta a la semana de la ciencia? A continuación se muestran tres posibles planes de solución al problema antes expuesto. Selecciona ¿cuál crees que es la mejor forma de tratar de solucionar el problema, sabiendo que es posible que con ningún plan obtengan resultados favorables?

Plan 1

1. Para conectar correctamente los bombillos, los estudiantes decidieron consultar en libros y otros medios de información las características específicas de los componentes dados para construir el circuito (pila, bombillos y cable), identificando una sola solución del por qué se queman los bombillos cuando se conectan aleatoriamente.
2. Con base a la posible solución identificada, los estudiantes planean cómo van a conectar los bombillos.
3. Luego, conectan los bombillos, pero éstos se vuelven a dañar.
4. En grupo, reflexionan lo que posiblemente pudo haber sucedido y deciden no seguir intentando otra posibilidad, ya que no quieren dañar más bombillos.

**Plan 2/**

1. Para la construcción de un circuito, uno de los integrantes del grupo recordó que en una navidad, arregló las luces del pesebre cambiando bombillo por bombillo. Como el estudiante noto que los bombillos del pesebre eran muy parecidos a los que les dieron para construir la maqueta, entonces le sugirió a sus compañeros que lo hicieran de forma similar a como él lo había hecho.
2. Los compañeros lo escuchan y aceptan la propuesta, pues también se convencen que se trata de uno o varios bombillos que se encuentran dañados y no de la forma como se encuentran conectados.
3. En equipo, empiezan a cambiar los bombillos, pero estos siguen sin encender.
4. Por último llegan a la conclusión que el problema no son los bombillos, sino la forma como están conectados.

**Plan 3**

1. Para conectar correctamente los bombillos, los estudiantes decidieron consultar en libros y otros medios de información las características específicas de los componentes dados para construir el circuito (pila, bombillos y cable), identificando posibles soluciones del por qué se queman los bombillos cuando se conectan aleatoriamente.
2. Con base a las posibles soluciones identificadas, los estudiantes deciden escoger una de ella y planean cómo van a conectar los bombillos.
3. Luego, conectan los bombillos, pero éstos se vuelven a dañar.
4. En grupo, reflexionan lo que posiblemente pudo haber sucedido y buscan y ejecutan de la misma forma otra de las posibles soluciones que tenía.

6. Marque con una X si está de acuerdo o en desacuerdo en cada una de las siguientes afirmaciones relacionadas con el trabajo en equipo:

	De Acuerdo	Desacuerdo
Cuando trabajo en equipo apporto ideas.		
Cuando trabajo en equipo, tengo mayor fluidez verbal con mi grupo.		
Cuando trabajo en equipo, llego a acuerdos fácilmente.		
Cuando trabajo en equipo, mejoré la construcción de soluciones a un problema.		
Trabajar en equipo me permite mejorar la construcción de nuevas ideas para aportar a la solución de un problema.		
Cuando trabajo en equipo, acepto con facilidad la opinión de otros.		
Al trabajar en equipo, tengo más facilidad para comunicar los resultados obtenidos.		
Al trabajar en equipo, es más fácil generar conclusiones para solucionar un problema, que cuando trabajo solo.		
Al momento de solucionar un problema prefiero trabajar solo.		

## Anexo D. Cuestionario Final



### CUESTIONARIO IDEAS PREVIAS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: \_\_\_\_\_

Especialidad o Modalidad técnica: \_\_\_\_\_

1. ¿Ha tenido alguna experiencia relacionada con circuitos eléctricos? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cuál? \_\_\_\_\_

2. Un cliente llega a una tienda en busca de un bombillo, el vendedor que lo atiende le enseña los tres tipos de bombillos que tiene a la venta. El cliente no sabe por cuál de los bombillos decidirse debido a que no reconoce las variables descritas en las etiquetas de los bombillos, así como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Adaptado de <http://cuadroscomparativos.com/diferencias-entre-bombillas-led-y-lamparas-fluorescentes-cuadros-comparativos-e-infografias/>

Si usted fuera el vendedor del ejemplo anterior, ¿Cómo le explicaría al cliente el significado de cada variable que se encuentran en las etiquetas de los bombillos para que el cliente pueda decidir?

Voltaje: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Potencia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Corriente: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

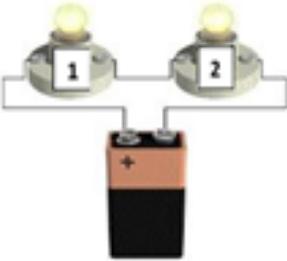
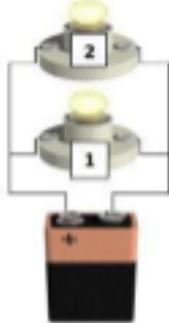
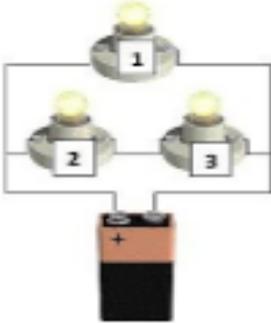
\_\_\_\_\_

Resistencia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

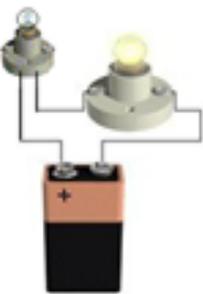
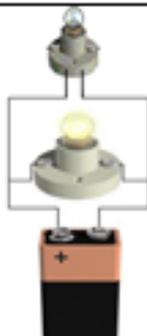
\_\_\_\_\_

3. Se tienen los circuitos A, B y C, cada uno de ellos está conformado por una pila, bombillos y cables con las mismas características, pero están conectados de diferente forma, tal como se muestra a continuación:

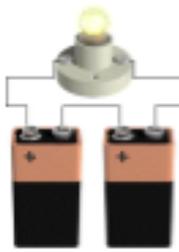
A	B	C
 <p><i>En el circuito A, el brillo del bombillo 1 será:</i></p> <p>a. Mayor que el bombillo 2. b. Menor que el bombillo 2. c. Igual que el bombillo 2.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>	 <p><i>En el circuito B, el brillo del bombillo 1 será:</i></p> <p>a. Mayor que el bombillo 2. b. Menor que el bombillo 2. c. Igual que el bombillo 2.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>	 <p><i>En el circuito C, el brillo del bombillo 1 será:</i></p> <p>a. Mayor que en los bombillos 2 y 3. b. Menor que en los bombillos 2 y 3. c. Igual que en los bombillos 2 y 3.</p> <p>Justifica tu respuesta:</p>

4. Se cuentan con los circuitos D y E, cada uno de ellos con pila y cable de iguales características, pero cada circuito tiene bombillos de diferente tamaño y conectados de diferente forma, así como se muestra a continuación:



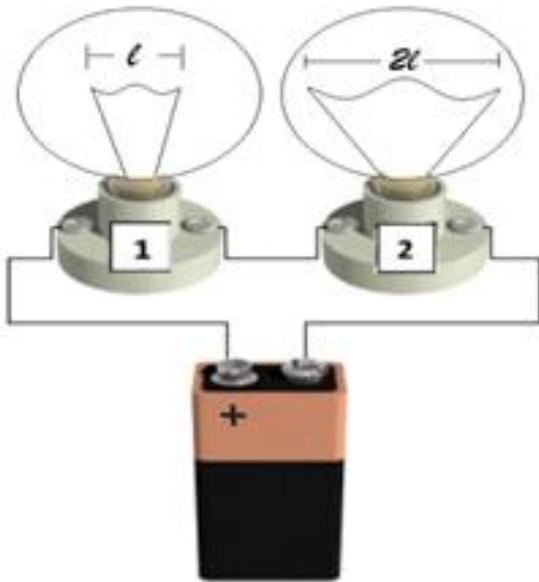
<p><b>D</b></p> 	<p><b>E</b></p> 
<p>En el circuito D, el brillo del bombillo pequeño será:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Mayor que el bombillo grande.</li><li>b. Menor que el bombillo grande.</li><li>c. Igual que el bombillo grande.</li></ul> <p>Justifica tu respuesta:</p>	<p>En el circuito E el brillo del bombillo pequeño será:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Mayor que el bombillo grande.</li><li>b. Menor que el bombillo grande.</li><li>c. Igual que el bombillo grande.</li></ul> <p>Justifica tu respuesta:</p>

5. Ahora se tienen los circuitos F y G, cada uno de ellos con dos pilas y un bombillo con iguales características, pero conectados de distinta forma, tal como se ve a continuación:

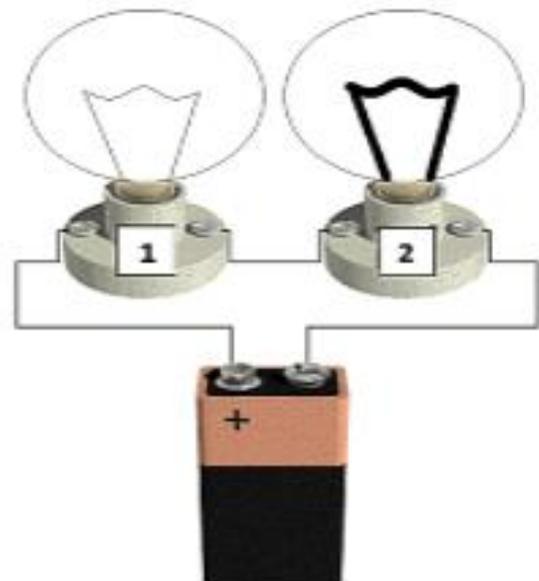
<p><b>F</b></p> 	<p><b>G</b></p> 
<p>El brillo de la bombilla será:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Mayor en el circuito F que en el circuito G.</li><li>b. Igual en el circuito F que en el circuito G.</li><li>c. Menor en el circuito F que en el circuito G.</li></ul>	<p>Justifica tu respuesta:</p>



6. Ahora se tienen el circuito H, el cual está formado por una pila y dos bombillos con diferente longitud del filamento interior, tal como se ve a continuación:

<p><b>H</b></p> 	<p>En el circuito H, el brillo del bombillo 1 será:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Mayor que el bombillo 2.</li><li>b. Menor que el bombillo 2.</li><li>c. Igual que el bombillo 2.</li></ul> <p>Justifica tu respuesta:</p>
--	--

7. Ahora se tiene el circuito I, el cual está formado por una pila y dos bombillos cuyos filamentos son de igual longitud, pero de diferente grosor, tal como se muestra a continuación:

<p><b>I</b></p> 	<p>En el circuito I, el brillo del bombillo 1 será:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Mayor que el bombillo 2.</li><li>b. Menor que el bombillo 2.</li><li>c. Igual que el bombillo 2.</li></ul> <p>Justifica tu respuesta:</p>
---	--



8. Para la semana de la ciencia, se les pidió a los estudiantes la construcción de una maqueta que debía estar iluminada. Para esto se cuentan con una pila, 11 bombillos de las mismas características y cable para la elaboración del circuito eléctrico. Sin embargo, al construir la maqueta y conectar el circuito aleatoriamente, se dañaron los bombillos debido a la forma en que se conectaron. Por suerte se cuenta con 22 bombillos más. ¿Cómo haría para conectar otros 11 bombillos de tal forma que no se dañen, para así poder llevar la maqueta a la semana de la ciencia?

A continuación, se muestran tres posibles planes de solución al problema antes expuesto. Selecciona ¿cuál crees que es la mejor forma de tratar de solucionar el problema, sabiendo que es posible que con ningún plan obtengan resultados favorables?

Plan 1:

1. Para conectar correctamente los bombillos, los estudiantes decidieron consultar en libros y otros medios de información las características específicas de los componentes dados para construir el circuito (pila, bombillos y cable), identificando una sola solución del por qué se queman los bombillos cuando se conectan aleatoriamente.
2. Con base a la posible solución identificada, los estudiantes planean cómo van a conectar los bombillos.
3. Luego, conectan los bombillos, pero éstos se vuelven a dañar.
4. En grupo, reflexionan lo que posiblemente pudo haber sucedido y deciden no seguir intentando otra posibilidad, ya que no quieren dañar más bombillos.

Plan 2:

1. Para la construcción de un circuito, uno de los integrantes del grupo recordó que, en una navidad, arregló las luces del pesebre cambiando bombillo por bombillo. Como el estudiante noto que los bombillos del pesebre eran muy parecidos a los que les dieron para construir la maqueta, entonces les sugirió a sus compañeros que lo hicieran de forma similar a como él lo había hecho.
2. Los compañeros lo escuchan y aceptan la propuesta, pues también se convencen que se trata de uno o varios bombillos que se encuentran dañados y no de la forma como se encuentran conectados.
3. En equipo, empiezan a cambiar los bombillos, pero estos siguen sin encender.
4. Por último, llegan a la conclusión que el problema no son los bombillos, sino la forma como están conectados.

Plan 3:

1. Para conectar correctamente los bombillos, los estudiantes decidieron consultar en libros y otros medios de información las características específicas de los componentes dados para construir el circuito (pila, bombillos y cable), identificando posibles soluciones del por qué se queman los bombillos cuando se conectan aleatoriamente.



2. Con base a las posibles soluciones identificadas, los estudiantes deciden escoger una de ella y planean cómo van a conectar los bombillos.

3. Luego, conectan los bombillos, pero éstos se vuelven a dañar.

4. En grupo, reflexionan lo que posiblemente pudo haber sucedido y buscan y ejecutan de la misma forma otra de las posibles soluciones que tenía.

9. Marque con una X si está de acuerdo o en desacuerdo en cada una de las siguientes afirmaciones relacionadas con el trabajo en equipo:

	De Acuerdo	Desacuerdo
Cuando trabajo en equipo apporto ideas.		
Cuando trabajo en equipo, tengo mayor fluidez verbal con mi grupo.		
Cuando trabajo en equipo, llego a acuerdos fácilmente.		
Cuando trabajo en equipo, <del>mejora</del> la construcción de soluciones a un problema.		
Trabajar en equipo me permite mejorar la construcción de nuevas ideas para aportar a la solución de un problema.		
Cuando trabajo en equipo, acepto con facilidad la opinión de otros.		
Al trabajar en equipo, tengo más facilidad para comunicar los resultados obtenidos.		
Al trabajar en equipo, es más fácil generar conclusiones para solucionar un problema, que cuando trabajo solo.		
Al momento de solucionar un problema prefiero trabajar solo.		