

**PROPUESTA EXPERIMENTAL PARA LA COMPRESIÓN DE LAS  
RELACIONES ENTRE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS**

**OMAR DANIEL VARGAS SUAREZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES  
BOGOTÁ  
2019**

**PROPUESTA EXPERIMENTAL PARA LA COMPRESIÓN DE LAS  
RELACIONES ENTRE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS**

**OMAR DANIEL VARGAS SUAREZ**


Trabajo de grado para optar al título de  
Magister en Docencia de las Ciencias Naturales

ASESORES


**SANDRA SANDOVAL OSORIO  
JOSÉ FRANCISCO MALAGÓN SÁNCHEZ**

Grupo de Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES  
BOGOTÁ  
2019**

 <b>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</b> <i>Escuela de Pedagogía</i>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 4</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado.
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central.
<b>Título del documento</b>	Propuesta Experimental Para La Comprensión De Las Relaciones Entre Los Fenómenos Eléctricos Y Magnéticos.
<b>Autor(es)</b>	Vargas Suarez, Omar Daniel.
<b>Director</b>	SANDOVAL OSORIO, Sandra; MALAGÓN SÁNCHEZ, José Francisco.
<b>Publicación</b>	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional. 2019, 106 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	ELECTRICIDAD, MAGNETISMO, MOVIMIENTO, HISTORIA DE LAS CIENCIAS, FILOSOFÍA NATURAL, CONFORMACIÓN DE CONCEPTOS Y EXPERIMENTACIÓN EN EL AULA.
<b>2. Descripción</b>	
<p>La presente investigación, inscrita en el marco de la enseñanza de las ciencias, examina, desde el ejercicio docente, los procesos de conceptualización en una clase de física introductoria a la teoría electromagnética, para ello se fundamentó, diseñó y empleó al interior del colegio Colombo Florida Bilingüe en la ciudad de Bogotá, una propuesta de aula que permitiera a los estudiantes ver la ciencia como un conocimiento útil y organizado, el cual en medio de su complejidad es el resultado de una construcción de corte cultural, desarrollada en su momento y para la posteridad con el único fin de entender cómo controlar los fenómenos presentes en la naturaleza. En dicho espacio académico se crearon nexos desde la experiencia conjunta del maestro y los estudiantes, que permitieron observar como investigador de la enseñanza de la ciencia, tanto la influencia de la indagación del docente como a su vez los caminos de entendimiento que crea para llevar a sus estudiantes a comprensiones desde la experiencia sensible. Para este objetivo global de comprensión, se piensa en las relaciones presentes entre electricidad y magnetismo, como medio para comprender más, acerca de las formas cualitativas de elementos matematizables dentro de los experimentos que encontramos en la revisión de la historia de las ciencias.</p>	
<b>3. Fuentes</b>	
<p>Ayala Manrique, M. M., Malagón Sanchez, J. F., &amp; Sandoval Osorio, S. (2014). El lenguaje y la construcción de fenomenologías: el caso del efecto volta. historia de las ciencias, 203-213.</p> <p>Ayala Manrique, M. M., Sandoval Osorio, S., &amp; Malagón Sanchez, J. F. (2012). La actividad experimental: la construcción de fenomenologías y procesos de formalización en el aula. Praxis Filosófica, 119-138.</p>	

	<i>FORMATO</i>	
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 4</b>	

Berkson, W. (1985). Las teorías de los campos de fuerza desde Faraday hasta Einstein. Alianza Editorial.

Braun, E. (1998). Electromagnetismo de la ciencia a la tecnología. México: Fondo de cultura económica.

Casas Reyes, J. V., Muñoz Quevedo, J., & Quiroga Chaparro, J. (1995). Física 2 Ondas y Luz. México D.F.: LIMUSA.

del Colombo, E. S. (2000). Alessandro Volta: sobre la electricidad excitada por el simple contacto de sustancias conductoras de distintas especies. Lull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, 23(48), 763-784.

Díaz-Hellín, J. A. (2001). El gran Cambio en la física experimental Faraday. Madrid: Nivola Libros y Editores.

Faraday, M. (1971). Investigaciones Experimentales de Electricidad series I a V. (E. E. Galloni, Ed., & R. Schapsis de Zimmerman, Trad.) Buenos Aires: Editorial Universitaria Buenos Aires.

Koponen, I., Kurki-Suonio, K., Härmäläinen, A., & Lavonen, J. (2001). The role of experimentality in concept formation in physics: quantifying experiments and. Finlandia: University of Helsinki.

Loyola, J. A. (1998). Alejandro Volta. México : LIMUSA-CONALEP.

Pérez de Landazabal, M. C., & Varela Nieto, P. (2003). Orígenes del electromagnetismo (1 ed.). España: Nivola Libros Ediciones.

Tobón , R., & Marín, J. (1983). Módulo de electricidad y magnetismo. Universidad del Valle: Facultad de Ciencias.

Vega, L. A. (1995). Electromagnetismo en la Baja Edad Media. Bogotá D.C.: Rosa de los vientos.

Ziman, J. (2003). ¿Qué es la ciencia? Madrid: Ediciones AKAL.


#### 4. Contenidos

**Tesis afirmativa:** El estudio histórico crítico de la conformación de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, como base para la fundamentación e implementación de una propuesta de enseñanza, potencia los procesos de conceptualización y comprensión a partir de la experimentación como centro de la construcción fenomenológica en la clase de ciencias.

**Objetivo general:** Fundamentar y analizar el impacto de una propuesta experimental en el aula de clase, enfocada en el desarrollo de conceptos partiendo de la experiencia sensible, para la comprensión de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos (RFEM).

**Objetivos Específicos:**

- Estudiar los experimentos más relevantes que permitieron relacionar electricidad con magnetismo, desde la revisión histórico-crítica a los textos seleccionados de Faraday, Oersted y Ampere.
- Diseñar una secuencia didáctica para desarrollarla en el aula de clases, permitiendo establecer relaciones, a partir de los experimentos, entre los fenómenos eléctricos y los magnéticos.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Escuela de Pedagogía</i>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 4</b>	

- Categorizar y analizar las experiencias, trabajo y explicaciones construidas por los estudiantes luego de la interacción con las actividades propuestas a modo de reflexión en la enseñanza de las ciencias.

**Estudio Histórico Crítico:** Comprende las revisiones que fundamenta la propuesta didáctica y experimental para la comprensión de las relaciones entre lo eléctrico y lo magnético, tomando como estudio principal las descripciones presentes en las publicaciones de los resultados de sus experiencias de los filósofos-científicos de las ciencias Oersted, Ampere y Faraday, de esta síntesis analítica se puntualizan las cuestiones relacionables tanto con el currículo estandarizado como de las experiencia cotidianas de los estudiantes respecto a los fenómenos eléctrico y magnético, de estos puntos y desde la experiencia como maestro se plantea la secuencia de enseñanza para la comprensión de la relación de los fenómenos.


**Diseño Metodológico:** Del estudio histórico se revisaron argumentos y montajes experimentales para enriquecer las cátedras, como el diseño de material educativo, eje estructurante de la propuesta metodológica que se describirá en el capítulo número tres (sesiones, objetivos y descripciones). Dentro de este mismo tercer capítulo, se presenta el análisis de los modos de hablar y conceptualizar que se tejieron conjuntamente con los estudiantes durante la aplicación de las sesiones, estos fueron entendidos mediante la aparición de un análisis hermenéutico interpretativo de la parte discursiva u evolución conceptual que se desarrolla durante las participaciones de los integrantes del grupo en relación con las actividades propuestas. Al finalizar este tercer capítulo se encuentra un análisis más específico, ya en la primera parte del tercer capítulo se da un análisis general de las sesiones seguido de la estructura de las guías de clase, para luego de dar un análisis de cada una de las preguntas como de las respuestas de los grupos de estudiantes, evidencia de dicha aplicación se encuentra en los anexos, como de todo el material de trabajo que se llevó a la aula para propiciar una experiencia en clase de física de grado once.

## 5. Metodología

**Contexto:** El trabajo se desarrolló en la ciudad de Bogotá en el colegio que está ubicado dentro de las instalaciones de la universidad Antonio Nariño, llamado Colombo Florida Bilingüe. La institución cuenta con cierto tipo de dinámicas encaminadas a cultivar competencias investigativas en ramas del conocimiento como la música, la ciencia, el deporte, entre otras, debido a la cercanía con la Universidad.

**Diseño de la Investigación:** Dentro de la propuesta aparecen tres fases que resumirían a modo macro el presente documento, las cuales comprenden primeramente la identificación de los condicionantes de la práctica docente, un rastreo del panorama de la enseñanza en términos de las metodologías innovadoras propuestas de otras investigaciones, como de las estructuras y fines de los currículos, en ese mismo sentido de los libros que guían la enseñanza de la física en varios espacios académicos. De este contexto problemático se identificaron y puntualizaron el problema de investigación como la tesis afirmativa descrita y los objetivos puntuales para entrar a analizar dicho enunciado a la luz de la práctica docente.

**Dispositivos para recolectar información:** Estos son los elementos a través de los cuales se interactuó con las respuestas de los estudiantes, correspondientes a las preguntas presentadas dentro de las guías de enseñanza que aparecen dentro de cada una de las sesiones desarrolladas dentro de la institución estas llevan los siguientes nombres y serán completamente explicadas dentro de las descripciones del capítulo tres: la primera sesión se denominó **Sesión Introductoria: “Electricidad y Magnetismo antes de 1800: Distancia, ubicación y cargas estáticas”**, la segunda sesión se denominó **Sesión I “Experimenta Circa Efectum Conflictus Elctrici In Acum Magneticam” (H.C. Oersted)**, la tercera sesión se denominó

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Escuela de Pedagogía</i>	<i>FORMATO</i>		
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>		
Código: FOR020GIB	Versión: 01		
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 4		

**Sesión II “Teoría De Fenómenos Electrodinámicos Deducidos Del Experimento” (A.M. Ampere)**, la cuarta sesión se denominó **Sesión III “Inducción, creación de Movimiento a partir de la interacción entre un Imán artificial y uno Corriente” (M. Faraday)** y la quinta sesión se denominó **Sesión Final: “Conocimiento científico, representaciones de realidad y formalización de experiencias con fenomenologías”**. Con estas se recolecto la información pertinente para evaluar y medir la evolución conceptual de los estudiantes después de la irrupción en escena de la propuesta experimental.

### 6. Conclusiones

Entre las conclusiones se destaca que los estudiantes lograran ser influenciados por la secuencia didáctica a observar otro tipo de elementos de los fenómenos desde la física, esos que se encuentran fuera de lo algebraico, elementos como los principios teóricos, las actividades experimentales que acompañadas de sus referentes históricos, pretendían en principio llegar a la formalización matemática de los conceptos revisados encontrándose una respuesta parcial en este aspecto, logrando en el grupo la identificación de variables, constantes y unidades en los montajes experimentales.

Además, el análisis de la propuesta dejó en evidencia que los estudiantes de grado once desarrollaron formas de proceder de corte investigativo que se trabajaron durante el desarrollo de las sesiones, de ello aparece una ampliación de su concepción del mundo, visto como el crecimiento o evolución de la red de significados que llevaban por dentro como sujetos que aprenden respecto a la ciencia física.

Por otro lado, los edificios teóricos de las ciencias son evidencia de los grandes dotes de conceptualización y de desarrollo cognitivo con que cuentan estas construcciones realizadas por científicos y filósofos. con ello cabe señalar que las vidas de estos personajes son un constante trabajo enfocado a conocer el mundo natural, ya dentro de esa experiencia, el científico concentra esfuerzos en formalizar y comunicar las prácticas de la ciencia, entendida como la concreción de ideas o generalizaciones de forma coherente y lógica de lo que se sabe del mundo de fenómenos como de sus relaciones o métodos de control.

Finalmente, el maestro investigador tiene el deber de innovar las formas de aproximar, fomentar, ordenar y de formalizar los contenidos de la ciencia dentro del aula, para ello está en el deber de crear nexos de forma crítica entre todo el material y requerimientos de que dispone y que le condicionan, ya que de él depende en gran medida despertar asombro y curiosidad por la actividad científica.

<b>Elaborado por:</b>	Vargas Suarez, Omar Daniel.		
<b>Revisado por:</b>	SANDOVAL OSORIO, Sandra; MALAGÓN SÁNCHEZ, José Francisco.		
<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	09	08	2019

## Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. La enseñanza de las ciencias y los fenómenos eléctricos y magnéticos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. El cotidiano de quien aprende como insumo de las prácticas de enseñanza .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. La teoría electromagnética y la enseñanza de las relaciones entre los fenómenos eléctrico y magnético (libros de texto).....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Los procesos de conceptualización y formalización en clase de ciencias .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4. La historia de la ciencia en clase de ciencia .....</b>	<b>15</b>
<b>1.5. El estudio histórico crítico y los procesos de experimentación en el aula de ciencias</b>	<b>17</b>
<b>1.6. El maestro como revisor e investigador dentro de la historia de las ciencias ..</b>	<b>20</b>
<b>1.7. Estrategias metodológicas ligadas al desarrollo experimental y conceptual ...</b>	<b>25</b>
<i>1.7.1. Objetivo general. ....</i>	<i>32</i>
<i>1.7.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>32</i>
<b>2. El comienzo de una revolución científica; el estudio de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos .....</b>	<b>33</b>

2.1. Contexto del origen del electromagnetismo.....	35
2.2. Toda corriente eléctrica genera alrededor de sí misma un campo magnético (Hans Cristian Oersted) .....	42
2.3. Una mirada a la teoría matemática de los fenómenos electrodinámicos deducida únicamente de la experiencia de André Marie Ampere (1827) .....	48
2.4. Investigaciones experimentales de electricidad Michael Faraday (1831) .....	54
3. Diseño metodológico de la propuesta experimental para la comprensión de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos .....	63
3.1. Secuencia didáctica experimental para la comprensión de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos .....	66
3.2. Revisión y formalización de la experiencia en el colegio colombo florida bilingüe. ....	77
4 Conclusiones.....	88
Bibliografía.....	92
Apéndices.....	94
Apéndice A: Puntos del taller propuesto para los estudiantes .....	94
Apéndice B: Talleres realizados por los estudiantes.....	95

## **Tablas**

Tabla 1. Interpretación y descripción de los libros de texto.....	10
Tabla 2. Revisión de propuestas de enseñanza de la maestría en docencia de las ciencias naturales.....	29
Tabla 3 Estructura de la valoración de la evolución conceptual.....	67
Tabla 4 Descripción de guas y sesiones .....	69
Tabla 5. Análisis específico de las respuestas de los estudiantes pregunta a pregunta.....	79

## **Figuras**

Figura 1: Discusiones frente a la propuesta metodológica.....	17
Figura 2. Conjunto de reflexiones en la enseñanza de las ciencias desde el papel del docente ....	24
Figura 3. Síntesis metodológica.....	31
Figura 4. Montaje de Oersted . .....	43
Figura 5. Montaje de Oersted .....	46
Figura 6. Explicación Vectorial del Montaje .....	46
Figura 7. Montaje de Ampere 1 .....	52
Figura 8. Montaje de Ampere .....	53

Figura 9. Experimento de Faraday .....60

Figura 10. Producción e corriente a partir de magnetismo .....61

## **Apéndices**

Apéndice A: Puntos del taller propuesto para los estudiantes .....94

Apéndice B: Talleres realizados por los estudiantes .....95

## Introducción

La presente investigación inscrita en el marco de la enseñanza de las ciencias, decidió examinar desde el ejercicio docente, los procesos inherentes al fortalecimiento y evolución de la conceptualización en una clase de física, para ello se fundamentó, diseñó y aplicó al interior del colegio Colombo Florida Bilingüe en la ciudad de Bogotá, una propuesta de aula que permitiera a los estudiantes ver la ciencia como un conocimiento no solo basado en la experimentación si no útil y organizado. El cual en medio de su complejidad es el resultado de una construcción de corte cultural gestada o desarrollada, con el único fin de entender y controlar los fenómenos presentes en la naturaleza. En dicho espacio académico se crearon nexos desde la experiencia conjunta del maestro y los estudiantes, que permitieron observar como investigador de la enseñanza de la ciencia, tanto la relevancia de la indagación docente, como los caminos de entendimiento que crea para llevar a sus estudiantes a comprender y así poder valorar como maestro las evoluciones conceptuales evidenciadas en los modos de expresarse respecto a lo que ocurre al interior de la clase de ciencias.

La fundamentación de la propuesta es alimentada por la revisión de los trabajos originales de los principales exponentes del ordenamiento, estudio o fundación de la teoría electromagnética que en su orden de aparición están Hans Christian Oersted, André Marie Ampere y Michael Faraday. Hombres de ciencia que publican escritos en torno a observaciones experimentales referentes a las relaciones de fenómenos eléctricos con los magnéticos. Lugar problemático donde se extrajeron elementos prácticos en conjunto con los argumentos filosóficos de comprensiones de lo natural los cuales descansan en los trabajos de ciencia de los autores nombrados. Escritos que se revisaron a la luz de los saberes pedagógicos con el fin de estructurar

un camino de aprendizaje como de comprensión respecto a los fenómenos nombrados junto a la forma en que fueron formalizados los estudios que les caracterizan y relacionan.

Continuando con la idea de llevar al aula el conocimiento relacionado a la física electromagnética, se debe dejar claro que la corriente pedagógica a la que se encuentra inscrita la siguiente propuesta es de corte constructivista, ya que se pretende hacer que el estudiante construya conceptos desde la experiencia, con el fin de contribuir en la enseñanza de esta parte de la física dentro de la cual se presenta una diversidad de problemáticas dentro del aula debido a su alto nivel de abstracción. Elemento central que da espacios para que aparezcan actitudes culturales negativas que no permiten el trabajo óptimo dentro de la clase en relación con esta ciencia, ya que los estudiantes le ven como una “realidad” alejada del cotidiano. Con lo anterior, se pretende describir sucintamente las reflexiones que surgieron dentro de la construcción y puesta en escena de la propuesta. Así, de esta forma el presente documento se divide en cinco partes.

Iniciando con un análisis de los elementos que condicionan las prácticas de enseñanza, cuestiones tales como los textos guías de la física, la revisión a las metodologías de la enseñanza que se encuentra dentro del nivel de educación media y con ello la influencia de documentos como lo estándares de enseñanza los cuales condicionan altamente las practicas educativas. Con estas nociones se justifica un problema visto desde la experiencia como maestro de física, en relación con los procesos de conceptualización, de ello surgen unos objetivos y la tesis a reafirmar dentro de la presente investigación.

En la segunda parte como elemento de fundamentación central de la propuesta experimental para la enseñanza, aparece una revisión a los textos originales de los primeros exponentes de las relaciones entre electricidad y magnetismo, punto de partida para hacer una revisión crítica a todo el material que circula respecto a estas relaciones y como se ha dejado de lado en la enseñanza de esta parte de la física. Con todo ello este análisis comparativo tanto de las fuentes de información posibles (textos originales), las obligatorias (estándares y libros de texto) y sus correspondientes condicionamientos al acto de enseñanza, son para el caso de la presente investigación una revisión histórico crítica de las relaciones entre electricidad y magnetismo en particular para la enseñanza de los orígenes de la teoría electromagnética. En dicho estudio se rescataron argumentos y montajes experimentales para enriquecer las cátedras, como el diseño de material educativo, eje estructurante de la propuesta metodológica que se describirá en el capítulo número tres (sesiones, objetivos y descripciones). Así mismo, se presenta el análisis de las evoluciones conceptuales<sup>1</sup> que se tejieron conjuntamente con los estudiantes durante la aplicación de las sesiones.

En la última sección y como medio de organizar los resultados o la sistematización de la práctica de enseñanza, se construyó una descripción de la evolución conceptual que se presentó en la población escogida para llegar a unas conclusiones relacionadas a posibles formas de potenciar las prácticas del maestro. En síntesis el documento está basado en dos reflexiones desde la enseñanza de las ciencias, la primera relacionada a los procesos de conceptualización en la escuela para de la mano justificar la urgencia de convertir a la pedagogía en la ciencia de la

---

<sup>1</sup> Aparición de un análisis hermenéutico interpretativo de los modos de hablar de los estudiantes para analizar los resultados de sus participaciones en relación con las actividades, en esencia se refiere a el análisis del discurso y la puesta al descubierto de una evolución conceptual a partir de la aparición de la actividad del maestro.

enseñanza. Lo que coloca al maestro como un ente investigador de los procesos que supervisa en la escuela.

Finalmente, las conclusiones dejan en claro el papel de las ideas y procederes del maestro, cuando se enfrenta a su realidad, con múltiples posibilidades de enseñar la ciencia, además de tener conciencia de los condicionamientos que estas mismas presentan. De ello emana que el contenido junto con sus experimentos es un camino a la conceptualización como a la comprensión de los fenómenos que en el aula ocurren, allí es donde el docente al volverse investigador tiene grandes facultades para controlar y potenciar procesos de aprendizaje significativo dentro de la enseñanza de las relaciones entre los fenómenos eléctricos con los magnéticos.

## **1. La enseñanza de las ciencias y los fenómenos eléctricos y magnéticos**

### **1.1. El cotidiano de quien aprende como insumo de las prácticas de enseñanza**

Dentro de la escuela, en el terreno de la enseñanza de las ciencias naturales y particularmente en la enseñanza de la física, lugar donde se abordan teorías como la electromagnética, se evidenció; a partir de la experiencia tanto del estudiante como del maestro, el poco aprovechamiento que se le da a la gran cantidad de estudios metodológico-prácticos que existen y que dedican sus esfuerzos a fortalecer procesos de aula tales como ordenar, formalizar y relacionar las experiencias cotidianas, sensibles de ser ampliadas con el uso de la ciencia, espacios donde los sujetos que se encuentren en el proceso de aprender tengan la posibilidad de conceptualizar desde las prácticas de laboratorio hechas en la escuela, los elementos que componen una teoría compleja como la nombrada ya que extiende argumentaciones tanto cualitativas como matemáticas derivadas de procesos experimentales. Estas prácticas guían a los estudiantes en el entendimiento, explicación y aplicación de toda esta gama de conceptos y teorías que tienen ciencias como la física a su disposición para comprender, servirse y observar el mundo que nos rodea dándole así un sentido más amplio a las experiencias de la escuela.

Lo anterior demanda tanto a la escuela y al maestro el contemplar, mejorar y proponer metodologías o secuencias didácticas, junto con posibilidades de lograr concretamente vincular diversas esferas de la vida humana con la ciencia, para alcanzar mejores comprensiones de lo que sucede en el mundo natural y artificial al que pertenecemos, estas cuestiones piden al maestro que no solo revise y se sirva de la cantidad de investigaciones que existen al respecto de esta parte de la enseñanza experimental de la ciencia, si no que con ello también visibilizar al maestro

como un ente investigador dentro de la escuela, quien formaliza sus búsquedas y renueva su práctica en el dialogo de saberes producto de la indagación dentro de su profesión misma.

Este objetivo, debería perseguirse en la escuela no solo en la clase de física; ya que permite a los docentes la posibilidad de analizar los modos de expresarse o de hablar de sus estudiantes al conceptualizar (formación de conceptos) y de esta manera contribuir a sus marcos de referencia interior evidenciado en sus descripciones y participaciones en clase. Todo ello abre un espacio para que el maestro haga consenso de sus propuestas mediante la formalización de sus resultados, con el fin de extender contextos de investigación donde no solo se beneficia a si mismo dentro de su práctica, sino que también profundiza en las formas de brindar al estudiante nuevas formas de indagación para aproximarse a las particularidades de los fenómenos estudiados.

Lo anterior permite al maestro estructurar mejores formas de proceder en el aula, que puedan fundamentar los contextos cotidianos desde la experimentación y relacionarla concisamente con la labor de las ciencias a lo largo de la historia, la cual no está totalmente sintetizada en la generalización de las funciones, fórmulas o ecuaciones. Ya que son precisamente estas los productos finales de los estudios experimentales, porque antes de hacer un axioma matemático que generalice, se realizaron otras construcciones que permiten llegar a estos últimos elementos como la reflexión sobre una observación intencionada o la configuración de variados experimentos con el fin de demostrar una sola afirmación. Todo este devenir científico es típico de un proceso de investigación de la naturaleza, donde mucha de la construcción cognitiva y procedimental de la actividad cultural de la ciencia como tal, es dejada de lado en la

escuela cuando se revisa para ser enseñada. Con lo mencionado se quiere dar paso a un análisis detallado de los condicionantes que se presentan dentro del aula de ciencias.

## **1.2. La teoría electromagnética y la enseñanza de las relaciones entre los fenómenos eléctrico y magnético (libros de texto)**

La labor del maestro es la de dar luz sobre eventos que no se entienden, siempre a través de toda suerte de experimentos, investigaciones y comprensiones lleva al aula los contextos y prácticas como si fueran parte del presente; con lo dicho se entiende que para explicar y enseñar una parte de la ciencia como es el origen del electromagnetismo, se debe tener a disposición no solo el cuerpo de argumentos matemáticos o formales que están dentro de la teoría, sino que también requiere; para ser llevada al aula, estar soportada de varios elementos como lo son las particularidades epistemológicas que están dentro de la actividad experimental, en juego con la sagacidad técnica y la capacidad de interpretar de resultados. Estas cuestiones nombradas inherentes a la actividad científica, son características que permitieron la gestación de ideas como las relaciones entre lo eléctrico y lo magnético, dichos compendios epistemológicos y experimentales son dejados de lado en las temáticas iniciales de los cursos de física de grado once.

De esta situación, la realidad de las aulas referente a estas ciencias es en gran medida una actitud cultural negativa de las mayorías frente a la asignatura, debido en gran medida, a las barreras de lenguaje que se extienden a la comprensión de argumentos formales y la conjunta búsqueda del currículo que concentra esfuerzos en el desarrollo de estas competencias de corte matemático. Entendido todo ello en la excesiva explicación de los fenómenos ligada al uso de

expresiones y operaciones algebraicas o matemáticas, que están presentes tanto en las fuentes de información como dentro de las prácticas que circulan en varios espacios académicos, vivenciados por el autor de estas líneas, y se deja de lado el establecimiento de un enlace entre la experiencia sensible y la formalización matemática de los fenómenos a estudiar de ello surge la idea de crear un espacio como antes se nombraba.

En consecuencia, en clase de ciencias, muchas de las dificultades de conceptualización y significación de concepto que se dan, tienen su origen en la forma en que se presentan y abordan los contenidos en dichos espacios, donde se debería buscar tanto despertar fascinación, como procurar aumentar la comprensión frente a las dinámicas en torno a los fenómenos; las formas que tenemos en la escuela para aproximarnos a una teoría como la nombrada hacen reflexionar al maestro respecto a **¿Cómo poder darle más “vida” a las ecuaciones? ¿Cómo dar el salto desde la experimentación a la ordenación misma del fenómeno? ¿Cómo conectar desde el currículo obligatorio en ciencias las experiencias cotidianas que buscan ser ordenadas con criterios científicos?**

Estas preguntas aparecen en la visualización y comprensión de los diversos matices y niveles de complejidad que enmarcan los lenguajes en una ciencia como la física, a modo que resultado de ello es, que el estudiante muchas veces le cueste entender que son rastros ordenados de lo que a través de la historia de la humanidad sabemos de un fenómeno y solamente son “modos lingüísticos de diferentes tipos verbales y no verbales (palabras, signos, dibujos, fórmulas algebraicas, procedimientos, etc.) con los cuales se comunican las experiencias y se caracterizan los comportamientos y rasgos del fenómeno que se buscan destacar” (Ayala Manrique, Malagon Sanchez, & Sandoval Osorio, 2014, pág. 206).

Según lo anterior, y a la luz de revisiones a textos guías de la asignatura de física de varios niveles, se observa que en las introducciones a la temática de electromagnetismo solamente aparecen clasificaciones de las características de los fenómenos, sin precisar los procesos epistemológicos que permitieron explicar las relaciones entre lo eléctrico y lo magnético, donde se tiende a repetir dichas clasificaciones previas, tales como los gráficos de los cuerpos imantados, o la tabla de reacciones entre cuerpos de diversa índole, basada en los estudios de electricidad estática, entre los que se encuentra la identificación de los elementos magnéticos que rodean el planeta en comparación con las piedras imanes, entre otras manifestaciones de los fenómenos, que ancladas a conceptos no construidos sino dados, no alcanzan a despertar el interés de los estudiantes, y por lo tanto, no son relevantes para los mismos.

Finalmente, el estudiante además de entender el porqué de los fenómenos, requiere para su vida académica herramientas conceptuales, inherentes al desarrollo de ciertos procesos denominados de orden superior, tales como la capacidad de análisis, síntesis, conceptualización y manejo de información, las que en conjunto dan a las personas la destreza del pensamiento crítico, del cual se vale el estudiante para explicar el mundo.

En el siguiente cuadro se ordenan las observaciones y análisis que se hacen a textos con los cuales se dirigieron clases de física, los que permitieron analizar los tratamientos que se le dan a las temáticas del origen del electromagnetismo, para encontrar una serie de abordajes de los temas; en ellos se podrá evidenciar un vacío entre la experiencia inicial del científico y la forma en la que se generaliza el fenómeno estudiado, lo que conlleva a una mezcla de modelos explicativos que dificultan la evaluación al proceso de comprensión del estudiante. Es así que se

encuentra una discusión entre; qué se enseña y para qué se enseñan ciertos contenidos, bajo cuáles criterios se privilegian ciertos procesos sobre otros, elementos que empañan la pertinencia de la inmersión de situaciones experimentales dentro del aula con el fin de matematizarles:

*Tabla 1.*  
*Interpretación y descripción de los libros de texto*

Bibliografía	Qué tipo de procesos se privilegian	Abordaje de los experimentos escogidos para la propuesta.
Física 2 ondas y luz electromagnetismo y estructura de la materia (Casas Reyes, Muñoz Quevedo, & Quiroga Chaparro, 1995)	El libro intenta fundamentar todo lo que propone y cuestiona en laboratorios, con el fin conceptualizar y formalizar las caracterizaciones que se plantean al respecto de los fenómenos analizados, no nombra ningún personaje de la física a menos que se vaya a explicar a una ley puntual, y solo le hace mención en el título. Además, no se evidencia que el texto proponga una forma de actuar desde la experiencia o el marco de referencia alternativo con el que el lector aparece, invita a la imaginación de situaciones comunes, solamente pide explicaciones en relación a los modelos de electrones y protones e intenta mediante gráficas hacer que ese imaginario se ponga en relación con las explicaciones que se dan en los experimentos descritos y apoyados en la repetición el mismo o en el común de los casos imaginar las situaciones, de las cuales emergen talleres de corte matemático predictivo.	Se habla del experimento de Oersted como el que explica los campos magnéticos creados por una corriente eléctrica, las modificaciones realizadas respecto al experimento original se basan en las partes que interactúan que son: el hilo conductor, una brújula y un imán, se pide que se “juegue” con estos, cuestionándose por cómo reaccionan y se relacionan entre sí, después de esto se abordan experimentos para crear el solenoide y se señala la producción de un campo magnético debido a la corriente que le atraviesa. Finalmente, para hablar del motor eléctrico aborda los instrumentos de medida análogos que se apreciaban para poder detectar la presencia de cargas eléctricas o almacenarles, los cuales consistían en la transformación de señales o fuerzas como la eléctrica o la magnética en movimientos de una manecilla como el caso del electrómetro o el electroscopio. Y que finaliza en la explicación de la producción de corriente eléctrica a partir de las interacciones ente conductores y campos magnéticos.
Física General II (Con experimentos sencillos) (Alvarenga Alvares & Máximo Ribeiro, 1983).	La unidad de electricidad inició con referencias a la historia de los procesos experimentales, pero de cierta forma al finalizar los capítulos los problemas y demás talleres son con respecto a las fórmulas matemáticas como la de Coulomb. Ingresa concluyentemente en el modelo de electrones y protones, dando paso finalmente a la teoría de circuitos, donde se presenta el orden de los descubrimientos.	En estos volúmenes se citan todos los experimentos de las relaciones entre electricidad y magnetismo, pero los problemas, es decir las situaciones propuestas ideales para saber si se comprendió el tema y modelos explicativos sintetizados o generalizados de forma algebraica, donde las prácticas no alcanzan a ser cuantificables en su totalidad respecto a que los modelos sobre los cuales se enuncian las preguntas que parten a su vez de configuraciones son ideales.
Hipertexto Santillana Física 2. (Romero Medina & Bautista Ballen, 2011).	Al igual que los textos anteriores se evidencia que se privilegia todo lo relacionado a los procesos de despeje de ecuaciones y encontrar resultados puntuales, con la diferencia que a la hora de hablar de electricidad y magnetismo se esfuerza en diferenciarles, pero al igual se enfatiza en el cálculo de fuerzas en torno a los fenómenos ya mencionados y las formas como un dispositivo estilo electroimán permiten recrear con ciertas situaciones controladas un fenómeno magnético a partir de uno eléctrico.	Se abordan el total de experimentos o referentes teóricos que se trabajaran en la presente propuesta, siempre enfocado a lo que es el cálculo y disposición de ciertos montajes, con el fin de aprender a predecir las partes del sistema de elementos magnéticos y eléctricos, como lo son el motor eléctrico y los transformadores, pero por el contrario en el texto se le da énfasis en la evaluación a todo el sistema formal de predicción de corte matemático.

Se pensaría que al entrar en contacto con un libro de texto se obtendría “una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental” (Ayala Manrique, Sandoval Osorio, & Malagón Sanchez, 2012, pág. 122), por el contrario, se encuentra que al hablar de las escalas de numeración o categorización de un fenómeno, se observa que los elementos como: la temperatura, el voltaje, las presiones, o las escalas que catalogan los terremotos, entre otras, son presentadas como medidas establecidas y estandarizadas, revelando paradigmas que se heredan por generaciones en la comunidad académica, reducidas a ser el descubrimiento de un alguien en específico, cuestiones que no permiten dar relevancia o mención a los procesos cognitivos o epistemológicos que socialmente se encuentran detrás de esas construcciones conjuntas, de donde pareciera que lo importante son los arreglos y las síntesis finales, dejando de lado que detrás de ellas existe una historia y un origen que parte de la necesidad de medir, para predecir y controlar comportamientos de la naturaleza.

De lo anterior se entiende que, en un espacio académico es necesario tener en algún momento una actividad de corte experimental que permita crear un lugar adecuado para la organización de un fenómeno, y de este modo, permitir al sujeto de conocimiento ver e identificar las características del mismo a partir de lo cualitativo que se presenta a través de las unidades de medida, por ejemplo dado en forma de grados o intensidades acompañados de un fondo teórico y posiblemente histórico de la conformación de conceptos, que resultan del ordenamiento de experiencias de corte experimental. Lo dicho, con el fin de lograr en quien aprende comprensiones relativas, a la manera en que se formalizan las teorías, elementos fundamentales en el corazón de las ciencias, de las cuales el maestro-científico depende para

entender que es refutable, edificable o simplemente revisable en un espacio académico. Estas dinámicas son posibles mediante los caminos que abren los procesos de experimentación, la construcción de fenomenologías y por ende la conceptualización de ciertos fragmentos de la física.

En conclusión, la enseñanza de la teoría electromagnética casi siempre deja de lado las relaciones entre lo eléctrico y lo magnético, como de los postulados originales descubiertos por métodos experimentales, se observa que los procesos que se favorecen son los de corte matemático, cuestión que abre paso a la revisión de estos procesos epistémicos con los que sería más interesante y completo significar las ecuaciones del electromagnetismo, y de las caracterizaciones de estos fenómenos.

### **1.3. Los procesos de conceptualización y formalización en clase de ciencias**

Todo lo anterior conduce a mediar una explicación sobre lo que acontece en nuestro entorno y como maestros para ampliar la comprensión de la realidad en términos científicos en la escuela. Esto implica desarrollar la capacidad de síntesis que fundamenta gran parte de los procesos de conceptualización y que dependen de las formas en que como maestros planteamos la matematización de las experiencias, con el fin de transformarlas en conocimiento teórico o científico. Por el contrario, sería el deber de la enseñanza de las ciencias, brindar elementos para significar, para que no solo se vea la parte descriptiva, cualitativa o enunciativa de los fenómenos estudiados, sino también a contribuir con la concreción de conexiones entre la experiencia sensible y los argumentos formales que hacen parte de la ciencia a aprender.

En este punto, en la realidad inmediata de las aulas, que se observa en los cursos teóricos de física impartidos en la actualidad y en los cuáles se hace énfasis en el trabajo con fórmulas (memorización y sustitución de datos), con el fin de hallar resultados, encontramos que “esta metodología no solo presenta una visión distorsionada de la física y hace que algunos alumnos tengan animadversión por esta materia, sino que también hace difícil que el alumno comprenda lo que sucede en el mundo físico real” (Tobón & Marín, 1983, pág. 20).

Esta metodología nombrada fragmenta las construcciones descritas por Koponen, Kurki-Suonio, Hämäläinen, & Lavonen (2001) y por Ayala Manrique, Sandoval Osorio, & Malagón Sanchez (2012), quienes afirman en sus estudios una diversidad de interesantes explicaciones de la relación entre la actividad experimental o el rol de la misma en los procesos de enseñanza de las ciencias con la conformación de conceptos, la formalización y la concreción de estudios científicos dentro de la ciencia. Discusiones que describen el enfoque fenomenológico en la enseñanza de la física como puente entre quien aprende y las estructuras de la ciencia mediante el trabajo experimental, dejando en evidencia que dentro de estos estudios como centro de construcción se encuentra la intuición, la cual al intentar conocer una ciencia es enfrentada a los esquemas de significación de concepto, que están sustentados en la experimentación misma, convirtiéndose así, en el centro de la experiencia y por ende de su formalización, permitiendo entender que las teorías así como las observamos en los libros de texto dependieron de todo un proceso de conceptualización.

El texto de Koponen et al. (2001) respalda la idea de que la formación de conceptos en la física, como en la enseñanza de la misma tiene una estructura en la que se parte de la intuición y finaliza con la formalización, ya que el significado de cada concepto en la ciencia está ligado

íntimamente a las formas experimentales que se requirieron para deducirlo. También señala la urgencia de la parte experimental dentro del aula, y deja en evidencia; que los conceptos y la conformación de los mismos es más completa cuando se parte de los experimentos como elementos conectores entre lo que se sabe del fenómeno y lo que se busca comprender del mismo al cuantificar desde la experiencia directa. En última instancia dos de las ideas más interesantes del texto son en relación con que el experimento sirve de proceso conector entre la experiencia y las teorías oficiales, como de la idea en relación con que la construcción del conocimiento es similar en la investigación y en el aprendizaje de la física, de ello el papel de la experimentación no puede ser desligado de la conformación y significación de conceptos dentro del aprendizaje de la física, porque es gracias a ella que podemos reconstruir epistemológicamente las discusiones y descubrimientos de cualquier parte de la ciencia.

Por otro lado, Ayala et al. (2012) plantean más a fondo la cuestión fenomenológica dentro de la clase de ciencia, para ello se observa la práctica experimental como una posibilidad para ampliar y organizar la experiencia de los sujetos. Así como con la formalización de relaciones y la concreción de supuestos conceptuales, da como resultado algo denominado por los autores como la ampliación de la experiencia. Por ejemplo, citemos el caso del electromagnetismo, donde no se tiene una experiencia sensible apreciable que permita tener un fenómeno en el sentido de algo que se aparezca ante la conciencia y de lo cual se pueda empezar a hablar. En un caso como el enunciado la actividad experimental resulta útil para construir el campo de efectos, relaciones y lenguajes en las cuales se puede ubicar la discusión.

Esta construcción de fenomenologías en el aula permite que las personas luego de su experiencia directa tengan caminos y formas de hablar del fenómeno. Y si se logra que las

personas apropien los contenidos para que hablen en su cotidiano, se podría hablar que se amplió la experiencia de las personas y que los procesos de reconstrucción fenomenológica han sido útiles, porque se logró un reconocimiento de los experimentos y los elementos cuantificables dentro de los mismos, cuestión que replantea las dinámicas frente a los fenómenos que se estudian u observan con el fin de comprenderles y caracterizarles. De lo anterior se evidencia como la metodología actual que se ciernen sobre diferentes espacios académicos que emplean la física, presentan una necesidad urgente de establecer formas interactuar entre los estudiantes con la parte experimental de las teorías antes de interaccionar con los postulados o fórmulas matemáticas que también hacen parte de una formalización como en el caso de los fenómenos electromagnéticos.

#### **1.4. La historia de la ciencia en clase de ciencia**

Dentro del contexto de la enseñanza de las ciencias se observa que el aprendizaje de teorías complejas, demanda al estudiante el desarrollo de una serie de competencias, que como se dejó claro en el anterior punto, en la realidad directa las aulas de clase, existe urgencia de dar una carga experimental que haga más entendible la matematización de un fenómeno como es el caso de las relaciones entre lo eléctrico y lo magnético, terreno teórico de donde emergió la presente reflexión de la clase de ciencias, frente a esa situación emergen posibilidades como la revisión de la historia de las ciencias y de otro tipo de fuentes que amplíen las perspectivas que se tienen en relación con los procesos de conceptualización desarrollados por quienes fundamentaron desde la experimentación, teorías que hoy se observan en los textos oficiales bastante corregidas como evolucionadas.

Hablando de la escuela, lugar al que el maestro lleva dichas construcciones, se encuentra frente a los requerimientos de un currículo oficial denominado los Derechos Básicos De Aprendizaje del MEN de Colombia, que junto con otros documentos buscan secuenciar y estandarizar los contenidos dándole más importancia sobre otro tipo de competencias para con la física a destrezas que están desligadas de estos ideales de la comprensión fenomenológica, ya que buscan más el saber matemático.

De esta situación problema la clase de ciencia se encuentra tan condicionada, que la mejor forma de hacer entendible los saberes matematizados se encuentra dentro de la experimentación vista como el puente para la revisión del desarrollo de formas de pensarse y de conceptualizarse el mundo que tenían los protagonistas dentro de las memorias de las ciencias, estos elementos permiten al maestro comprender los objetivos y materiales que sirvieron como medio de demostración de relaciones o teorías tales como todas las que permean el inicio de los estudios en electromagnetismo. En el siguiente diagrama se presenta la forma en que se considera se pueden abordar, en un salón de clase, unos fenómenos como lo son los eléctrico y magnético, pero a su vez frente a cada paso del ciclo aparecen los factores conflictivos que entran a formar las discusiones que rodean la enseñanza de las ciencias junto con la actividad experimental, lugar donde la historia tiene un papel relevante como fuente adicional de procesos a tener en cuenta para el desarrollo de competencias dentro del aula:

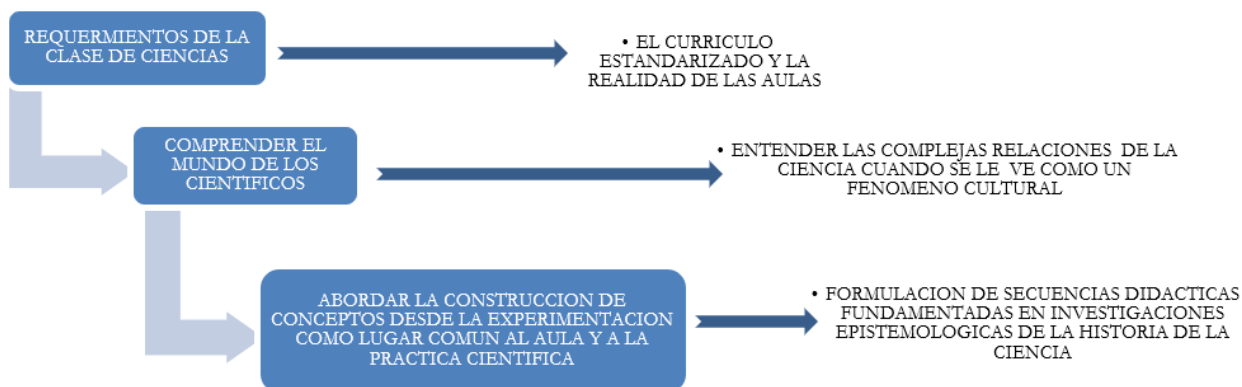


Figura 1: Discusiones frente a la propuesta metodológica

### 1.5. El estudio histórico crítico y los procesos de experimentación en el aula de ciencias

Continuando con las dificultades que emergen en la enseñanza, se tiene un hilo conector entre historia de las ciencias, la actividad experimental con la construcción de conceptos, para esta construcción es necesario referenciar que las relaciones entre los fenómenos eléctricos con los magnéticos fueron construidas por personas que animadas por discusiones apoyadas en datos empírico-experimentales, discusiones filosóficas y metafísicas de lo natural, explican sus experiencias creando formas particulares de describir lo que ocurre en el mundo de los fenómenos; De esta manera, lograron entender cómo funcionan los mecanismos que relacionan electricidad con magnetismo, elemento sobre el cual reposa gran parte de todo el mundo tecnológico que hoy nos rodea.

Cuando inició la construcción de la presente propuesta, emergieron diversos caminos por los cuales abordar dicho espacio de discusión y experimentación, las primeras fuentes fueron los

libros de texto y las referencias a cursos de electromagnetismo, dentro de estas observaciones emerge uno de los autores más nombrados dentro de la teoría y es el filósofo natural o científico Michael Faraday el cual en sus trabajos originales, hace una revisión de otros autores, como de sus experimentos, además de una forma de proceder que ejemplifica el proceder científico, ya que en la obra de dicho personaje se amplían las explicaciones y experimentos realizados por Oersted y Ampere, espacio teórico en donde se forman los orígenes de los estudios del electromagnetismo.

Se busca dejar claro que la revisión de los textos originales, de las postulaciones teóricas que hoy se observan evolucionadas dentro de los libros de texto, es una de las formas más propias de entender las conformaciones epistémicas que permitieron la concreción de imaginarios y de cuerpos de aplicación basados en la actividad experimental. Para el presente texto se revisaron textos originales de los tres autores enunciados y seccionados como indicaremos dentro del capítulo dos. Cabe aclarar de paso que no se abarco la totalidad del pensamiento de cada uno de ellos debido a su amplia cobertura reflexiva, que toca variadas esferas o ramas del conocimiento como la física, las matemáticas, la química e inclusive la filosofía; De lo anterior se hace evidente la relevancia de hacer una revisión de la conformación de los nexos entre electricidad y magnetismo, como de los conceptos que sustentan parte de la teoría electromagnética. De esta manera se pone de manifiesto el propósito de significar y transmitir la actividad científica real, cuando se es maestro de ciencias.

Según lo anterior es necesario partir del hecho, de que la actividad experimental ha sido protagonista en la obtención de conocimiento científico; ya que de hecho, es uno de los medios más acertados para comprender y aproximarse a una teoría científica, entre las razones que

acompañan dicho argumento podemos señalar que la experimentación permite a los sujetos no solo recrear las situaciones del descubrimiento, sino que también, dentro del aula de ciencias da al maestro la posibilidad de guiar al entendimiento por un camino o mirada concreta de los contextos de gestación de las ideas, que pueden a su vez conducir a la comprensión de las condiciones que rodeaban a las formulaciones de los científicos u hombres de ciencia.

Este objetivo central de significar los conceptos acuñados, desde el estudio de los fenómenos y sus relaciones con las ecuaciones que se enseñan en la escuela desde una práctica experimental, coloca de manifiesto; como la curiosidad y la construcción de explicaciones alrededor de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos (RFEM), o cualquier elemento de estudio en el aula de clase, podría encontrar fundamento en el lenguaje científico extraído de un estudio histórico crítico, que para el caso del presente documento tiene como centro las actividades de los tres filósofos que estructuraron el origen de los estudios de electromagnetismo.

La evidencia de dicha construcción y contribución muestra como el conocimiento científico se renueva al ser una construcción cultural que da la oportunidad al estudiante de convertir las impresiones de sus sentidos en: (1) datos empíricos procesables por la razón, (2) La construcción de puentes e inferencias entre dichas prácticas con rasgos teóricos comunes, logrando que la experimentación orientada en el aula de clases facilite analizar y tender hilos conductores entre las situaciones nuevas permeadas por las indicaciones del maestro y los conocimientos previos de quienes aprenden. De esta forma la elaboración de imágenes de realidad apoyadas en teorías científicas, tienen la posibilidad de albergar más elementos que le den cohesión y coherencia en un contexto de desarrollo para la gestación de un concepto, con el

fin de propiciar su recontextualización en el aula de clase y (3) la obtención de dichos datos o situaciones deseadas se resignifican al poder brindar una descripción detallada de los procesos que permitieron la producción de las primeras interpretaciones o explicaciones validadas por comunidades de expertos.

Finalmente son dichas interpretaciones de las cuales emergen elementos que enriquecen el discurso y las prácticas de las ciencias, evidencia sólida de esta actividad científica que desarrollan los promotores del estudio de las RFEM, son traducidas en estudios, controversias y renovaciones técnicas, realizadas dentro de los montajes empíricos que dieron su inicio con las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, hecho que marcó una revolución científica y tecnológica en el primer tercio del siglo XIX, que permitió mejorar ampliamente la perspectiva que se tenía de los llamados *fluidos imponderables* (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 10) y (Díaz-Hellín, 2001, pág. 22), sino que también emergen diversidad de estudios que buscan medirles, relacionarles, explicarles y utilizarles en la mejora de la calidad de vida.

De todo elemento producto del estudio sistemático de la naturaleza, surgen avances importantes como el control de la corriente eléctrica y la generación de la misma, de este terreno emergió el problema llevado al aula con el fin de comprender mejor esa relación entre electricidad y magnetismo que buscó darse a entender en la aplicación de la presente propuesta.

#### **1.6. El maestro como revisor e investigador dentro de la historia de las ciencias**

En este sentido, se debe tener presente el propósito del maestro de guiar ese suceso del entendimiento a los estudiantes, especialmente en todo lo relacionado a la ciencia, la cultura y la

tecnología (como de la trasmisión y comprensión que se genera de las tres dentro de la escuela). Pues, de los nexos entre estas tres se ven afectadas y condicionadas nuestras vidas, al punto que muchos objetos o artefactos cotidianos, se encuentran cargados de ciencia, pero las personas sumergidas en este contexto no lo comprenden ni perciben, ello se hizo visible en la práctica de la enseñanza, donde cuestiones tan sencillas para personas que son expertas en diversas ramas de la ingeniería, la ciencia o la docencia de las ciencias, no son igual de simples de entender o si quiera de percibir (identificar), en la realidad inmediata de personas en formación como los estudiantes de un espacio determinado (la escuela), los cuales generan revuelo e inseguridad conceptual, al ser cuestionados por las descripciones científicas que se pueden hacer de aparatos cotidianos como el microondas, ya que a pesar de ser elementos con los que compartan a diario tanto en casa, como en la escuela, no son conscientes de que teorías o conceptos permitieron su obtención, mucho menos pensar en qué les anima o hace posible tener estos artefactos funcionando. Finalmente, como el mundo cambió a partir de la concepción de ciertas ideas que modificaron nuestras formas de vida.

En la práctica de la enseñanza de las ciencias se observa un desequilibrio en la posibilidad de resolver problemas de forma ordenada y coherente como nos los pide el método científico. En grados de educación media, este cúmulo de factores son los que más dificultades dan a los estudiantes que llegan a una asignatura como la física de media académica, en la que necesariamente se plantea construir una imagen compleja (formalización matemática de un evento) de un fenómeno como el electromagnético. Ya ubicado en este punto de reflexión central del presente texto, se plantea la idea de llevar al estudiante por un mundo académico con sus herramientas científicas e investigativas configurando todo el alcance explicativo de los estudios

de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, tanto para comprender el mundo en el que vivimos, como también una forma de aproximarnos a la idea de la ciencia como actividad cultural, creando un nexo tanto para promover el papel investigador del maestro en los procesos cognitivos que supervisa y promueve, como también para aproximarnos a formas nuevas de enseñar las asignaturas dentro de la escuela de una forma clara y relacional, luchando por abandonar imaginarios acerca de las llamadas ciencias “duras” y las dinámicas “convencionales” de su aprendizaje en el aula.

Según lo anterior se escogió una imagen o visión cultural de la ciencia, para aclarar algunos horizontes de la presente propuesta, esta construcción fue iniciada dentro de los estudios de maestría en docencia de las ciencias naturales en la Universidad Pedagógica Nacional que, en conjunto con otras discusiones, publicaciones y textos de corte científico, sociológico, filosófico y divulgativo, fueron los referentes teóricos y procedimentales de este documento. Se encontró particularmente un autor que mediante sus aportes en un libro que lleva como nombre ¿Qué es la ciencia?, texto donde se da inicio a reflexiones o discusiones referentes a la dimensión sociológica de la ciencia, la cual existe como un medio de investigar la historia y sus relaciones en las conformaciones de lo que hoy conocemos como ciencia, de ello esta dimensión de la ciencia aparece:

No para reemplazar la dimensión filosófica tradicional sino para ampliarla, se considera que las ideas son elementos culturales, así como entidades cognitivas, además se considera que los actos individuales de observación y explicación obtienen significado científico de los procesos colectivos de comunicación y crítica pública, finalmente se considera que la noción de método científico se extiende a toda una serie de prácticas sociales fuera del laboratorio. (Ziman, 2003, pág. 26)

En ese orden de ideas, la ciencia ofrece diversidad de matices o fuentes de información que favorecen el entendimiento y conceptualización de las ideas que son la ciencia, elementos que presentes en textos con referencias, reflexiones, investigaciones, búsquedas, análisis, cuestionamientos o propuestas, abren caminos de entendimiento para una reflexión docente; de lo anterior se afirma que el presente ejercicio investigativo propone la revisión de ***dos puntos esenciales dentro de la enseñanza de las ciencias: 1) lo relacionado a lo pedagógico y 2) todo lo relacionado al desarrollo del conocimiento científico***, pilares teóricos que convergen en el desarrollo conceptual y cognitivo de quienes asisten a la escuela y ven clases de ciencia.

Los elementos que bordean y delimitan las dos discusiones que surgen junto con su explicación de la reflexión docente de por qué enseñar ciencias y la íntima relación que debe entrañar con el entorno de quienes aprenden, surge de observar las posibilidades de la ciencia misma, en la cual se reunieron esfuerzos para poner de manifiesto las formas en las que haciendo uso de todo lo que se dispone como maestros se puede cumplir con los diferentes requerimientos presentes en la educación formal colombiana (idea que esta sintetizada en el siguiente gráfico donde se referencia y se contextualiza el centro de la reflexión docente) y como la ciencia da elementos que pueden dar luz a la comprensión pedagógica y disciplinar de la enseñanza de la teoría electromagnética:

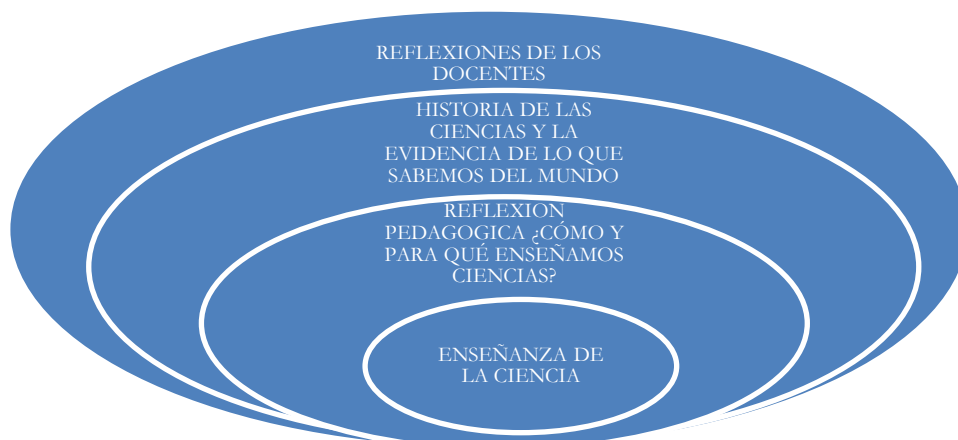


Figura 2. Conjunto de reflexiones en la enseñanza de las ciencias desde el papel del docente

En esta figura se presenta en el foco de la reflexión docente la enseñanza de la ciencia, de donde se muestra una relación de contención, de la cual emergen relaciones mostradas a lo largo del texto, en consecuencia el puente que las une, es lo que debemos enseñar, por qué enseñarlo y bajo qué condiciones; estos elementos delimitan la reflexión pedagógica que permite la estructuración en la que se enfocó el plan operativo docente para promover las comprensiones de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. Dentro de estas reflexiones pedagógicas se encuentra el objetivo de la enseñanza de las ciencias, que es hacer útil los conocimientos de la misma en la vida de las personas que le aprenden, pero como se ha venido señalando la ausencia de procesos experimentales empañan estas búsquedas de reconstrucción fenomenológica dentro de la clase de ciencias.

Dicha ausencia se hace más evidente cuando se pretende desde el trabajo docente, llevar a los sujetos por tránsitos experimentales que les permitan su desarrollo cognitivo, porque es el eslabón que une las dimensiones sociales y epistémicas de la ciencia, la aparición de factores cognitivos en nuestra imagen supone un punto decisivo de ruptura con la *leyenda y el mito*

(Ziman, 2003, pág. 45), de allí que la imagen que se pide de los fenómenos debe estar basada tanto en la experiencia como en las construcciones empíricas emergidas de las teorías. En conclusión, la concreción de actividades basadas en la exploración experimental abre posibilidades de entendimiento superiores a las ofrecidas por las metodologías de solo trabajo con fórmulas y despeje de datos.

### **1.7. Estrategias metodológicas ligadas al desarrollo experimental y conceptual**

En ese orden de ideas, un sujeto que desee tener acceso a los conocimientos de una ciencia, solo tiene posibilidades de entenderle, si aprende tanto sus lenguajes particulares, como las diversas formas de indagar a la hora de contemplar los objetos y problemas puntuales de la misma, para ello ésta nos muestra u ofrece una serie de arreglos y formas de significar y comunicar de lo que está presente en el mundo, tanto para explicárselo a los demás en comunidad, como para la concreción de un lenguaje común y específico típico de los grupos científicos que trabajan con una especialidad inherente a la ciencia. De acuerdo con lo anterior, se entiende que cada ciencia en particular es poseedora de un lenguaje y de unos métodos de proceder, estos últimos son el punto de partida de procesos de comprensión y validación, que subyacen a todo descubrimiento científico, y por ende hacen parte de la ciencia.

Sin embargo, estos tránsitos muchas veces en la escuela son dejados de lado por ser vistos como una serie de elementos sociales y de corte subjetivo, que se encuentran descritos en la historia, pero que deberían ser cimentadores de entendimiento. Respecto a eso que llamamos ciencia, y por su uso la evolución del pensamiento, nos puede ayudar a comprender como es nuestro propio crecimiento cognitivo como cultura humana, es decir la ciencia ha dejado

evidencias en sus formulaciones para que en relación a que en estas últimas se evidencien productos de la conciencia humana, a la vez que muestran el afinamiento del entendimiento del mundo o la imagen que nos construimos del mismo a partir de las comprensiones y análisis que emergen en la historia de las ciencias.

Dicha situación es generada en gran medida por los privilegios evaluativos y requerimientos del sistema de educación, que se les dan a los sistemas predictivos sobre la comprensión sensible de los fenómenos, siendo el primer obstáculo que se tiene en la significación de las ecuaciones desde la experiencia sensible. De hecho, si el trabajo en ciencias con las matemáticas se fundamentará en la contemplación de variables y constantes emergidas de procesos experimentales, se haría más sencilla la creación, comprensión o inferenciación de relaciones encaminadas a obtener funciones, relaciones o ecuaciones. Esto último nos permite tener control de los elementos que la ciencia ofrece, los cuales, para ser vistos en la escuela con el fin de emplearlos en situaciones nuevas del cotidiano, requieren de la existencia y afinamiento de competencias en relación a la comprensión del lenguaje tanto matemático como científico.

Esta última idea es el objetivo primordial de los actos educativos, traducidos en que, a todo concepto formal dado por el maestro, se le debe hallar un espacio práctico en lo cotidiano de las personas, y de este modo, afirmar que se utiliza la ciencia; Por otro lado, el papel de la ciencia es desarrollar no solamente la parte cognitiva del ser humano en aras de mejorar su calidad de vida, sino que también aparece en el lugar denominado escuela y es allí donde se le pide como fin último lograr que quien aprende; reproduzca procesos mecánicos de resolución de problemas, que simplemente envueltos en formalismos matemáticos, tienden una barrera de lenguaje incomprensible para muchos y limitan el acceso a los saberes de las ciencias. En

conjunto con sus situaciones descritas y explicadas, es decir, muchas de las prácticas oficializadas de lo que se entiende y practica como enseñanza de la ciencia alejan a las personas de poder comprender, contribuir y beneficiarse de ese mundo científico.

En contraposición, la gran variedad de maestros que dirigen estos espacios de aprendizaje y enseñanza, hacen perder ciertas fascinaciones con que llegan los niños y jóvenes desde su experiencia sensible al salón de clase, las empañan mediante la presentación del contenido y la formulación de experticias desligadas de reflexión u observación práctica de lo que viven como sujetos, en consecuencia no se tiene en cuenta que lo anterior es la materia prima con la que el maestro debería formular sus trabajos en el aula, en algunas ocasiones son variados los factores que se podrían solucionar con tan solo una intervención a lo que se denomina la educación estandarizada, ya que al modificar las formas en que se dan las informaciones y se abarcan los contenidos, se podrían modificar ciertas reacciones que se dan al revisar ciertos dominios de la ciencia física, por ejemplo el electromagnetismo, los cuales con una reflexión y robustecimiento práctico en relación con las investigaciones que nutren las dinámicas profesionales de los maestros, permitiría conciliar los requerimientos con los insumos que se disponen para mejorar la práctica educativa en el mundo de la enseñanza de las ciencias.

Con lo anterior se evidencia que las prácticas de enseñanza de las ciencias generalmente no transmiten fascinación, ni cultivan la curiosidad; a veces ni siquiera transmiten el origen, el objetivo o fundamentación real de la ciencia. Ciertamente en diversos espacios académicos de media académica, se observa que uno entre casi treinta personas, se inclinan por la continuación de sus estudios en temas relacionados con las ciencias exactas y más que todo por la ingeniería, y en esa misma línea se observa que son más pocas las personas que desean emprender el estudio

de una asignatura pura como una física, química o biología, al menos así, se ha manifestado ese patrón en los sitios donde quien escribe estas líneas ha sido estudiante y docente.

De acuerdo con lo anterior, es posible cuestionarse respecto a **¿cuál será este objetivo que mueve a las ciencias?**, y **¿que resultaría si tomamos como evidencia para saberlo, lo que se enseña de ciencia en los espacios académicos?**, **¿Qué imagen resultaría de ello?** Las anteriores formulaciones recaen en la reflexión tanto del maestro, como de quien aprende, y de donde brota la urgencia de conciliar las posibilidades de los contenidos de la ciencia en la escuela, con el objetivo de cumplir con los requerimientos a los que se ven abocados maestro y estudiante, cuestiones que limitan o condicionan sus diversas relaciones con la ciencia, convirtiéndola muchas veces en la materia indeseable o en un elemento que por ser incomprensible se prefiere dejar de lado, llevándonos a afirmar que son asignaturas no aptas para todo el mundo y otras afirmaciones infundidas desde las creencias y la cultura popular, que afloran en todo espacio académico donde se discuta la relevancia de los contenidos de las ciencias que se enseñan en las escuelas.

Con esta idea de base se plantea la posibilidad de una reconstrucción fenomenológica, como parte esencial en la creación de actividades de aula, que solicitan a quien aprende trabajar con elementos, no solo como escalas de medición sino también con leyes y argumentos centrales de teorías que hablan acerca de la experiencia sensible de sujetos que vivieron en otras épocas y que hoy día estudiamos en las aulas de clase por sus descubrimientos y relevancias en el mundo de las ciencias, como de las reflexiones que afloran al instante de exponer las dudas y los eventos a los ojos de los estudiante, de lo anterior emerge el siguiente un cuadro de análisis de ciertos trabajos de grado donde se hace explicación metodológica y de los medios posibles de introducir

la práctica experimental como centro básico en la comprensión de los argumentos y caracterizaciones de una teoría como lo es el caso de la electromagnética (Ver Tabla 2).

Con la construcción de la propuesta experimental, se busca enriquecer el quehacer docente en dicho espacio de aprendizaje que es la clase de física, esencialmente porque se abordó una forma particular de alcanzar el entendimiento de un fenómeno visto en términos de conocimiento científico, basándose en el ordenamiento de la experiencia sensible, en otras palabras, se busca poder ver el aula de clases como un espacio que permita la reconstrucción del pasado y de toda la carga tanto social como procedimental que conlleva un descubrimiento. Dentro de esta situación se halla al maestro como un ente investigador que clarifica y separa en lo metodológico una serie de dificultades halladas en el diario vivir de su labor, en este sentido, se debe propender porque el estudiante produzca al menos discursivamente y recree procedimientos dando cuenta, no solamente de que es una obra científica, sino de las características que debe tener una actividad cultural y sus resultados para ser considerada como científica.

*Tabla 2.*  
*Revisión de propuestas de enseñanza de la maestría en docencia de las ciencias naturales*

<b>Bibliografía</b>	<b>Tipo de investigación y su relación con la enseñanza de las ciencias con elementos de experimentación</b>	<b>Metodologías enfocadas a la práctica experimental</b>
Estudio introductorio de la fenomenología de la interacción eléctrica y la interacción magnética mediante el modelo de enseñanza como investigación orientada: análisis del aprendizaje en estudiantes de grado octavo (Spell, 2016)	Se muestra un desarrollo de investigación centrada en la interpretación de los significados en relación a un cuerpo electrificado y uno que no lo está, basados en la observación y practica de dicho axioma se trabaja la metodología denominada fenomenografía (conceptos y formas de razonamiento) de Marton, que es un estudio empírico de los distintos modos o formas a través de los cuales los individuos vivencian, perciben, comprenden o conceptualizan varios fenómenos y características de su mundo. A pesar de ser este tipo de investigación de corte cualitativo se emplean métodos cuantitativos en la recolección de información. Al iniciar la investigación deja en relieve la propuesta de un modelo didáctico de enseñanza de las ciencias enfocado en la investigación orientada acompañado de una perspectiva de la enseñanza	Se parte del hecho de la construcción de un cuestionario de ideas previas que permitieron determinar cómo proceder con la secuencia de actividades, este cuestionario daría un sustento desde para las actividades a seguir, que parten de la interacción sensible con configuraciones experimentales que dejaran en relieve la interacción eléctrica y magnética, de lo cual el mismo autor afirma que se puede trabajar estos problemas de conocimiento relacionados a la electricidad y el magnetismo sin necesidad de hablar de electrones y protones a la hora de dar evidencia de la comprensión que se tiene de por qué suceden las interacciones entre los elementos eléctricos y los magnéticos.

---

en términos del paradigma constructivista.

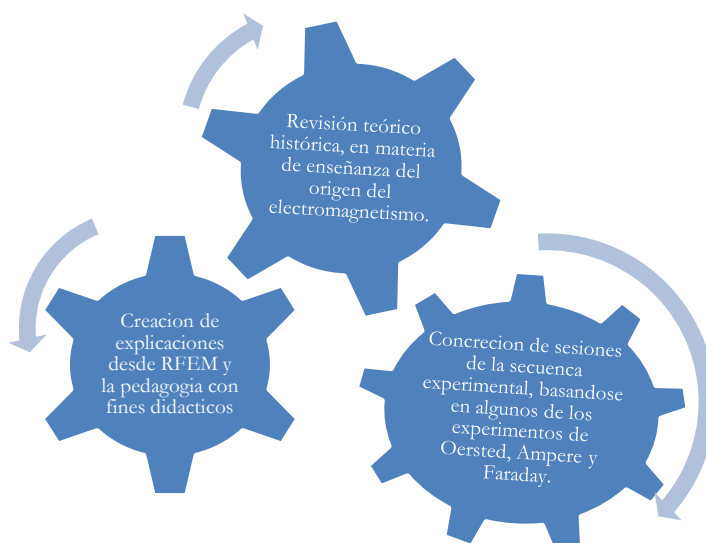
---

Construcción de representaciones en la Actividad experimental a propósito de la Fenomenología de lo magnético (Naranjo, 2016).	El presente trabajo caracteriza los procesos de construcción de representaciones del fenómeno magnético, sustentado la construcción de las actividades con un estudio histórico crítico, además de analizar el proceso de construcción de explicaciones llevado a cabo por un grupo de estudiantes de grado noveno del Colegio Fundación Nueva Granada al organizar la fenomenología de lo magnético, esta última fue construida desde los imaginarios y procesos de corte geométrico que favorecían las representaciones del fenómeno a estudiar, en relación a estas dinámicas y planteamientos surgen algunas inquietudes que se responden a lo largo del trabajo, en relación a como aprenden y como esquematizan las personas en formación, que contribuye y en que dimensiones la parte experimental en el desarrollo de descripciones y conceptualizaciones que se puede utilizar en diversos contextos, con el fin de dar una mirada “científica” a la experiencia de interactuar con el imán descubriendo su propiedades y cualidades medibles.	El aspecto dinámico de la representación en el estudio de lo magnético permite al maestro intervenir en la elaboración de las representaciones mediante lo experimental para enriquecer lo que el estudiante representa. La construcción de representaciones de lo magnético es diferente para cada persona que lo desarrolla. En el documento se centra en los estudios de Gilbert y Faraday que son dos exponentes que enfatizan en aspectos particulares mediante sus procesos de representar los fenómenos, por otra parte, hay diferencias en las concepciones que tiene del cuerpo y de medio. Así como su forma de proceder que se guía no solo por unos supuestos, sino la forma de pensar la observación y construir el fenómeno con un soporte en lo experimental, siempre en miras de encontrar una explicación a lo que sucede si se aborda como punto de partida los datos empíricos sacados de experiencias.
La construcción del concepto de FEM y otros asociados en el contexto de la electricidad, transformando modos de hablar y maneras de experimentar (Patiño & Morales, 2015).	Al igual que los anteriores dos documentos se hace una lectura del contexto y del discurso por así decirlo del estudiante al finalizar la intervención propuesta por el maestro, se evidencia una serie de ordenamientos de la información y de la preparación de la misma que permite ver el estudio comparativo que se desarrolla en términos de proponer una actividad experimental con el fin de enriquecer la experiencia de los estudiantes, llama la atención la forma en la que le da relevancia a unas habilidades científicas que acompañan todo el proceso descriptivo de aplicaciones, material del cual se extrae el análisis de lo que se dice y las formas de hablar de las experiencias por parte de los estudiantes.	Se estimula el desarrollo de montajes experimentales en miras a comprender cada uno de los conceptos relacionados con la FEM, de donde emergen diversas dinámicas de clase, donde para el caso de la electricidad la actividad experimental adquiere aún más importancia, y es evidente en tres aspectos mencionados en el trabajo el primero, la construcción y comprensión de fenomenologías, en segunda instancia la ampliación de la experiencia, y finalmente la construcción de modos de hablar del fenómeno.

---

Con esta última idea de lo que se busca transmitir en la propuesta experimental, dentro del tránsito formulado, se toma como objetivo central la identificación de toda la serie de requisitos de corte descriptivo y cualitativo que componen las labores que realiza la ciencia en sus procesos de formalización, claros ejemplos de lo anterior son los lenguajes gestados alrededor de la reflexión y observación de los fenómenos que en consonancia con el uso de las matemáticas, que le sirven a las ciencias para poder explicar ciertos nexos entre variables que se identifican dentro de las teorías, así abarcar comprensiones extendidas desde ciertas relaciones y sintetizar conceptos o definiciones en relación al mundo que nos rodea.

En síntesis se presenta un diagrama que reúne la forma en que se construyó la propuesta de enseñanza descrita en el capítulo tres, cuya estructura está sustentada en un estudio histórico crítico del origen de electromagnetismo en donde se establecen relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, trabajo que está consignado en el siguiente capítulo, con ello y la argumentación dejada en líneas atrás se pretende defender la tesis que emerge para abordar los procesos de enseñanza y de conceptualización dentro de la clase de física:



*Figura 3. Síntesis metodológica*

**El estudio histórico crítico de la conformación de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, como base para la fundamentación e implementación de una propuesta de enseñanza, potencia los procesos de conceptualización y comprensión a partir de la experimentación como centro de la construcción fenomenológica en la clase de ciencias.**

### **1.7.1. *Objetivo general.***

Fundamentar y analizar el impacto de una propuesta experimental en el aula de clase, enfocada en el desarrollo de conceptos partiendo de la experiencia sensible, para la comprensión de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos (RFEM).

### **1.7.2. *Objetivos específicos.***

- Estudiar los experimentos más relevantes que permitieron relacionar electricidad con magnetismo, desde la revisión histórico-crítica a los textos seleccionados de Faraday, Oersted y Ampere.
- Diseñar una secuencia didáctica para desarrollarla en el aula de clases, permitiendo establecer relaciones, a partir de los experimentos, entre los fenómenos eléctricos y los magnéticos.
- Categorizar y analizar las experiencias, trabajo y explicaciones construidas por los estudiantes luego de la interacción con las actividades propuestas a modo de reflexión en la enseñanza de las ciencias.

## **2. El comienzo de una revolución científica; el estudio de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos**

Las posibilidades de abordar las relaciones de los fenómenos eléctricos con los magnéticos, ofrece para el docente un sin fin de combinaciones interesantes como se evidenció en el primer capítulo. Espacio donde se aclaró la urgencia de fortalecer los procesos de conceptualización teniendo como base las experiencias que se propician en las aulas de clase. Este objetivo inició su fundamentación o esclarecimiento metodológico en la revisión de formas en que la escuela se está aproximando a dichos contenidos, teniendo en cuenta no solo la experiencia con la que cuenta quien escribe dentro del contexto de la enseñanza de la física, sino que apoyado en ello como reforzado en una serie de indagaciones a cuestiones ya enumeradas, podemos observar la diversidad de condicionamientos que determinan ciertas formas de proceder como maestro a la hora de enseñar esta parte de la ciencia.

Elementos como los libros de texto oficiales y los estándares básicos de enseñanza dejan entrever las necesidades de entrar a revisar los estudios originales que fundamentan todas las publicaciones, avances y esquemas, que se tienen en materia de ciencia como en la enseñanza de la misma, dichos textos originales serán el centro de análisis del presente capítulo, ya que la revisión de estos estudios permite desentrañar ciertos procesos de conceptualización basados en la experiencia sobre las cuales se fundamenta la ciencia que estudiamos hoy en los espacios académicos, la cual está en la imperante búsqueda de entender más acerca de las relaciones entre los fenómenos de la naturaleza.

Lo anterior propicia la revisión de los textos históricos y trabajos originales de los autores que fundamentan el origen de los estudios de electromagnetismo, los cuales ayudan a comprender sistemáticamente la conformación de una idea y su impacto en el entorno donde fue desarrollada; dicho cúmulo de información brindó a la presente indagación diversos matices interesantes que nutrieron las cátedras y diseño de material educativo, con el fin de alcanzar en un salón de clase de grado once de educación media, una serie de comprensiones y de competencias en relación a lo que hoy se entiende por electromagnetismo.

En el desarrollo del presente capítulo se trabajará la imagen de electromagnetismo que se construyó dentro de la investigación, la cual a su vez nutrió la práctica que será relatada en el tercer capítulo, la primera revisión a la literatura que existe en relación con los estudios que hagan análisis o revisión al origen del electromagnetismo, generó una serie de criterios para la revisión de los textos originales tales como el señalamiento de unos condicionamientos ideológicos, técnicos e intelectuales de la época en la que se desarrolla dicha construcción teórica, ello apoyado en la lectura y descripción de un contenido que permitió entender y significar la relevancia de estas caracterizaciones de los fenómenos, donde elementos como lo **metafísico de un conocimiento**, permitían la argumentación de las explicaciones dadas por los autores analizados, ello implica una mención a cómo fue su vida y la relevancia de **los problemas de conocimiento** trabajados por estos autores en sus investigaciones (Berkson, 1985, pág. 35).

Finalmente se condensó una referencia detallada a los **experimentos relevantes** que se pueden observar descritos dentro de los textos originales, dejando en relieve una reflexión de la relación ciencia y tecnología, donde se puede evidenciar una evolución en las ideas a través de

los objetos, la cual contribuyó en conjunto a entender la particularidad de los elementos de algo que hoy se conoce como circuito, ya que cada una de sus partes tiene una historia que hace parte de la ciencia, por ejemplo la sola posibilidad de tener electricidad constante al servicio de todos, es un proceso de maduración de ideas, que ha continuado dando avances como lo es todo el complejo de comunicaciones que se tienen hoy en día y utilizamos de forma cotidiana (por ejemplo los celulares) objetos que son posibles gracias a la comprensión y profundización en el estudio de las relaciones entre electricidad y magnetismo.

De lo anterior se resalta la idea de buscar comprender dentro de las aulas de clase, toda la información presente en los libros de texto y de la comprensión de los requerimientos del currículo estandarizado, de esta manera se pretende dar lineamientos a la reflexión teórica y disciplinar respecto a la experimentación en la enseñanza de la física electromagnética, esto con el fin de enriquecer los procesos de conceptualización que dieron como fruto las teorías que estudiamos y aplicamos en los diversos espacios académicos, ello apoyándose de la revisión de las ideas y publicaciones originales que se enuncian a continuación, para poder formular tránsitos experimentales dentro de una secuencia didáctica, que contribuya a ordenar y ampliar las experiencias que se tiene respecto a estos fenómenos.

### **2.1. Contexto del origen del electromagnetismo**

Para poder dar una revisión a los eventos que rodeaban la formalización de lo que se entendía por fenómeno eléctrico, magnético, como de sus relaciones, fue necesario entender que la vida misma de los personajes que inician los estudios de estos fenómenos, estuvo fuertemente influenciada por puntos de vista filosóficos y teóricos, que les llevan a una cotidianidad llena de

investigación y de reflexión, concretamente en relación a la naturaleza y explicación de los dinamismos de la materia (en el marco de la filosofía natural), de dicha cuestión afloran diversos elementos que permean directamente las prácticas de Oersted, Ampere y Faraday, que a su vez están vinculadas con su filosofía y por ende sus objetivos científicos, los cuales (Berkson, 1985, pág. 35), influyen sobre la elección de los problemas a investigar y las formas de abordarlos.

Cuando pensamos en el contexto de aquella época, hay que centrarse en elementos puntuales que relacionan el nivel técnico alcanzado en materia de laboratorios, como de la afinación de la razón y de la percepción en términos descriptivos (metafísicos), como del surgimiento de una necesidad particular de ser más experimental en obtención de datos extraídos de situaciones controladas, típico de la evolución de la filosofía natural en las ciencias. Primero respecto a la parte técnica, una de las más grandes contribuciones la realizó el señor Alessandro Volta quien dentro de la historia de las ciencias, protagonizó dando gala de su capacidad deductiva, invención técnica y razonamiento explicativo, e inspirado en los órganos eléctricos de peces como la anguila, el pez torpedo o el pez gato africano, realizó aportes sobre el entendimiento de los fenómenos eléctricos y desarrolló mediante la invención de su pila un elemento que simulaba ese órgano productor de electricidad que tenían estos animales, este desarrollo fue basado en el principio de reacción química de ciertos líquidos en contacto con metales de diferentes especies que producían esa conmoción en el cuerpo de la corriente eléctrica al tocar dicho órgano artificial.

Para explicar rápidamente los estudios desarrollados por este personaje, como algo de la carga teórica con la que impacto en el mundo de las ciencias, observaremos dos argumentos que se pueden ubicar en textos propios de él, dos cartas escritas a Anton María Vasalli en los años

1794 y 1795 que anteceden a la carta enviada por el profesor de filosofía natural de la Universidad de Pavía a Sir Joseph Banks, y que fue leída delante de la Sociedad Real el 26 de junio de 1801, con la que Volta presenta su pila: 1) Volta al publicar su estudio y su invento de la pila contaba con una experiencia dotada de datos empíricos valiéndose sobre la clasificación de materiales teniendo en cuenta la capacidad que tienen estos para generar una movilidad de fluido eléctrico cuando actúan en conjunto y por contacto. 2) La configuración de experiencias para relacionar y enriquecer los datos que se estudiaron, que le permitieron tener clasificaciones de materiales y una noción de lo que sucedía con su contacto.

Así pues, resulta preciso mencionar que la pila eléctrica se vio antecedida por todo un trabajo y construcciones en relación a electrostática, lo que da cuenta de la atención de Volta por la experimentación soportada en la consulta de diversidad de textos que llegaban a su poder en materia de electricidad. Igualmente, es de resaltar el continuo intercambio de correspondencia que sostuvo con personas como Nollet, con quien llega a discutir acerca de la presencia de fuerzas del tipo de atracción newtoniana en los fenómenos eléctricos, o con Beccaria, quien alienta a Volta a no basarse solo en la teoría sino, en todo lo relacionado a la obtención de datos experimentales. De esta forma, al combinar estas actitudes con su saber, se convierte en uno de los más reconocidos estudiosos de su época en materia de electricidad estática.

Ahora bien, a principios del siglo XVIII, Stephen Gray había descubierto que algunos materiales podían electrificarse y que dicha electrificación podía ser transmitida entre cuerpos a través de hilos de cáñamo o alambres de metal, pero no así con materiales como madera o seda, observaciones que se sirvieron como base para el establecimiento de la idea de conductores y aislantes eléctricos. Por otra parte, Benjamín Franklin había concebido que la electricidad era un

fluido sutil que los cuerpos poseían, por tanto, tenían una cantidad normal del mismo. No obstante, ante acciones sobre el mismo como el frotamiento, los cuerpos eran susceptibles de perder o adquirir este fluido, por tanto, si el cuerpo tenía una cantidad que superaba la normalidad, presentaba carga positiva, caso contrario, si el cuerpo tenía una cantidad menor a la normal, adquiriría carga negativa. Con estas ideas circulando en el ámbito académico, y dados los experimentos de Luigi Galvani, Volta emprende la realización de sus experimentos, los cuales recaerían en la construcción de la pila.

Esta breve mención a la carga teórica que tuvo Volta para su descubrimiento, fue nombrada porque sin la invención de dicho elemento los desarrollos de los personajes seleccionados no hubieran tenido lugar, ya que todos contaban ya de por sí con una fuente de corriente continua, no sin dejar de lado todos los estudios del origen de los estudios de electricidad estática los cuales permiten las preguntas que llegaron al análisis de las cargas en movimiento donde el electromagnetismo y las relaciones entre lo eléctrico y magnético toman bastante sentido; continuando con las relaciones que permiten entender el surgimiento de los estudios, hay que revisar la parte de las ideas filosóficas, ya que estas intentan explicar las cuestiones que explican esos comportamientos que surgen en los cuerpos al ser frotados o sencillamente puestos en contacto.

Continuando con la idea de las razones que afinaron la razón y le dieron potencia explicativa a tesis como la de Oersted, es interesante señalar como este y su fascinación por Kant le hace declararse a sí mismo como anti-atomista al igual que él, para ello en *Critica de la Razón*, Kant afirma que la razón no puede decidir entre una concepción corpuscular o continua de la materia, ya que su experiencia directa con el mundo no se lo permite, en consecuencia se tenían

las influencias directas de los sistemas propuestos por Newton (fuertemente influido por Descartes<sup>2</sup> y Galileo), el cual presenta algo similar a lo afirmado por Demócrito ya que aseveraba que el mundo está constituido por corpúsculos sólidos, extensos y espacio vacío. Dichos corpúsculos tienen la capacidad de actuar a distancia y ejercer fuerzas directas e instantáneamente sobre los cuerpos del universo.

Los seguidores de Newton tenían la esperanza que la mecánica de este pudiera extenderse a las explicaciones de las partículas que actúan bajo la influencia de otras fuerzas como la electricidad, pero esto demandaba un cambio en la metafísica con la que se analizaban dichos eventos. Según Berkson (1985) en teoría de campos desde Faraday hasta Einstein, se contempla una explicación de los argumentos en relación a por qué personajes como Oersted continuaron el trabajo científico iniciado filosóficamente por Kant, y fue debido a que este último afirmaba la existencia de fuerzas repulsivas y atractivas únicamente.

En contraste una de las influencias grandes en la mente de Faraday fue la de Boskovich quien se preguntaba en relación a si eran reconciliables las posturas de fuerzas contrarias, con el espacio vacío y los átomos de Newton. Una de las conclusiones más acertadas de este fue en relación a ¿qué necesidad existe de afirmar que los átomos son cuerpos extensos?, ya que si se le asignan fuerzas de repulsión a los átomos o a sus puntos centrales, se afirma que la fuerza que ejerce un átomo sobre otro átomo, lo hace permanecer a cierta distancia del primero, debido a

---

<sup>2</sup> La teoría completa del universo de este fue desarrollada plenamente por Leibniz, y luego retomada por los hermanos Bernoulli, por Euler, por Boskovich, por Kant y Oersted. Este modificó varios aspectos de la misma, ya que según él no podía explicar el problema de impenetrabilidad de la materia. Dicho problema hace converger elementos como la extensión de la materia, además argumenta que se le debe asignar fuerzas a todos los puntos de la materia y no solo a partículas de tamaño finitos. Por otra parte se afirmaba su oposición en relación a que el mundo estaba constituido por átomos y vacío, ya que pensaba que este no podía existir en un mundo gobernado por Dios y que si existía, se alumbraba algo de imperfección en el creador lo cual era inaceptable.

esto la acción a distancia en términos de fuerza estará indicada por esa distancia y la estabilidad que dichas fuerzas dan a los puntos ordenados de maneras particulares para formar estructuras complejas, de ellas se habla de la imposibilidad de penetrar en ciertos cuerpos, y ya para el caso del magnetismo y la electricidad, se puede afirmar que a todo punto del espacio tiene asociada una fuerza que es atractiva o repulsiva según la distancia que existe entre este y otro punto de fuerza, de lo anterior el autor citado se pregunta en relación a ¿cómo un cuerpo puede actuar donde no se encuentra?, ¿por qué no suponer entonces que los efectos eléctricos y magnéticos son una condición de la materia en general?, elemento clave para entender el pensamiento gestado por Faraday ya que el iguala la materia a la fuerza.

Después de toda esta discusión en lo tocante a las cosmovisiones de la materia, su naturaleza, estados y comportamientos debido a la acción de fuerzas, se encuentra resaltado por Berkson (1985) que fue admirable la reconciliación que hizo Kant en relación a que la masa y la extensión deberían estar relacionadas, ya en este punto Kant afirmaba que el universo estaba constituido por fuerzas de repulsión, atracción y vacío, las repulsivas llenan el espacio que ocupan, y actúan sobre los puntos de fuerza contiguos y no a distancia, en contraste las atractivas no pueden llenar el espacio a través del cual actúan, finalmente para él, un cuerpo material es una región continua de fuerzas puntuales rodeada por un espacio vacío. En su entender cada punto de este cuerpo está asociado a unas fuerzas como ya se decía anteriormente, así el equilibrio entre estas dos fuerzas explica la estabilidad de los cuerpos materiales, de esta forma da la imagen que el cuerpo llena de fuerza el espacio que ocupa. En conclusión, para Kant estos tres elementos reconciliados de varias discusiones abarcan tanto la interacción de los cuerpos como de su estabilidad en el reposo.

Por lo anterior es evidente que Kant hizo una mezcla particular entre las ideas que se tenían de la materia, ya que concilia la postura de Leibniz que afirmaba que toda materia es fuerza, en conjunto con la visión de Newton que puede ser resumida en espacio vacío y corpúsculos. Así para Oersted toda fuerza como la gravitatoria, la magnética y la eléctrica eran manifestaciones de dos fuerzas fundamentales: la repulsiva y la atractiva, esta idea recogida por Oersted fue una de los argumentos que ayudan a Faraday a componer todos sus trabajos científicos. De allí que Oersted siempre pensaba en la convertibilidad de unas fuerzas en otras debido a la identidad que le atribuían a toda la teoría de los dos tipos de fuerzas, luego de hacer énfasis en todo este tipo de detalles que contextualizan la emergencia de las publicaciones a analizar, se sugieren tres textos que permitieron aproximarnos a los elementos que eran realmente claves para entender los procesos experimentales que cimientan el origen de los estudios en electromagnetismo, estos fueron: electromagnetismo en la baja edad media (Vega, 1995), De la ciencia al electromagnetismo (Braun, 1998) y Sobre la Electricidad Excitada por contacto de sustancias conductoras de distintas especies, texto original de Volta presentado, traducido y analizado por (del Colombo, 2000), estos textos sintetizan bastante bien todo el proceso técnico y en materia de estudios serios antes de 1800 como fue la evolución técnica y explicativa de la caracterización de lo eléctrico y lo magnético, elementos fundantes de los estudios de electricidad estática como una especie de marco teórico de las publicaciones que empezaremos analizar.

## **2.2. Toda corriente eléctrica genera alrededor de sí misma un campo magnético (Hans Cristian Oersted<sup>3</sup>)**

La electricidad moderna se basa en tres grandes descubrimientos e invenciones una fuente de corriente eléctrica continua hecha por Volta, la demostración de los efectos magnéticos producidos por dicha corriente de Oersted y por último, la generación de corriente eléctrica a partir de campos magnéticos hecha por Faraday (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 17).

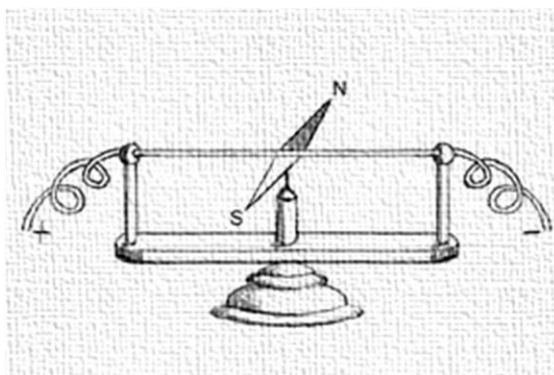
Dentro de la presente referencia a este filósofo de la ciencia se busca dejar en claro, que siempre tuvo la idea de una identidad fundamental de las fuerzas, elemento que permitió tener una explicación concreta frente a lo que observó en el experimento que demuestra que toda carga eléctrica puesta a través de un conductor produce un campo magnético. La finalidad de la física iniciando el año 1800, se centraba en materializar los fenómenos naturales considerados como imponderables buscando adaptarse al modelo ontológico del mecanicismo Newtoniano, la labor de crear dichos nexos inicia con el científico Oersted, a este respecto las fuentes principales de información tomadas sobre él y Ampere fueron extraídas de la lectura de una edición de Orígenes Del Electromagnetismo de (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003), lugar donde se encuentran los trabajos originales de ellos dos debidamente traducidos y en Teoría de campos desde Faraday hasta Einstein de (Berkson, 1985), con los cuales se enriquece la perspectiva en relación a las formas en que se inauguraron los estudios de electromagnetismo desde Oersted, dichos textos hablan de la relación entre el efecto magnético de la corriente eléctrica, con referencia a lo sucedido durante su clase en Copenhague (1820), donde existen una serie de elementos que parecen obviarse en la mayoría de las descripciones, y son esas peculiaridades de cómo se produjo tal observación y montaje, los cuales a muchas luces de argumentos, no tuvo

---

<sup>3</sup> El título original de la publicación de este autor era en latín *Experimenta Circa Effectum Conflictus Electrici In Acum Magneticam*, se toma una traducción del mismo para aproximarnos al texto y extraer del mismo su valor descriptivo y experimental.

esa calidad de “fortuita”, ya que el maestro-filosofo, sospechaba desde hace tiempo una unidad subyacente dentro de todas las manifestaciones de fuerzas dentro de la naturaleza.

Describe en la publicación, que se encontraba Oersted impartiendo una clase sobre electricidad, galvanismo y magnetismo, durante el mes de abril, este espacio académico había sido diseñado por él para explicar el tema de las analogías entre electricidad y magnetismo, mediante un experimento que buscaba hacer pasar la corriente eléctrica generada por el aparato galvánico a través de un delgado alambre de platino situado sobre una brújula cubierta por un vidrio.



*Figura 4. Montaje de Oersted Tomado el 8 de agosto de 2019 en web <http://www.maquinscientificas.es/07experimento%20oersted.htm>.*

O como lo recrean Pérez de Landazabal & Varela Nieto (2003):

En el texto, Oersted describe que se usó una poderosa batería galvánica hecha en compañía de su amigo Esmarch la cual consistía en 20 cubetas de cobre de doce pulgadas de largo y alto, pero de solo 2,5 pulgadas de ancho. Cada cubeta contaba con dos placas de cobre encorvadas de tal manera que pudieran sujetar la barra de cobre que sostiene la placa de zinc que se sumerge en el agua de la siguiente cubeta. Dicha agua contenía 1/60 de su peso de ácido sulfúrico y una cantidad similar de ácido nítrico. La superficie de la placa de zinc sumergida en el agua correspondía a un cuadrado de unas 10 pulgadas de ancho. Este era tan fuerte como para poner al rojo un alambre metálico. (pág. 94)

Dicho montaje no se pudo realizar antes de la clase pensada (ensayo), pero en el desarrollo de la misma surge la posibilidad de realizarlo a los ojos de sus estudiantes, de donde se demuestra con el montaje, que efectivamente la aguja magnética fue desplazada de su posición por el aparato galvánico, y que el círculo galvánico debe ser cerrado, y no abierto, tal como ha sido intentado en vano durante años por varios filósofos muy famosos, de inicio se puede hablar de la importancia de las conexiones en términos técnicos para observar comportamientos en este tipo de experimentos las relaciones entre electricidad, magnetismo y movimiento.

El procedimiento que permitió el desarrollo de la práctica no ensayada fue la propuesta de Oersted frente a sus estudiantes, de “observar el calentamiento de un alambre de platino al paso de la corriente eléctrica”, pero se encontraba una brújula por debajo del hilo conductor, la cual declinó al aproximarse a este, dejando en evidencia la producción de movimiento en la aguja imantada o brújula, al paso de una corriente eléctrica, así como no se puede observar el contorno de atracción del imán; situación que dio luces para considerar la total veracidad de la afirmación newtoniana de la acción a distancia, ya que la evidencia de que existe algo sutil que no era perceptible, suponía romper con esta idea, es decir el hecho de que un cuerpo actué donde no se encuentra y produzca movimiento, rompe directamente con la idea de acción a distancia, además de que plantea posibilidades o luces para la idea de campo, como de la unificación de conceptos relacionados con la materia y las líneas de fuerza de tipo vectorial que imaginamos y visibilizamos de diversas formas, componen en el abstracto de los análisis modernos, donde se resume las reacciones análogas de los elementos que se mueven a partir de las fuerzas que interviene en las posiciones y demás situaciones descritas en la publicación.

En el texto hay una revisión dentro de los acercamientos a los medios compatibles para hacer circular el conflicto eléctrico (efecto producido en el conductor o hilo metálico y en el espacio que le rodea), para ello emergen experimentos de colocar entre la brújula y el hilo conductor elementos de vidrio, madera u otros metales, de donde se confirmó el elemento de la distancia y de la posibilidad de hacer circular corriente por contacto de materiales que se denominarían como conductores, el mismo Oersted describe el montaje en su publicación referenciada en (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 99) “los extremos opuestos de la batería galvánica se unieron por un alambre metálico al que, por razones de brevedad, denominaremos conductor “conjuntivo“ o alambre “conjuntivo” (conductor)”.

Por otra parte el conflicto eléctrico, ejerce una fuerza sobre la aguja magnética, cuya dirección esta mediada por las disposiciones espaciales de los elementos como la distancia entre sí, a este respecto nuestro filósofo de las ciencias Oersted describe los resultados de la obtención de posiciones paralelas entre la aguja imantada y el hilo conductor, así como de la fuerza de sus declinaciones, Oersted afirma: si la distancia del conductor a la aguja no excede los tres cuartos de pulgada, la declinación de la aguja indicara unos  $45^\circ$ , si se aumenta la distancia disminuye el ángulo proporcionalmente, finalmente de la intensidad de la fuerza con la que se mueven los elementos depende de la potencia del imán o de la intensidad del campo magnético, señala el autor análogamente la declinación varia con la potencia de la batería (con la intensidad de la corriente por tanto), también afirma que la naturaleza del metal no altera el efecto, sino solamente su magnitud.

Dentro de la publicación emergen algunas cuestiones que se relacionan directamente a todo los procedimientos que Oersted desarrolló con el fin único de saber que era lo que mediaba

entre la aguja imantada y el hilo conductor, de donde resultó toda una caracterización de la forma circular que rodea los polos de la aguja magnética, de donde plantea imaginarios interesantes que hablan *del polo norte si se supone que la electricidad negativa se mueve en una línea espiral inclinada hacia la derecha, e impulsa el polo norte, pero no actúa sobre el polo sur*, esta descripción está muy relacionada a la comparación de unos imanes con unas corrientes eléctricas ya que *los efectos sobre el polo sur se explican de un modo similar, si se adscribe a la electricidad positiva un movimiento contrario y el poder de actuar sobre el polo sur y no sobre el norte.*

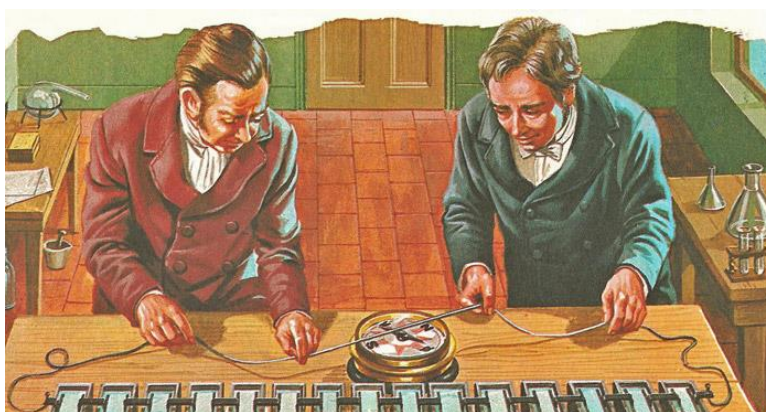


Figura 5. Montaje de Oersted Tomado el 8 de agosto de 2019 en la web: <https://onurgenckal.blogspot.com/2013/03/oersted-ve-saptrlan-pusula-ignesi.html>



Figura 6. Explicación Vectorial del Montaje Tomado el 8 de agosto de 2019 en la web: <https://onurgenckal.blogspot.com/2013/03/oersted-ve-saptrlan-pusula-ignesi.html>

La acción observada en el montaje no es debida a la presencia de ninguna sustancia presente entre los dos objetos, es preciso fijar la atención en que los efectos de la electrificación no se detienen dentro del propio hilo conductor, sino que se transmiten al medio que le rodea, aparentemente a través de círculos situados en planos perpendiculares al mismo. Finalmente, Oersted resalta *su hipótesis que la luz y el calor son fenómenos relacionados con la corriente eléctrica, así como la importancia que puede tener esa propagación en movimiento circular para explicar la naturaleza de la luz.*

Muchas de las ideas de este personaje fueron dejadas de lado por sus labores administrativas y fueron retomadas por alumnos, como por personas de su entorno, que con más entrega a las mismas, generan publicaciones y dejaban evidencia de experimentación en relación a temas de ciencia que el mismo Oersted motivo a investigar. Una de las cuestiones que se presentó en la mente de Oersted era todo lo relacionado con la unificación de las fuerzas, inclusive en publicaciones posteriores al escrito en latín se afirma contundentemente que durante la clase de 1820 él había predicho el resultado del experimento y la idea latente de la unificación de fuerzas es evidente ya que el mismo escribe:

Por lo tanto, mi primera convicción de la identidad ente fuerzas eléctricas y magnéticas se manifestó con más claridad y decidí contrastar mi opinión mediante experimentos. La preparación fue hecha un día en que iba a dar una clase por la tarde. Iba a mostrar los experimentos de Jhon Canton sobre la influencia de los fenómenos químicos en el estado magnético de un hierro. Llame la atención sobre las variaciones que sufría la brújula durante una tormenta, al mismo tiempo, hice la hipótesis de que la descarga eléctrica podría actuar sobre una aguja magnética situada fuera del circulo galvánico. (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 111)

Tanto la búsqueda de argumentos que explicaran las observaciones desarrolladas acerca de la identidad de las fuerzas, al igual que la búsqueda experimental que demostrase dicha afirmación, fue el camino recorrido por nuestro personaje desde que inicia sus estudios en filosofía, asistiendo a las clases magistrales de Risbrighth, defensor de las ideas kantianas, allí se vuelve seguidor del célebre autor, en específico de su obra *Critica De La Razón Pura Y Principios Metafísicos De La Naturaleza*. Elementos que definirán los rumbos futuros en relación a sus posiciones científicas y filosóficas.

Durante su carrera universitaria, antes de incursionar en el mundo de la experimentación recibe dos reconocimientos por sus textos *Los límites entre la prosa y la poesía* (1796) por el cual recibe una medalla de oro, luego con su texto de *Orígenes y usos del líquido amniótico* se le otorga un premio en medicina, finalmente en 1799 recibe el título de doctor con su trabajo llamado *Disertación Sobre Los Fundamentos De La Metafísica Natural*, donde se resalta la siguiente cuestión: *¿Existe en la ciencia un principio o conjunto de principios que puedan constituirse como base de las hipótesis previas que soportan todo trabajo experimental y conforme a la cual pueda deducirse las leyes que rigen la materia y su movimiento?* (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 51)

### **2.3. Una mirada a la teoría matemática de los fenómenos electrodinámicos deducida únicamente de la experiencia de André Marie Ampere (1827)**

“La ciencia es la base del espíritu libre y tolerante” (Voltaire)

El objetivo que se busca dentro de la referencia a Ampere no son la potencia de sus desarrollos matemáticos, sino la clara visión que tuvo para sostener hipótesis creadas desde los

experimentos, de esta forma se escoge solo dos hechos fundamentales del mismo y son la demostración que se hace de la influencia que existe entre conductores paralelos y la construcción de electroimán. Ya ubicados dentro del trabajo de Ampere, se resalta primero que en la gran mayoría de fuentes de información le presentan como el que más matematización de los fenómenos como de las relaciones entre los mismos realizó, inclusive Maxwell en su tratado de electricidad y magnetismo le ha llamado el Newton de la electricidad, ya que es el único que logro traducir desde sus experiencias a lenguaje algebraico, la construcción del solenoide, como del campo magnético generado alrededor de una corriente eléctrica, como la interacción calculada entre dos corrientes de forma paralela y que se comportan como un par de imanes, estos elementos sentaron las bases matemáticas de los estudios en electromagnetismo.

Ampere inicia sus trabajos de construcción de las memorias argumentales para demostrar las relaciones teóricas entre electricidad y magnetismo, ello da inicio cuando escucha de parte de Arago que presencié la repetición del experimento de Oersted hecha en un laboratorio de Ginebra por Auguste De la Rive, a partir de ese instante nuestro científico emprendió el trabajo que resultaría en la electrodinámica, de la cual no solo emergen los aportes de la matematización de sus experiencias sino que también inicia las reflexiones que permitirán avances tecnológicos como el motor eléctrico desarrollado por Faraday y el telégrafo que si desarrollo él.

El mismo Ampere en sus memorias afirma no haber iniciado sus estudios con una hipótesis definida, pero si propuso varios postulados manifestados en la matematización de lo que sucede dentro de los hilos conductores interactuando entre sí y sus similitudes en relación al comportamiento de fuerzas gestadas entre las proximidades de dos imanes, dentro de esta demostración se habla que *el comportamiento de los imanes tiene que explicarse admitiendo la*

*existencia de microscópicas corrientes eléctricas en su interior*, de ello la interacción entre corrientes o imanes tiene que ver con un principio fundamental del movimiento entre cargas eléctricas, de ello que solo existan cargas eléctricas, ya que es imposible hablar de la existencia de una carga magnética aislada (cuestión demostrada a lo largo del siglo XX) (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 247).

Primeramente al repetir el experimento de Oersted, llega a una serie de reglas para hablar del sentido de la corriente, donde se habla del *hombrecillo de Ampere*, “*si uno se coloca con el pensamiento en la dirección de la corriente de tal manera que es se dirija de los pies a la cabeza del observador y con la cara girada hacia la aguja..., la acción de la corriente separar de su posición ordinaria aquella de sus extremidades que se dirija hacia el norte, y que yo denominare siempre polo austral*” (extracto de actas correspondientes a las sesiones de otoño de 1820), luego de esta referencia del 18 de septiembre de 1820 a los pocos días él dice que ofrecerá a la audiencia un experimento que hablara de la interacción entre dos corrientes sin la intervención de ninguna clase de imán. Luego de ello presenta una disertación experimental acerca del imán, la electricidad y la pila. De donde su primera reflexión para dicho experimento fue que no servía cualquier elemento productor de corriente, sino que debió pedir prestados elementos altamente potentes para poder evidenciar esta actividad de la interacción entre corrientes sin la intervención de ningún imán.

Es interesante señalar que la idea de Ampere de colocar dos hilos conductores para demostrar que se comportaban análogamente a dos imanes, tuvo resistencia de parte de dos grandes pensadores de la época en particular al científico Poisson y al maestro de Faraday, Humpry Davy, quienes se negaban a creer en la identidad de estas dos clases de fuerzas. Pero la

seguridad y la confianza en los datos experimentales dotaron Ampere de los argumentos suficientes para defender sus ideas, ya que inspirado en los descubrimientos de Oersted relacionados con que un hilo conductor produce un campo magnético y genera reacciones en términos de movimiento con una aguja imantada o sobre una brújula, demostró en su publicación cinco elementos respecto a esta situación lo siguiente: primero que dos conductores voltaicos se atraen o repelen según criterios de distancia, segundo, modeló la fórmula matemática que representa la nueva fuerza de la electricidad, tercero observó los comportamientos que se extienden desde un hilo conductor hasta el otro creando una especie de aceleración que desemboca en una vibración hasta alcanzar el equilibrio (esta forma de buscar el equilibrio desde las cargas aportadas dadas a los cables para analizar las fuerzas que se anulaban mediante acción y reacción), cuarto observó la fuerza que hace el globo terrestre sobre un conductor voltaico y finalmente aclara que los resultados obtenidos fueron solamente extraídos de la experiencia directa sin la formulación de ninguna hipótesis.

El texto que reúne las publicaciones nombradas con anterioridad lleva el título que se puso al inicio de esta referencia a Ampere, dentro de muchos experimentos y demostraciones matemáticas se propone a demostrar que *el magnetismo es electricidad en movimiento*, ejercicio que se desprende de la descripción de las leyes que gobiernan la acción entre corrientes eléctricas para deducirlas de observaciones experimentales, que sustentan las relaciones matemáticas que se postulan. El experimento que permite mediante su técnica de método de cero o experimentos nulos, busca determinar experimentalmente los valores deseados de fuerzas electrodinámicas, la deducción de la ecuación que proporciona la acción mutua entre dos elementos voltaicos está demostrada en la explicación de la fuerza de atracción y repulsión sobre los lados de un cuadrado

móvil cuando se invierte en la misma posición y a la misma distancia del cuadro, formando con él un ángulo cualquiera. Ampere demuestra que el cuadro móvil queda en equilibrio o en reposo, como lo muestra la siguiente grafica extraída del texto de (Braun, 1998).

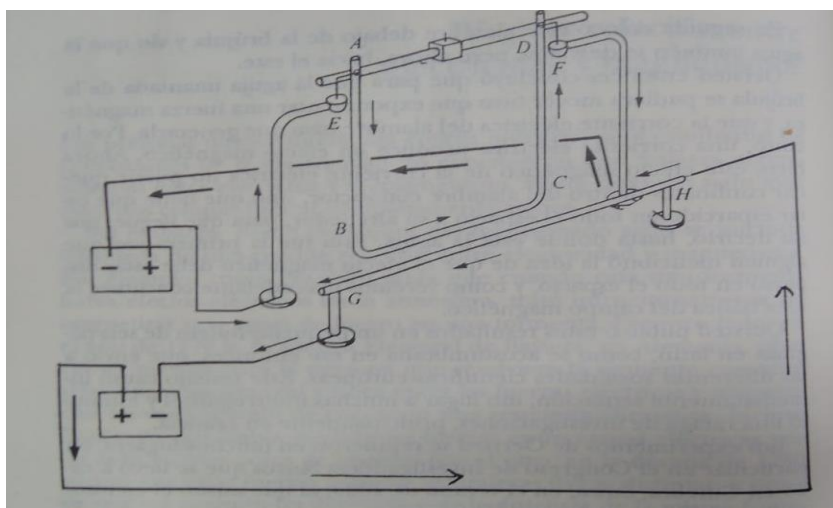


Figura 7. Montaje de Ampere 1 (Braun, 1998, pág. 25)

La imagen adjunta explica el montaje realizado por Ampere para deducir la expresión de la fuerza que existe entre conductores voltaicos, donde al colocar los hilos conductores de forma paralela buscaba experimentalmente algunos estados de equilibrio de donde sale la *“formula con la cual yo (Ampere) presento la acción mutua de dos elementos de corriente voltaica, mostrando que la única fuerza que actúa tiene que estar en la recta que une los puntos medios de los conductores”* visto en (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 262).

Esta fórmula fue apoyada en las experiencias deducidas por Biot y Savart, estos filósofos recibieron de la época lo mismo que Ampere la publicación de Oersted, ellos parten de un análisis de imaginarse un hilo conductor teóricamente indefinido, la cual en cualquiera de sus partes produce un efecto inversamente proporcional en el espacio que lo rodea gobernado por la

fuerza inversamente proporcional a la distancia. La fórmula hallada por ellos sirve para calcular campos magnéticos creados alrededor de un conductor, finalmente la ley de ampere es un ejercicio sobre esta fórmula de la cual, al hacer unos procesos deductivos desde las experiencias, Ampere concluye:

Si las corrientes circulan por los conductores en sentidos contrarios una con respecto a la otra, las dos fuerzas que aparecen tendrían sentido opuesto al caso donde circulen por mismo sentido, y los dos conductores tenderían a alejarse uno del otro. El montaje que permitió hablar de estos fenómenos es el siguiente dentro de este existían elementos móviles capaces de demostrar la presencia de fuerzas. (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 265).

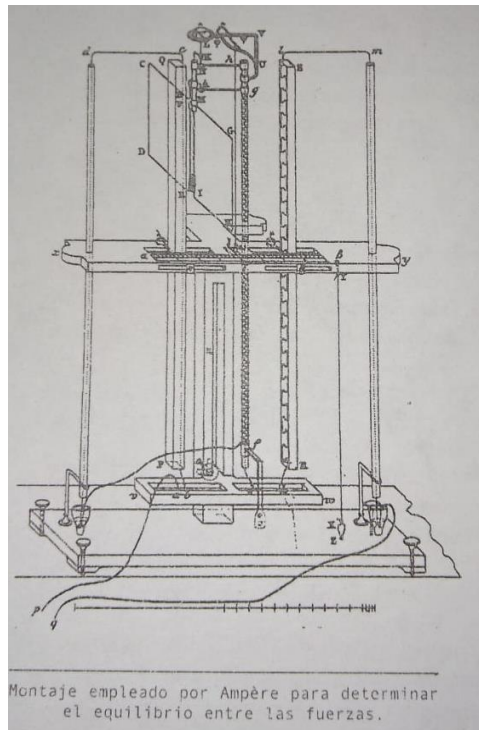


Figura 8. Montaje de Ampère empleado para crear equilibrio en las cargas y observar comportamientos de las corrientes en contacto (Pérez de Landazabal & Varela Nieto, 2003, pág. 262).

De dicha experiencia y dicho montaje puede llegar a la conclusión de que los conductores cuando circulan su corriente en el mismo sentido se atraen y se repelen al estar en sentidos contrarios la misma. Dentro de su publicación en las mejoras de esta experiencia plantea varias formas de hacer interactuar conductores con diversas formas, de este ejercicio resulta el elemento llamado solenoide, el cual es un alambre de cobre por el cual circula corriente, se asemeja a la forma pensada por Oersted al describir el conflicto eléctrico el cual se movía en espiral siguiendo la línea recta del conductor, este dispositivo fue clave dentro de las experiencias de Faraday, ya que sirve como un imán rectangular, y su potencia depende los tamaños de sección del alambre como de la cantidad de corriente que circule por el mismo.

#### **2.4. Investigaciones experimentales de electricidad Michael Faraday (1831)**

*Muchos científicos participan de la opinión de que uno de los principales objetivos de la ciencia es descubrir los secretos de la naturaleza; incluso me atrevería a decir que el mayor atractivo de la ciencia, al margen de sus aplicaciones tecnológicas, reside en el descubrimiento de los aspectos desconocidos del mundo (Berkson, 1985).*

Ahora nos referiremos a Michael Faraday y algunos fragmentos de las Investigaciones Experimentales en Electricidad, tomadas de una traducción de Rosa Schapsis de Zimmerman del año 1971, donde es evidente que el filósofo contaba con un lenguaje descriptivo y específico, donde ya existe un vocabulario en relación a los fenómenos de los que hablaba, de hecho en la introducción de esta traducción se refieren a todo el desarrollo artefactual del que disponía Faraday a la hora de iniciar sus investigaciones, como de las referencias que hace Maxwell al mismo, esto explica diversas dinámicas de la vida de Faraday, como de los principales avances en materia de ciencias naturales y la forma en que emergieron dentro de su vida.

Luego al inicio de su primera serie aclara que los resultados que se mostrarán a continuación están presentados de la forma en que el autor le parece más clara su explicación y no en el orden cronológico en el que se dieron los resultados, a partir de esto empieza por definir en su doble connotación lo que entiende por inducción, concepto que según el mismo acompañara todas las explicaciones dadas después, y así al inicio de su texto la define como: *"El poder que posee la tensión eléctrica de producir un estado eléctrico opuesto en sus proximidades se ha expresado por el termino general de inducción"*, además también la considera como *"el poder que pueden poseer las corrientes eléctricas de inducir algún estado peculiar sobre la materia en su inmediata proximidad, que de otra manera permanecería indiferente"*, según esto es evidente que al iniciar Faraday sus experimentos ya tenía algo en claro, respecto a ciertos efectos de inducción eléctrica como de magnetización ya habían sido descritos y reconocidos por lo expuesto dentro de los estudios de Ampere y en las explicaciones a ciertos fenómenos por Dominic Arago, pero a pesar de ello él se negaba a creer que eran la totalidad de los mismos.

Se encuentra que la publicación de Faraday se estructura por párrafos enumerados, es así en la traducción escogida como en el original en inglés, contiene todas las reflexiones y conclusiones teóricas que emergen de los experimentos, este texto es un legado que data de unas casi dos mil hojas, dentro de las cuales hace evidencia de una serie de formas de hablar y de interpretar resultados de los experimentos que realizó, a los cuales les hace un examen de donde se pueden retomar ideas anteriores o sugerir desarrollos más profundos en los párrafos siguientes, esta forma de explicar, enriquece muchas visiones en relación a lo específico que el autor puede llegar a ser en su relato científico.

Con este texto y con las ideas ya nombradas se explican los experimentos y las observaciones que se llevaron al aula de clase para poner en relación con la clase la parte experimental que sustenta las rotaciones electromagnéticas, como de la experiencia que origino el principio del transformador eléctrico, experimentos que de quererse podrían ser replicados en su totalidad gracias a la riqueza de las descripciones dadas por el autor. Además, respecto a su problema central dentro de la serie número uno se relata cómo se produce electricidad a partir de magnetismo ordinario.

Dentro del texto el filósofo de las ciencias, luego de dar sus acepciones de inducción, y de nombrar a los personajes que rodeaban el contexto teórico de la época, nombra la conclusión de Oersted respecto a que *toda corriente eléctrica está acompañada por una correspondiente intensidad de acción magnética en ángulo recto con la corriente*, luego de ello afirma haber encontrado resultados positivos mediante las experiencias para inducir corriente, pero que antes de narrarlo se explicara el proceso que dio lugar a dicho evento, este fragmento y dicha descripción aparecen a modo de introducción de la serie uno denominado **Inducción de corrientes eléctricas**, en el cual inicia presentado lo que en terminología moderna se conoce una bobina llamándolo con el nombre de hélice, *se enrollan aproximadamente veintiséis pies de alambre de cobre de un vigésimo de pulgada de diámetro alrededor de un cilindro de madera, formando una hélice, intercambiando un delgado hilo para impedir que las diferentes espiras se tocan.*

Luego inicia hablando de la construcción y conexión en serie de estos elementos conectándoles (realizo doce como los descritos) en serie, de tal forma que se acomodaran seis y seis por aparte en conexión, ya que en paraciencia se ejercía este montaje sobre el mismo núcleo

de tal forma que se traspusieran las hélices, de las cuales como indica después se le conecta a un grupo de seis un galvanómetro (este aparato sirve para detectar el paso de la corriente sobre un elemento) y el otro conjunto es conectado a una pila que describe con minucia al igual que otras que aparecen a lo largo del texto: *“Una de estas hélices se conectó con una batiera voltaica de diez pares de placas de cuatro pulgadas cuadradas, con chapas dobles y bien cargadas; sin embargo no pudo observarse la más ligera desviación en el galvanómetro”*.

Menciona que se esperaba observar una especie de inducción de corrientes, pero como el mismo autor señala fue imposible detectar un efecto, claro está que se pensaba encontrar con una descarga o un traspaso de corriente, pero lo que se debía observar era una descarga típica de una botella de Leyden, la cual provocaba en el montaje una pequeña fluctuación del galvanómetro, por un lado y al otro una especie de chispa, después de esta experiencia se ejecuta otra, en la cual se realiza el mismo montaje pero en vez de galvanómetro para indicar si hubo o no una inducción de corriente, se coloca en el núcleo de las bobinas un cilindro de vidrio, y dentro de este se coloca una aguja de acero, la cual se imanta al conectar la pila y recibir la descarga, en todo este conjunto de experiencias se resalta la idea de la provocación de chispas eléctricas al conectar y desconectar los elementos, de allí se trata la discusión de lograr una tensión adecuada en la generación de corriente, que fuera diferente a pulsos eléctricos.

Finalmente, en esta parte de las series Faraday hace una reflexión que relaciona calor con la electricidad que pasa por el alambre. En este punto de nuevo sin citar a Oersted se refiere a su experiencia: *“la corriente de la batería a través de un alambre inducía efectivamente una corriente similar a través del otro alambre, pero que continuaba solo por un instante y participaba más de la naturaleza de la onda eléctrica que se produce por la descarga de una*

*botella de Leyden común*". Después de estas dos experiencias que relata, llama la atención de los elementos y procesos descritos en párrafos anteriores de donde se da cuenta que estaba buscando mal el efecto de las corrientes inducidas, es decir, estaba mirando donde no se hallaban evidencias de dicho fenómeno.

Dentro de esta primera serie se encuentran resultados de la exploración de que es la inducción eléctrica fundamentado en las experiencias e ideas tanto de Ampere como de Oersted, sobre las cuales Faraday se fundamentó para construir sus series experimentales, de esta forma observamos varias referencias como las nombradas, pero dentro de esta primera serie y continuando con el orden de las lecturas aparece un experimento que hace referencia al de Ampere donde se repite la práctica de intentar crear un efecto dentro de los cables al interaccionarlos mediante la aproximación simultánea de los elementos, el filósofo concluye de la siguiente forma: *"Cuando los alambres se aproximan, la corriente inducida era de sentido contrario a la de la corriente inductora. Cuando los alambres se alejaban la corriente inducida era del mismo sentido que la corriente inductora. Cuando los alambres permanecían estacionarios no había corriente"*.

De estas experiencias se pueden concluir varios elementos. De ellos que por más que se conecten en serie baterías y demás elementos como hélices, nunca se lograra un efecto continuo de esa inducción, si no que en el montaje se manifiestan eventos a modo de chispa o de pulso. De lo anterior se refiere el autor *"Por lo tanto parecería que las corrientes colaterales ya sea en el mismo sentido o en el contrario, no ejercen, una sobre otra, poder inductor permanente que afecte su cantidad o tensión"* en esta primera parte se evidencia que cuenta con tres elementos puntuales para manifestar y concluir diversidad de montajes que se realizaron con materiales y

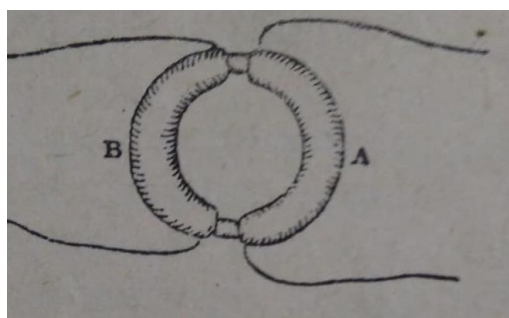
diversas formas de combinación de los mismos, primero las baterías de varias placas, los embobinados o hélices de diversa cantidad de espiras y finalmente el movimiento dado por el operante para lograr los hallazgos que se continuaran describiendo.

Finalizando el primer aparte de la serie uno, Faraday inicia a describir un problema de conocimiento referente a las fuentes de corriente diversas que se creía existían. Dicho problema fue resuelto por este autor con la célebre demostración de la identidad de la corriente eléctrica (el traductor aclara la diferencia entre la corriente de origen voltaico es decir de la pila y la de tensión que pertenecía a la producida en la descarga de una botella de Leyden). Dentro de las conclusiones de este capítulo vuelve sin nombrarlos a referirse a Oersted y Ampere, cuando nombra como alcanzó su objetivo de lograr producir e inducir corrientes, habla de los indicadores de dichas corrientes dentro de los montajes para hacer explícitas y explicables dichas corrientes momentáneas que tienden a ser paralelas con la corriente inductora, en específico “*con referencia a los polos de la aguja formados en la hélice indicadora y a las desviaciones de la aguja del galvanómetro*” fueron los signos que dejaron ver como magnetismo y electricidad se relacionaban, este es un ejemplo de que muchas veces lo que se busca no se obtiene de la manera que se espera, ya que la idea de inducción en Faraday era muy diferente a lo que experimentalmente se observó.

Luego de hablar de la parte experimental del principio de inducción, y continuando con la revisión de algunos fragmentos del texto de Faraday, se hará énfasis en dos elementos que sustentan su capítulo número dos dentro de la serie experimental número uno denominado **Producción de electricidad a partir del magnetismo**, en el cual explica el principio de las rotaciones electromagnéticas, sintetizado a la aplicación concreta de los efectos de inducción de

corrientes eléctricas, como de sus características observables. Finalmente se observa que el control de dicho fenómeno se tomó dentro de la ciencia para explicar y crear el motor eléctrico como el transformador, estos avances tecnológicos fueron posibles mediante la evolución de las ideas y conceptos, apoyados en la revisión, replica y critica o reestructuración de los procesos experimentales desarrollados por los dos filósofos de la ciencia explicados anteriormente.

En esta parte del texto el autor continúa utilizando hélices, pero en esta oportunidad son de siete octavos de espesor cada uno, se encontraban unidos a través de un núcleo hecho con un anillo soldado de hierro dulce. Sobre el colocan dos bobinas de diferente cantidad de espiras de la forma en que lo muestra la figura, estas a su vez se conectaron como se indicó anteriormente la primera a un galvanómetro que iba permitir saber si existía paso de corriente o no, finalmente al otro extremo se alimentaban las bobinas por medio de una batería, en dicho montaje el efecto ya explicado de inducción se presentaba.



*Figura 9. Experimento de Faraday (Faraday, 1971, pág. 35).*

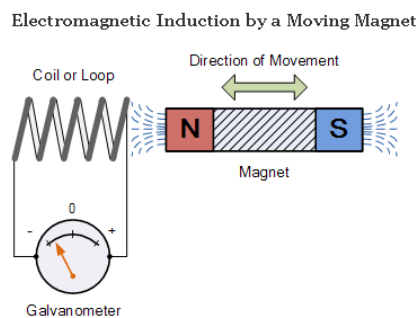


Figura 10. Producción e corriente a partir de magnetismo Tomado de web el 8 de agosto de 2019: <https://www.quora.com/What-is-electromagnetic-induction>.

Este montaje evidencia como se presenta la inducción de corrientes eléctricas y el principio del transformador eléctrico, este montaje tiene diversidad de elementos interesantes que se han venido señalando, como lo son las formas en que creaban aislamiento entre los alambres enrollados dentro de la hélice, además en este montaje se buscaba principalmente lograr hacer pasar una corriente de una bobina u hélice a la otra. Elementos que no se pudo lograr de esta forma debido a que faltaba un elemento clave para hacer una corriente continua, dicho factor faltante era el movimiento.

De esto emergen diversas conclusiones en relación a la increíble labor que desarrolló Faraday en términos teóricos, elementos que no se pueden apreciar si solo se conoce la lectura de su texto, de hecho, gran parte de la riqueza del mismo radica en los resultados a través de sus descripciones, claridad en el desarrollo y evolución de ideas como el contacto entre metales de Volta, derivadas a su vez de los estudios de electricidad animal en Galvani. Esta historia brevemente acotada anteriormente es la que permite la cimiento del descubrimiento de las relaciones entre electricidad y magnetismo, pero para alcanzar arreglos teóricos similares a los del hilo infinito de Biot y Savart junto con la teoría de Ampere, se requieren de una serie de

temple conceptuales que se alcanzaron directamente de la experiencia, estos son hallados dentro de los análisis de Faraday.

En este estudio se dejaron algunas de las conclusiones a través de las cuales se explican las rotaciones electromagnéticas y el principio del transformador el cual con el montaje del anillo e intercalando el orden de las conexiones como las hechas en los anteriores experimentos se demuestra cómo es la producción del efecto momentáneo entre una bobina y otra que guardan una diferencia en la cantidad de vueltas o espiras que se enrollaron a cada una y compartiendo el núcleo, de esta relación aparecen en las lecturas del galvanómetro incrementos que se intensifican dependiendo de la relación de vueltas en los conjuntos de espiras como de la corriente que se genera desde una batería voltaica.

### 3. Diseño metodológico de la propuesta experimental para la comprensión de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos

En la misma línea de la revisión crítica a las publicaciones, argumentos, desarrollos y avances de Oersted<sup>4</sup>, Ampere<sup>5</sup> y Faraday<sup>6</sup> se concluyó que son complejas descripciones de realidad estructuradas y soportadas teóricamente sobre dos puntos que provocaron **la emergencia de la explicación y la formalización a partir de la experimentación**, nociones que sustentan o contribuyen a explicar las formas particulares en las cuales se alimenta, crece o desarrolla la cognición humana para poder concretar, representar y sentar las bases de una investigación como la referente a las relaciones entre lo eléctrico y lo magnético. De esta manera y enfatizando en la idea del desarrollo de conceptos dentro del laboratorio de física, se encuentra según (Koponen, Kurki-Suonio, Hämäläinen, & Lavonen, 2001) que este proceso es equivalente cognitivamente a lo que como maestros debemos desarrollar con nuestros estudiantes en el aula de ciencia.

Este desarrollo de conceptos, permite la creación de puentes conectores entre lo que requiere la ciencia para poder ser desarrollada en los individuos, como de lo que el currículo estandarizado en educación enuncia y demanda para con los espacios académicos como finalmente la concreción de actividades que hagan tanto emerger como significar los elementos

---

<sup>4</sup> El campo magnético alrededor de un hilo conductor fue evidenciado gracias a las reacciones de una brújula en proximidad con el conductor.

<sup>5</sup> La analogía entre corrientes eléctricas e imanes, que gestan el desarrollo de un embobinado con núcleo de hierro o electroimán.

<sup>6</sup> Logra producir electricidad a partir de magnetismo ordinario, ello a partir de la revisión de los trabajos de los dos anteriormente nombrados, elementos con los cuales se gestaron explicaciones de los fenómenos de inducción eléctrica.

del común vivir de los estudiantes y poder conectar dentro de los espacios académicos estas tres cuestiones fundamentales para desarrollar aprendizaje significativos dentro de los espacios dedicados en la escuela a aprender ciencias.

El trabajo descrito a continuación estuvo encaminado a presentar la experiencia investigativa pedagógica, que en términos generales logra el desarrollo y construcción de conceptos basados en la experiencia sensible. Ahora para poder iniciar con la caracterización de dichos espacios en la escuela, debe dejarse en claro que la metodología de aplicación de las sesiones está delimitada en tres pasos; primero el maestro genera un condicionamiento para favorecer la construcción de una imagen de ciencia de la época escogida y su relación con el entorno, en un segundo espacio se da un instrumento o guía de enseñanza que acompaña en el proceso de comprensión de los fenómenos al estudiante, este material es fruto del estudio histórico crítico y se encaminó para sustentar la importancia de la emergencia de elementos experimentales puntuales para la comprensión de las relaciones entre electricidad y magnetismo.

De esta forma, la emergencia de la explicación del fenómeno en conjunto con la formalización del mismo, son los elementos que se planteó buscar, gestar y transmitir dentro de las sesiones a los estudiantes. Con dicho fin dentro del aula se realizó una introducción para cada sesión, donde a través de lecturas, la observación de material audiovisual, y la puesta en escena de un experimento demostrativo o realizado por los mismos estudiantes, permitieron en conjunto una aproximación a los fenómenos y a sus relaciones desde la cátedra antes del trabajo puntual de conceptualización dentro del aula. En este espacio académico fue el lugar donde se recogieron para analizar los resultados de las actividades este proceso fue dado a la luz de unas categorías de análisis que quedaron sintetizadas en el cuadro de evolución conceptual donde se estableció la

expectativa que se tenía en relación a las respuestas y explicaciones de cada estudiante, para poder establecer los avances significativos en materia de enriquecimiento conceptual y la creación de comprensiones desde los conceptos desarrollados, con el fin de registrar y analizar los desarrollos de clase para mejorar la calidad de las explicaciones dentro de la enseñanza de la ciencia.

Clara referencia de lo anterior, sería en particular cuando hablamos de aquella época en la que aparecieron las publicaciones analizadas; donde se hablaba de tener un dominio práctico y teórico de cuestiones como la electricidad estática y la producción de la misma a partir de frotar los cuerpos o el simple contacto de ciertos tipos de metales, junto con estas habilidades, aparecen en la urgencia de comunicar lo observado otras que denominaremos las **competencias de lenguaje**, que permitían dar orden y forma a las explicaciones que presentan los resultados obtenidos, luego de experimentaciones y disertaciones teóricas.

En ese mismo sentido la observación y análisis de los fenómenos eléctricos y magnéticos<sup>7</sup> ha ido evolucionando puntualizando prácticas e ideas que generalizan la imagen de la ciencia física. Ya en el terreno de la enseñanza se busca que las competencias de comunicación y lenguaje se alcancen para así lograr un entendimiento de los conceptos que se abordan, como de la creación de un espacio ideal para la creación o concreción de conceptos de los estudiantes, basados en la experiencia que como maestros seamos capaces de brindar para

---

<sup>7</sup> Se halla que independientemente de la investigación que se desarrolle siempre se debe tener un espacio de donde se trae la información requerida para poder estar contextualizado, ya con ello se puede trabajar sobre los problemas de vanguardia que se tienen dentro de la materia u rama del conocimiento que se abarca, ejemplo de ello fue Faraday que en sus investigaciones, inicia afirmando que las conclusiones y contenidos de esas reflexiones parten del hecho o el deseo de poder generar electricidad a partir de magnetismo ordinario, esta cuestión fue el origen de sus inventos y explicaciones racionales en relación a los fenómenos eléctricos y magnéticos.

ampliar el entendimiento que se tiene de la realidad como de la capacidad que se tiene para abordarla y describirla.

### **3.1. Secuencia didáctica experimental para la comprensión de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos**

Dicho lo anterior dentro del presente apartado se describe la forma en la que se procedió dentro de las sesiones que se proponen. Con el fin de llevar a entendimientos de las relaciones entre electricidad y magnetismo a una población de grado once. Para lograr esta labor dentro de la organización de los resultados que se obtuvieron, se creó la siguiente matriz en la cual se dan criterios para describir el entendimiento buscado en el desarrollo de los procesos en las sesiones. Sintetizado este, en la comprensión de ciertos grupos de estudiantes delimitados según sus capacidades para describir a través de las conceptualizaciones, estas que a su vez fueron valoradas y medidas por la presente investigación, con el único fin de catalogar o categorizar las diferentes evoluciones conceptuales de los estudiantes, el resultado se evidencia en la Tabla 3.

En este punto es claro que el dialogo propuesto entre los contextos tiene como elemento conector la práctica experimental y el desarrollo conceptual del estudiante, para robustecer su discurso y entendimiento de la realidad en términos científicos, ya que de lo anterior deriva todo el proceso de conceptualización que le da sustento a las explicaciones construidas a partir de las investigaciones revisadas, de ello la propuesta junto con sus sesiones, tiene como fin hacer una clasificación de las afirmaciones de los estudiantes de acuerdo con los niveles de descripción y análisis de las experiencias sugeridas en la exploración de estos fenómenos y sus relaciones.

Todo ello para así poder medir y vislumbrar el desarrollo evolutivo dado en materia de comprensión, significación y construcción conceptual dentro del aula de clase, generando en las sesiones toda una serie de prácticas y reflexiones frente a los fenómenos vistos, esta serie de factores desembocaron en una imagen construida y concertada grupalmente mediante la construcción del dialogo de contextos. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede tomar de ejemplo del proceso de formalización científico, las diversas búsquedas que estructuraron la explicación descrita en el capítulo número dos de las relaciones entre lo eléctrico y magnético, ya que son estas mismas, junto con la revisión a los trabajos de grado, textos de la asignatura Física, la revisión a los estándares de enseñanza y a los trabajos originales de Oersted, Ampere y Faraday, los que en consonancia cimientan el desarrollo de la presente propuesta.

*Tabla 3*  
*Estructura de la valoración de la evolución conceptual*

<b>Característica Observada En las publicaciones</b>	<b>Aspecto Relevante a Observar En Los Estudiantes</b>	<b>Categorización de los posibles niveles de conceptualización a evidenciar</b>
<p>Identifican, replican y mejoran prácticas experimentales típicas de la época, de esta forma dan clara lectura de un contexto teórico e histórico en relación a lo que se busca para este caso en el terreno de la electrostática.</p> <p>Este ejercicio fue desarrollado por los autores revisados, muestra de ello son sus explicaciones, referencias y descripciones presentadas en los trabajos originales donde se retomaron argumentos, con el fin de justificar la presentación de conclusiones más elaboradas en relación a los mismos eventos.</p>	<p>Formas de apropiación de la información entendida en el correcto desarrollo de las prácticas sugeridas por el maestro, como de la capacidad de sintetizar y mostrar el resultado de sus trabajos mediante explicaciones referenciadas de los mismos evidenciados en el uso de nuevos conceptos que generalizan más experiencias y dan al discurso de los estudiantes saberes para hacerlo más concreto y organizado.</p>	<p><b>Avanzado:</b> Genera coherentes representaciones o imágenes de realidad, basado en las experiencias que se dan para alcanzar las competencias, a la vez que caracteriza y referencia sus descripciones o respuestas de forma concreta al rescatar los autores y las obras nombradas dentro de las sesiones.</p> <p><b>Medio:</b> Puede caracterizar informaciones para dar síntesis de experiencias, pero no da cuenta de las referencias requeridas en términos de citas y argumentación, elementos que son basados en construcciones de los autores vistos para el desarrollo de los conceptos.</p> <p><b>Básico:</b> Existen vacíos dentro de las representaciones en relación a los conceptos y procedimientos revisados, las conexiones realizadas entre lo esperado teóricamente y lo observado dentro de las sesiones requiere más análisis y reinterpretación desde los argumentos.</p>
<p>Descripción y explicación de unos procesos documentados, en los cuales se esperan ciertos resultados, ubicados en un marco de referencia coherente a los problemas de conocimiento tratados, claro ejemplo de ello es el mejoramiento y potenciamiento explicativo de montajes experimentales con el único fin de ampliar la experiencia y dar más elementos que caractericen mejor a los fenómenos.</p>	<p>En sus modos de hablar poder encontrar elementos explicativos que emergen de la información brindada por el maestro en sus cátedras y guías entregadas, puestas en situación con las experiencias citadas, elementos que son recreados y por ende vividos por el estudiante.</p>	<p><b>Avanzado:</b> Interpreta los resultados de los experimentos acorde con los parámetros dados y relaciona la teoría enunciada dentro de la experiencia junto con los sucesos ocurridos en la realización de la misma.</p> <p><b>Medio:</b> Pone de manifiesto la existencia de teoría y de los resultados logrados como de los esperados, presentando dificultades en la concreción de caracterizaciones que reflejen una comprensión de los fenómenos a analizar donde aparezca la triangulación y presentación coherente a modo de informe de la experiencia.</p> <p><b>Básico:</b> Presenta dificultades en la concreción de relaciones concretas entre lo que sucede y lo que se espera del experimento, además no conecta dichas situaciones en un</p>

Capacidad para interpretar y explicar resultados a partir de la triangulación, entre: 1) la información presente en el ambiente, desde las lecturas o publicaciones que traten los elementos de nuestro problema de estudio, 2) las experiencias realizadas, como la calidad de su documentación y 3) traer a relación las imágenes de conocimiento creado desde la cotidianidad de cada quien.	Revisión de los procesos discursivos y de referenciación que se deben construir para concretar los conceptos que emergen dentro de las explicaciones dadas por los estudiantes, lo cuales tendrán de ejemplo las formas de conceptualizar del maestro y de los autores revisados con el contenido de las guías, las cuales están basadas en la experimentación y revisión de textos relacionados con dichas temáticas.	argumento coherente en el que se referencien la teoría y los hechos recreados.
		<b>Avanzado:</b> Logra dar explicación verbal en relación a lo que se argumenta dentro de los procesos de descripción escrita en las cuestiones planteadas por el docente.
		<b>Medio:</b> Requiere ser más concreto en relación a las explicaciones emitidas por sí mismo, cuando se le pide que referencie los resultados de lo que realiza en las actividades propuesta por el maestro.
		<b>Básico:</b> Los elementos brindados dentro de sus explicaciones tienden a describir sin argumentos teóricos lo que se observa dentro de los experimentos.

Este cúmulo de influencias con los cuales se buscó dentro de las vivencias que se presentaran a continuación desarrollar intuitivamente los conceptos fundantes de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, como analizar el crecimiento conceptual y discursivo de los estudiantes del colegio Colombo Florida Bilingüe, con los cuales se trabajaron la serie de actividades o secuencias didácticas, en un grupo de 27 estudiantes del grado once. Estas situaciones puestas en escena dentro de la clase de ciencias permitieron al maestro estructurar las descripciones del siguiente cuadro en torno a la organización de las experiencias por parte de dicha población.

La propuesta buscó fortalecer el enriquecimiento o significación de ese cuerpo de argumentos que sustenta el desarrollo de la física electromagnética, con el único fin de estructurar procesos de desarrollo cognitivo y discursivo, que fueron evidenciados y apreciados dentro de los análisis cualitativos, realizados a las dinámicas hermenéutico interpretativas que emergían en los discursos y explicaciones de los estudiantes luego de haber realizado las sesiones. Todas estas dinámicas referentes a las comprensiones de los fenómenos desde un salón de clase, es el lugar donde emergen los enriquecimientos o robustecimientos a eso que se llama el marco de referencia alternativo de un estudiante, y es con esa estructura mental o cognitiva con la que este aparece dentro del aula, con el único fin de ser enriquecida y reacomodada en

términos de ordenamiento científico. La estructura metodológica de las sesiones al igual que sus objetivos, se encuentran sintetizados en la Tabla 3, acompañada de la descripción de lo sucedido en la aplicación de cada sesión.

Tabla 4  
Descripción de guas y sesiones

<b>SESIÓN INTRODUCTORIA</b>		
<b>Sesiones</b>	<b>Aparición De Conceptos En El Estudio Histórico Y Su Relación Con La Secuencia Experimental</b>	<b>Objetivo Concreto Y Descripción De La Intervención Enfocada Desde La Experimentación Y El Desarrollo De Conceptos</b>
<b>Electricidad y Magnetismo antes de 1800: Distancia, ubicación y cargas estáticas. (sesión introductoria)</b>	<p>Esta sesión será dedicada a dar un contexto completo de cómo era la relación entre lo que se llamaba filosofía natural junto con la percepción de fenómenos como el eléctrico y el magnético, aproximaciones a descripciones profundas que explicaban de diferentes formas todas las características que rodeaban dichos fenómenos, hablando acerca de su lugar de origen, como de las condiciones que hacían posible la aparición de dichos sucesos.</p> <p>Para ello se entregará un material de lectura (ver anexos) a los estudiantes por grupos de donde emergerá una caracterización de la información dada mediante las construcciones de mapas conceptuales o de líneas de tiempo, donde lo importante a extraer, son los autores, los experimentos, las publicaciones y los problemas de conocimiento que emergen dentro de los estudios, de esta manera se pretende dejar evidencia de los descubrimientos y de cómo evolucionan las ideas como las formas de referirse a los fenómenos.</p>	<p>La actividad que enunciamos será un trabajo concreto de ordenamiento de información y de creación de representaciones, basado en la extensión de una clase magistral, en conjunto con una lectura propuesta, elementos fundantes de la explicación del maestro, la cual será acerca de la caracterización nombrada entre lo magnético y lo eléctrico antes del descubrimiento o publicación de Volta.</p> <p>El objetivo de la sesión cero es proporcionar un diagnóstico de los estudiantes respecto a su desarrollo conceptual y explicativo referente a estos fenómenos en términos de experiencias de todo tipo, como de su reacción a la clase magistral desarrollada, la cual es de carácter inferencial es decir requieren el conocimiento previo adquirido en grado decimo para entenderle completamente.</p> <p>Finalmente proponer la secuencia para desarrollar el trabajo de conceptos desde la parte experimental, para esta sesión desde los derechos básicos de aprendizaje se desarrollan las siguientes competencias, que emergen al observar las modelaciones, conclusiones e hipótesis lanzadas por diversos pensadores antes del año 1800. Estas serán llevadas al aula de clase para potenciar el desarrollo cognitivo de los estudiantes desde la comprensión de los fenómenos, algunos de los DBA que coinciden con las temáticas propuestas e las siguientes ideas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Comprende que algunos materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica y otros no (denominados aislantes).</li> <li>-El paso de la corriente siempre genera calor.</li> <li>-Comprende cómo los cuerpos pueden ser cargados eléctricamente asociando esta carga a efectos de atracción y repulsión.</li> </ul>

**COLEGIO COLOMBO FLORIDA BILINGÜE**  
**LAS RELACIONES ENTRE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**

**Sesión Introdutoria: “Electricidad y Magnetismo antes de 1800: Distancia, ubicación y cargas estáticas”**

**OBJETIVOS:**

- 1) Contextualizar el contexto de emergencia de las caracterizaciones de los fenómenos eléctricos y magnéticos antes del año 1800.
- 2) Construir una imagen de conocimiento conjunta con los estudiantes del colegio Colombo Florida, en la cual se evidencie una lectura del contexto de dicha época, haciendo énfasis en los experimentos, las explicaciones, los conceptos y discusiones que se encuentran vinculadas a los fenómenos a analizar.
- 3) Dar como evidencia de dicha construcción la cimentación de una línea del tiempo construida en conjunto, basándose en la información dada por el maestro, junto a las comprensiones de los estudiantes a partir de los fragmentos textuales escogidos para abordar dicha temática.

**MATERIALES:** Los fragmentos de textos seleccionados para cada grupo de tres personas fueron extraídos de los textos Electromagnetismo En La Baja Edad Media de Luis Alberto Arenas, Orígenes Del Electromagnetismo de Carmen Pérez de Landazábal y Paloma Varela Nieto y Electromagnetismo De La Ciencia A La Tecnología de Eliezer Braun, marcadores de tablero, tablero de salón de clases, fichas bibliográficas u octavos de cartulina e imágenes alusivas a los orígenes del electromagnetismo.

**PROCEDIMIENTOS:** Analizar lo dicho por el maestro en su breve explicación de la evolución de las ideas en relación a los fenómenos eléctricos y magnéticos (10 minutos), para luego hacer clara lectura de los fragmentos, uno por cada grupo de tres personas (20 minutos), luego de ello se inicia el trabajo de la reconstrucción de los hechos en la línea del tiempo (30 minutos), para finalmente responder las siguientes cuestiones por escrito en una hoja para entregar.

**PREGUNTAS - CONCLUSIONES:**

- ¿Cómo se percibe la diferencia existente entre una carga eléctrica y una corriente eléctrica? ¿Qué parte del electromagnetismo se encarga de cada una de ellas particularmente?
- ¿Qué discusiones teóricas recuerda de la revisión descrita en la actividad?
- ¿Cuál es el principio que permita la existencia de máquinas capaces de producir cargas eléctricas o chispas antes del año 1800? (Realice un diagrama)
- ¿Qué elementos eran necesarios para la producción de cargas eléctricas en diversos materiales, cuales variables emergían dentro de los estudios de las cargas eléctricas?

**DESCRIPCIÓN DE LA SESIÓN**

Se solicitó al maestro de la asignatura de física la posibilidad de realizar unos laboratorios en los cuales existiera una aproximación a las relaciones de los fenómenos eléctricos y magnéticos, se encuentra como ya se ha nombrado de diversas formas el hecho que las clases no cuentan con la dinámica experimental que se debiera, y por ende existen falencias o vacíos en los procesos de conceptualización revisados dentro de las cuestiones inherentes a la Física, para esta sesión se inició dando un material a los estudiantes en grupos de tres personas (una guía y unas lecturas que eran diferentes por cada grupo), los cuales en su conjunto representaban todo el contexto del origen del electromagnetismo. Se les pidió que leyeran y que respondieran las cuestiones que en la guía brotan. Se planteaba inicialmente que la actividad tardaría una sola sesión de 80 minutos de clase, en la realidad este ejercicio tardó el doble de tiempo junto con la realización conjunta de la línea del tiempo, la cual abarco dos paredes enteras del salón. Ya en su desarrollo realizado en la segunda sesión, el maestro inicio el relato de las ideas a rescatar antes del año 1800 en materia del estudio de estos fenómenos, de ello cada estudiante luego de la lectura y contestar el cuestionario, dio su aporte en la línea del tiempo, relacionando los hechos relevantes como lo son las discusiones teóricas, estudios científicos y sucesos de los cuales se realizó una retroalimentación donde se dejó en claro, que todo bagaje conceptual que permitió el desarrollo de elementos como la pila de Volta, o los estudios de Galvani, como de la mención de elementos de corte matemático deducidos de la experimentación, como los trabajos de Coulomb y Cavendish, son estudios ejemplares de que es la formalización o la matematización de las experiencias dentro de la ciencia.

En específico y respecto a esta última mención de los trabajos de ciertos autores que ya formalizaban en ciencias desde antes del descubrimiento de volta, permiten describir el instante en que se intervino para poder hablar de todo lo que recubría las lecturas dadas, para poder hacer conexión d ellos elementos circundantes en el aula fue necesario hablar del surgimiento o construcción del concepto de corriente eléctrica desde la experiencia, para poder hacer entender la importancia de la medición de un elemento como este, con ello no solo se habló de las definiciones oficiales como de elementos en referencia a los modelos de electrones y protones que no son acordes con los procesos experimentales observados dentro en el primer tercio del siglo XIX en el origen de los mismos estudios. Esta idea fue el centro de la discusión, ya que la forma en que se logra hacer que la corriente sea producida por un elemento como la pila, o encontrada en un animal, o vista en la atmosfera entre otras, como en una reacción química, se hace alusión a los estudios de electricidad animal y al elemento o sensación de la conmoción como medio para entender lo que acontecía dentro de los elementos que llevaban carga o corriente eléctrica. Los argumentos o respuestas de los estudiantes se caracterizaran y se describirán más adelante.

<p><b>Hans Cristian Oersted conflicto eléctrico, imantación y movimiento (Sesión 1)</b></p>	<p>Al ser la publicación de Oersted la más importante en la medida que es con ella que se inicia la controversia y critica a Newton con su acciona a distancia. Y esa íntima relación que se teje entre electricidad y magnetismo, para ello además de hacer una lectura textual de las principales conclusiones del trabajo, se enuncian de manera tangencial lo siguientes conceptos inherentes la asignatura de física:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La <b>fuerza</b> que produce el <b>conflicto</b> o <b>corriente eléctrica</b> sobre una <b>aguja imantada</b>.</li> <li>-La <b>acción</b> de esta fuerza no depende de la presencia en el <b>medio</b> de sustancia alguna entre el <b>conductor</b> y la aguja.</li> <li>-La <b>intensidad</b> de la fuerza de la corriente eléctrica sobre una aguja imantada, depende de la <b>potencia del imán</b>, de las características del conductor y de la <b>distancia</b> entre ellos.</li> <li>- Un <b>circuito plano atrae</b> o <b>repele</b> los polos de la aguja magnética.</li> </ul>	<p>La finalidad de este experimento no solo consta de revisar los movimientos que se generan al aproximar una brújula a un conductor rectilíneo, sino también de exponer la problemática que se expuso en la publicación de Oersted como de su idea de la unificación de las fuerzas, con el fin de comprender que significaba por aquel entonces el hecho de ser anti-newtoniano, y toda la carga filosófica que conllevaba serlo, en específico con las discusiones de las cosmovisiones que se contradecían al existir un cuerpo que de alguna manera mostraba “efectos a distancia”, por otra parte hacer énfasis a lo que representaba, para dicho montaje el descubrimiento de Volta, ya que con este se podría iniciar el trabajo con una fuente de corriente eléctrica constante como es la pila, finalmente se resalta el papel de los datos interpretados a la luz de una teoría o modelo filosófico de la materia como el de los corpúsculos y el vacío o el de la unidad de materia y fuerza, entre otros.</p> <p>Para el desarrollo de estos elementos dentro de los DBA se encuentran las siguientes competencias a desarrollar que se pueden guiar desde la práctica del experimento de Oersted junto con su contexto de emergencia.</p>
---	--	---

-Los **efectos** de la corriente se transmiten al medio que los rodea, aparentemente a través de **círculos** situados en **planos perpendiculares** al conductor.  
 -Los **cuerpos no magnéticos** son penetrables al conflicto eléctrico, mientras que los **cuerpos magnéticos** resisten al paso del conflicto, de allí que provoquen **impulso y movimiento**.

-Comprende que existe una gran variedad de materiales y que éstos se utilizan para distintos fines, según sus características (longitud, dureza, flexibilidad, permeabilidad al agua, solubilidad, ductilidad, maleabilidad, color, sabor, textura).  
 -Comprende que una acción mecánica (fuerza) puede producir distintas deformaciones en un objeto, y que este resiste a las fuerzas de diferente modo, de acuerdo con el material del que está hecho.  
 -Comprende que la magnitud y la dirección en que se aplica una fuerza pueden producir cambios en la forma como se mueve un objeto (dirección y rapidez).

### SESIÓN 1

#### COLEGIO COLOMBO FLORIDA BILINGÜE

#### LAS RELACIONES ENTRE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

#### Sesión I “Experimenta Circa Efectum Conflictus Elctrici In Acum Magneticam” (H.C. Oersted)

#### OBJETIVOS:

- 1) Desarrollar y analizar el experimento de Hans Cristian Oersted, teniendo en cuenta de forma paralela una revisión contextual a su publicación, la cual dio inicio al estudio de las relaciones entre electricidad y magnetismo.
- 2) Establecer criterios para poder entender y medir la forma invisible a nuestros sentidos que rodea el imán denominado en la ciencia como líneas de campo magnético.
- 3) Comprender que conceptos e ideas se debatieron y reflexionaron a partir de la publicación de Oersted, con el fin de esclarecer y evidenciar la relevancia de los estudios de este filósofo en el mundo de la ciencia.

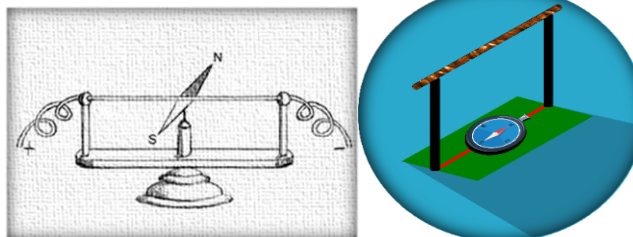
**MATERIALES:** Cable, imanes, fuente o pila de corriente, limaduras de hierro y brújula comprada o construida: aguja imantada, corcho, recipiente con agua.

#### PROCEDIMIENTOS:

1. Tomar la brújula, el generador eléctrico, la pila y un cable (conductor eléctrico).



2. La idea con el experimento es hacer circular por el cable una corriente, que si se tomara de la pila podrá mantenerse conectada, mientras que si se toma la fuente deberá hacerse solamente pulsos, es decir conectar y desconectar rápido, sea cual sea el principio se debe mantener suspendido el cable de forma lineal así:



3. Aproximar el cable a la brújula de forma paralela, girándolo de tal forma que altere la direccionalidad de la brújula, pero manteniendo la distancia con el uso de un soporte con el cual poder suspender el cable sobre el elemento magnético como muestra la figura.

4. Observar, y tomar nota de lo que le sucede a la brújula.

#### PREGUNTAS – CONCLUSIONES:

- ¿Según lo observado a que se debe la atracción o repulsión en los imanes y el comportamiento de la brújula (realice un diagrama de lo que no podemos ver de estos eventos)?
- Describa que le ocurre a la brújula al acercar el conductor eléctrico mientras circula electricidad por el mismo.
- ¿Qué elementos pueden ser variables dentro del experimento?
- ¿Qué sucede si al montaje de los dos elementos se le acerca un imán? Describa lo observado.
- Observé el cambio de movimiento en la brújula, al circular una corriente eléctrica por el cable explícitamente al variar la dirección del mismo en forma paralela a la brújula y escriba su observación.

#### DESCRIPCIÓN DE LA SESIÓN

Esta sesión a diferencia de la primera se desarrolló en uno de los laboratorios de Física de la Universidad Antonio Nariño ya que se tiene acceso los mismos como colegio

dentro de la misma, para esta experiencia se puede observar la motivación y la expectativa con la que llegaron los estudiantes. Primero al repartir los materiales y hacer los grupos emergen preguntas en relación a que era lo que Oersted pensó para poder explicar su experimento y realizar su publicación. El primer paso es proyectar una imagen de la publicación traducida del latín, de ella se pueden apreciar sus terminologías y la idea que se tenía de conflicto eléctrico para el año de la publicación 1820, la experiencia fue todo un éxito no hubo inconvenientes para realizar el montaje, se observó que se debían hacer pulsos de corriente para observar la desviación e la brújula, ya que si la corriente se dejaba de forma continua podía averiar o fundir los elementos de medición o la misma fuente productora del voltaje. Los estudiantes realizaron el montaje y tomaron la evidencia suficiente. Por otra parte durante la ambientación al experimento se hizo una reflexión acerca de los elementos que disponía el laboratorio como botellas de Leyden, electróforos, amperímetros y electros copios, acompañados de su equipo de electricidad estática donde se podría explorar mediante la realización de una serie de experiencias debidas al rozamiento y a la naturaleza de los materiales. Se hace una mención a cómo funciona el amperímetro u otros elementos de medición análogos o por grados de intensidad, que pueden captar o medir la corriente o conflicto eléctrico, donde al conectar o medir cuestiones como la producción de corriente de una batería o de un cable por el que pasa corriente, donde se puede evidenciar movimiento en grados de intensidad de la guja del aparato de medida, esta reflexión fue importante ya que la idea de acción a distancia era muy fuerte cuando se inició en la época de Oersted al hablar de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Finalmente se da paso a que se respondan las cuestiones enunciadas en una sesión que se alargó hasta los cien minutos de clase, debido al interés y demás elemento que se gestaron dentro del aula al poder ver la experiencia de Oersted; se hace una reflexión como medio de relacionar la producción de corriente con un tipo de pila Volta la cual permitió este y los avances en materia de ciencia que analizaremos en la secuencia didáctica compuesta de cinco sesiones.

<p><b>André Marie Ampere Electricidad Dinámica, Electroimán, semejanza entre dos Cargas Eléctricas en movimiento y dos Imanes. (Sesión 2)</b></p>	<p>Dentro del estudio realizado emergen dos ideas a resaltar dentro de las contribuciones del trabajo de Ampere a la sesión y fueron el desarrollo de un imán artificial y del experimento que llevo puntualizar la analogía entre el comportamiento de dos imanes y la interacción ente corrientes eléctricas paralelas, de ello emergen los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-El magnetismo es electricidad en movimiento.</li> <li>-Admiración al procedimiento de Newton: <b>observación</b> del nuevo hecho físico, <b>reproducción del experimento</b> para comprender el mecanismo y descubrir sus <b>causas</b>, para finalmente traducir al <b>lenguaje algebraico</b> definiendo <b>leyes generales</b>.</li> <li>-<b>Hipótesis</b> de que el comportamiento de los imanes tiene que explicarse admitiendo la existencia de <b>microscópicas</b> corrientes eléctricas en su interior, y por tanto las acciones entre corrientes e imanes, dependen de la interacción debida exclusivamente al movimiento de las cargas eléctricas.</li> <li>-Dos conductores voltaicos se atraen o se repelen dependiendo de sus características como de la distancia entre sí.</li> <li>-La acción que ejerce la tierra sobre un conductor es análoga a la producida sobre este por una aguja o un imán.</li> <li>-La fórmula matemática para calcular <b>campo magnético</b> creado por un hilo conductor, el cual pone una característica general del campo, y es que va disminuyendo con la distancia al conductor.</li> <li>-Otra fórmula matemática se halló con el fin de hallar la fuerza entre conductores siempre y cuando sean rectilíneos y paralelos.</li> <li>-La invención del <b>solenoid</b> y sus análogas funciones con el imán.</li> <li>-<b>Telégrafo</b> electromagnético que finalmente fue desarrollado por Gauss y Weber (1833), lo anterior es el fundamento de <b>motores, timbre, teléfonos</b>, entre otros.</li> </ul>	<p>Esta sesión junto con los experimentos de Ampere aparecen para demostrar las fuertes diferencias que existen entre una carga estática de electricidad, y una corriente eléctrica como tal, la cual presenta una diferenciación hasta el momento que inician los trabajos citados, ya que para hablar de corriente se habla del comportamiento de la misma en relación a un imán, ya que si se colocan dos hilos conductores conectados a dos fuentes de corriente se observa que al aproximarlos se evidencia la presencia de un campo magnético que rodea los cables y evidencian las similitudes de comportamiento que generan parecidas a un imán ordinario, Ampere al observar esto extiende un análisis de sus similitudes referente a dos imanes y dos corrientes, por otra parte dentro de esta sesión se les pedirá como insumo la construcción del electroimán o imán artificial , el cual será tenido en cuenta para hablar de los elementos matematizables como las espiras y demás variables que aparecen en dicho elemento.</p> <p>Por otra parte, se iniciará a comprender el funcionamiento de la inducción, con ello se logró movimiento a partir del simple contacto por proximidad de un imán artificial o electroimán y un imán común o permanente. De ello la competencia central de la sesión es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera fuerzas magnéticas.</li> </ul>
---	---	--

#### SESIÓN 2

### COLEGIO COLOMBO FLORIDA BILINGÜE

#### LAS RELACIONES ENTRE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

##### Sesión II "Teoría De Fenómenos Electrodinámicos Deducidos Del Experimento" (A.M. Ampere)

#### OBJETIVOS:

1. Realizar los experimentos que permiten a Ampere la comparación, unificación y simulación de ciertas características presentes tanto en los imanes como en las cargas en movimiento, elementos como el electroimán o solenoid; así como de la revisión de la síntesis teórica de la electrodinámica en la que se establecieron analogías prácticas entre cargas eléctricas en movimiento y los imanes.
2. Establecer criterios para poder entender similitudes entre cargas en movimiento y los imanes, teniendo en cuenta las variables que emergen dentro de los montajes experimentales.
3. Comprender que ideas se debatieron y reflexionaron a partir de las experiencias propuestas por Ampere, así como los elementos que fueron posibles de construir a partir

de ello.

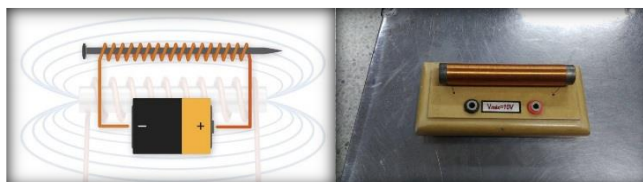
**MATERIALES:** Soporte universal, dos conductores eléctricos (hilos conductores de cobre o tubos de papel aluminio), caimanes o pinzas para cable, dos Generadores eléctricos o batería de moto, alambre de cobre esmaltado, barras de hierro, videos explicativos de las prácticas de Ampere y de Oersted para entender un poco más los elementos abordados dentro del laboratorio<sup>8</sup>.

**PROCEDIMIENTOS:**

1. Explicación de contexto histórico y proyección de videos en relación a la ley, experimentos y conclusiones de Oersted y Ampere.
2. Realizar el siguiente montaje con el tubo las armellas, los cables y el soporte universal como se indica:



3. Conectar ambos alambres o tubos de aluminio con una fuente por aparte, con el fin de observar que sucede en términos de distancias o movimientos relativos entre los dos al hacer circular corrientes en el mismo sentido o en diferentes, con fuentes diferentes cada cable por aparte o cada tubo, tal como aparecía en el video.
4. Finalmente realizar el electroimán dándole corriente al embobinado, para probar de los elementos que depende su funcionalidad y potencia, este se realiza tomando una barra de hierro y enrollándole espiras de alambre de cobre esmaltado como muestra la figura, este solo funcionara si se descubren de esmalte las puntas del embobinado para que circule corriente por este.



**PREGUNTAS CONCLUSIONES:**

- ¿Que conoces de los elementos necesarios para los experimentos?
- ¿Qué acción se desencadena al interior de las varas de cobre al circular por ellas corriente eléctrica?
- ¿En que influye la dirección de las corrientes eléctricas en la interacción entre las varas de cobre?
- ¿Cómo explica usted la dirección de la corriente?
- ¿Cómo explica usted la ocurrencia de un evento como el producido por el electroimán?
- ¿En que afectaría el hecho que se modificaran las dimensiones de la barra de hierro que se introduce dentro del embobinado, como de la cantidad de

<sup>8</sup><https://www.youtube.com/watch?v=RwilgsQ9xaM> What Oersted discovered with his Compass by

National MagLab.[https://www.youtube.com/watch?v=qNE5BgQ9\\_IY](https://www.youtube.com/watch?v=qNE5BgQ9_IY) André Marie Ampère: Discovery of the Connection between Electricity and Magnetism by CandDCoins1.

<https://www.youtube.com/watch?v=kKi7H-y98bA> El Experimento De Ampere Por El Canal Ciencia Bit.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ib8weCaYIJs> André Marie Ampere: Conductores Paralelos y Súper

Amperaje. Increíble...!! Por [Julio Germán Rodríguez Ojeda](#)

vueltas de alambre de cobre que se le dan al mismo?

### DESCRIPCIÓN DE LA SESIÓN

Esta sesión inicia con la revisión del material audiovisual relacionado dentro de la guía, este permitió observar un poco más la realidad del tamaño de las pilas empleadas para la consecución de dichos experimentos, en especial se habló de la historia encontrada de las pilas y las proezas que se debieron hacer tanto Oersted, Ampere y Faraday, para poder tener acceso o a su disposición un elemento productor de corriente, además dentro de los videos se explicó antes de hacer el montaje las relaciones immanentes sobre las que se cierne la teoría que sustenta dicho montaje, se hace énfasis en la batería debido a que a todas luces es el elemento que más ha evolucionado ya que nosotros tenemos aparatos como los celulares o los controles de los televisores, entre otros que funcionan con baterías realmente pequeñas en comparación con las revisadas dentro de las experiencias. Para esta sesión se tuvieron problemas, relacionados primero con poder encontrar una fuente de electricidad, que lograra sin quemar ningún elemento o generar un accidente, hacer mover los tubos de papel aluminio o los hilos conductores para observar la reacción con la que Ampere define las relaciones entre electricidad y magnetismo como de su hipótesis al respecto. El segundo elemento fue el tiempo que se disponía para hacer la experiencia completa junto con el cierre de la sesión, este se postergo para la siguiente sesión donde se finalizó, se recogieron las respuestas de las guías y se debatió en relación a todo lo visto dentro de los videos, en la clase por parte del maestro y en las experiencias directas en el aula. La resolución del conflicto inicial termino en que solo se lograron hacer tres montajes incluido el del docente del aula, ya que se requiera una batería de carro o de moto para poder hacer el montaje con éxito. Con todo lo anterior el maestro creó un insumo suficiente grande para alimentar la creatividad y trabajo de los estudiantes que debían resolver las cuestiones inherentes a la sesión número tres, lo importante es que los estudiantes quedaron sorprendidos al ver las formas en que se puede hacer visible desde las interacciones experimentales en las que se revisó el campo magnético de una corriente eléctrica en interacción con otro elemento de igual naturaleza.

**Michael Faraday**  
**Inducción,**  
**creación de**  
**Movimiento a**  
**partir de la**  
**interacción entre**  
**un Imán artificial**  
**y uno Corriente.**  
**(Sesión 3)**

Dentro de la sesión número tres el objetivo central se encuentra situado en entender las relaciones presentes entre las ideas gestadas por Oersted y Ampere, para colocarlas en relación con los descubrimientos de Faraday, para esta sesión la parte experimental la dará solo los principios de la producción de corriente eléctrica a partir de magnetismo entre otras cuestiones como las siguientes:

- Obtener corrientes eléctricas mediante el movimiento relativo de corrientes e imanes
- Construcción de dispositivos que **transforman energía** eléctrica en energía mecánica.
- La introducción del concepto de **campo** para describir las fuerzas electromagnéticas, apartándose de **la acción a distancia**.
- Descripción del desarrollo de la idea de **giro electromagnético** basado en la idea refinada de Oersted, donde asume y entiende que la fuerza ejercida por la corriente sobre el imán era de naturaleza circular.
- Acunar el término de **inducción** con el desarrollo del primer **transformador** con un anillo de hierro de 7/8 de pulgadas con **espiras** separadas con hilo y algodón **calicó**.
- Identificación de una **corriente inducida** entre **bobinas**.
- El desarrollo de la primera **dinamo** creada con imanes artificiales que al entrar en contacto con corrientes e imanes en movimiento y bajo ciertas disposiciones generaban corrientes de electricidad a partir de movimiento mecánico.

Gran parte del origen del electromagnetismo se queda corto al ser revisado desde los estándares curriculares ya que sobre ciertos elementos que se está dando luz dentro de la propuesta no existe ningún tipo de lineamiento, si no que se toma al transformador y al motor eléctrico, sin revisar sus alcances teóricos, ya que solo les enuncian como el descubrimiento inherente a un alguien o a la simple mención que se puede emplear en un circuito, de allí que lo más relevante sean los siguientes desempeños o competencias:

- Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos en serie, en paralelo y mixtos.
- Comprende que un circuito eléctrico básico está formado por un generador o fuente (pila), conductores (cables) y uno o más dispositivos (bombillos, motores, timbres), que deben estar conectados apropiadamente (por sus dos polos) para que funcionen y produzcan diferentes efectos.

### SESIÓN 3

#### COLEGIO COLOMBO FLORIDA BILINGÜE LAS RELACIONES ENTRE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Sesión III "Inducción, creación de Movimiento a partir de la interacción entre un Imán artificial y uno Corriente" (M. Faraday)

#### OBJETIVOS:

- 1) Relacionar los descubrimientos anteriores revisados dentro de las sesiones, con los realizados por Faraday dejando en claro su importancia tanto práctica, como teórica en el mundo de la ciencia particularmente la Física.
- 2) Construir una imagen de conocimiento conjunta con los estudiantes del colegio Colombo Florida, en la cual se evidencie una lectura del contexto de dicha época, haciendo énfasis en los experimentos, las explicaciones, los conceptos y discusiones que se encuentran vinculadas a los fenómenos a analizar, como de los elementos que son evidencia de ellos en especial el transformador y el motor eléctrico.
- 3) Explicar el funcionamiento de máquinas que son vitales para el desarrollo de la vida tecnológica como la tenemos actualmente, comprender con ello la base de la influencia de la ciencia en nuestro diario vivir.

**MATERIALES:**

Videos explicativos<sup>9</sup>, alambre de cobre calibre 25, bobinas de diverso número de espiras, fuentes de corriente, núcleos de hierro e imanes de barra y galvanómetros.

**PROCEDIMIENTOS:**

1. Observar el material audiovisual con acompañamiento de las explicaciones del docente como antelación a la práctica experimental, dentro de estos videos se hará relación a menciones teóricas que hace Faraday dentro de su publicación.



2. Conectar el galvanómetro a cada una de las bobinas.
3. Luego hacer movimientos dentro del mismo con el imán para observar la producción de corrientes debido al movimiento del imán al interior de la bobina.

<sup>9</sup><https://www.youtube.com/watch?v=3HyORmBip-w> **Electromagnetic Induction: Faraday's Laws and**

**Lenz Law- Iken Edu.** <https://www.youtube.com/watch?v=xT-Dm0hSrI> **LEY DE FARADAY- La**

**"chispa" que dio origen a la corriente eléctrica. Un genio...! Por Julio Germán Rodríguez Ojeda,**

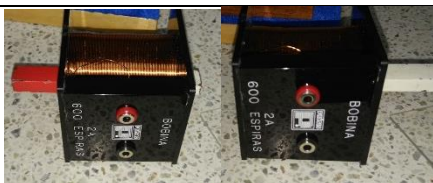
<https://www.youtube.com/watch?v=WUZ-w6M5I84> **LEY DE FARADAY- Inducción Electromagnética.**

**Origen de la Corriente Eléctrica Por Julio Germán Rodríguez Ojeda.,**

[https://www.youtube.com/watch?v=Cx4\\_7IjjoBA](https://www.youtube.com/watch?v=Cx4_7IjjoBA) **what is a Transformer and How Do They Work? By**

**Electrical4U.,** [https://www.youtube.com/watch?v=j\\_F4IimaHYI](https://www.youtube.com/watch?v=j_F4IimaHYI) **Working Principle of DC Motor (animation**

**of elementary model) by chrvoje engineering.**



4. Sobre la barra de hierro se colocan dos bobinas seguidas sin estar conectadas, y una de ellas se alimenta de una batería y la otra se conecta a un galvanómetro, ello para observar el principio del transformador que induce corrientes.

#### PREGUNTAS CONCLUSIONES:

- Explique mediante diagramas la relación entre movimiento, los embobinados y los diversos tipos de núcleo que este mismo puede tener.
- Según el diagrama anterior de qué elementos o configuraciones espaciales depende la generación de movimiento, corriente o la trasmisión de la misma entre bobinas.
- ¿Cuál es la relación conceptual entre la mecánica de Newton y los análisis que se realizan a los fenómenos magnéticos o eléctricos por parte de los autores revisados?
- ¿Por qué razones no se puede hablar que el motor, el transformador y la ley general de inducción no son una acción a distancia como afirmaba Newton?

#### DESCRIPCIÓN DE LA SESIÓN

Dentro de la sesión en la que se abordaron las experiencias de Faraday, se realizó una sensibilización en relación a los trabajos del mismo autor ya que fue realmente un genio, con una capacidad deductiva impresionante, con una sagacidad de explicación grandiosa, todo este cúmulo de elementos ayudaron para configurar un elemento como el motor eléctrico o el primer generador existente, con el que resuelve su cuestión de cómo producir electricidad partir de magnetismo ordinario. Descubrimiento que refino una serie de explicaciones de sus predecesores, toda esta actividad científica fue descrita dentro de la sesión en ayuda de un material audiovisual que ejemplifica, la ley de Faraday como del principio del motor eléctrico y el transformador, donde el maestro realiza una síntesis y una presentación de las investigaciones experimentales de electricidad del autor, lugar donde se dejó en claro las relaciones de discusión teórica que mantenían los dos personajes ya analizados como de su relación con los orígenes de los estudios del electromagnetismo.

Esta explicación se realiza basado en los videos vistos y en el experimento demostrativo practico que se desarrolló dentro del mismo laboratorio, en esta ocasión los estudiantes ya disponían de más agilidad para la forma de trabajo de hacer el montaje experimental y responder las cuestiones, espacio que fue apoyado en una discusión en relación a la forma en que se da el descubrimiento como de su carga tanto teórica como discursiva en analogía a los fenómenos analizados. Es interesante observar como experimentos aparentemente sencillos cobran bastante sentido al observar esa relación entre electricidad y magnetismo, con la producción de movimiento, esta actividad permitió ordenar el desarrollo de la secuencia donde se comprendió el sentido de la emergencia de los descubrimientos como de los principios teóricos y experimentales que fundamentaron dichas construcciones

<b>Crecimiento del conocimiento científico, representaciones de realidad y formalización de experiencias con fenomenologías (Sesión 4)</b>	En específico se tratará acá sucintamente el dilema de los <b>tipos de conocimiento</b> y las barreras de lenguaje que las ciencias llevan dentro de sus <b>explicaciones</b> , con el fin de concretar: -Intentar llegar a acuerdos grupales respecto a cómo se generan dichos tipos de conocimientos, en concordancia a sus <b>procesos de formalización</b> de elementos teóricos que emergen de diversos tipos de “ <b>argumentación</b> ” entre ellos los experimentos propuestos para ser interpretados de forma empírica. - ¿Que significa formalizar una experiencia sensible? -Qué diferencia existe entre la <b>observación</b> de un científico y mi observación “ordinaria.”	Estas competencias dentro de los estándares van inmersas dentro de las dinámicas ya que las posibilidades de expresión, comunicación de ideas y demás elementos argumentativos emergen de la construcción conjunta de lenguaje en todas las asignaturas regulares de la escuela.
--	---	--

#### SESIÓN 4

#### COLEGIO COLOMBO FLORIDA BILINGÜE LAS RELACIONES ENTRE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Sesión Final: “Conocimiento científico, representaciones de realidad y formalización de experiencias con fenomenologías”

#### OBJETIVOS:

- 1) Conocer y medir a fondo que elementos discursivos se vieron favorecidos con la inmersión de la práctica experimental dentro de la clase de ciencia.
- 2) Brindar elementos de cierre frente a la diversidad de temáticas y dinámicas abordadas, que aparecen al observar y revisar el origen experimental de la teoría electromagnética.
- 3) Crear una explicación conjunta que encierre todas las prácticas, historias y argumentos que componen este fragmento de la historia de las ciencias mediante una explicación grupal.

#### MATERIALES:

Hojas de block y salón de clases.

#### PROCEDIMIENTO:

Para la sesión final de la secuencia para la comprensión de las relaciones entre electricidad y magnetismo, se pretende abrir un espacio interactivo donde los grupos

participantes, mostraran que tanto se enriquecieron sus comprensiones respecto a las dinámicas de la actividad científica, en relación a como le vemos en la escuela, para ello revisaremos las conclusiones originales que emergieron de los estudios de los autores relacionados, como las aplicaciones que hoy en día disfrutamos a ciertos principios descubiertos dentro de dichas prácticas, luego se tendrá un espacio para reunirse en grupo y crear los elementos que se confrontaran en mesa redonda como cierre de la experiencia. Lo anterior se logrará con ayuda de las siguientes preguntas que deben quedar contestadas en su explicación, la cual se comentara en voz alta delante de todos sus compañeros; las preguntas son las siguientes:

**PREGUNTAS CONCLUSIONES:**

- ¿Cuál es la secuencia lógica que nos lleva desde la publicación de Oersted al trabajo de Faraday?
- ¿Cómo es posible refutar una teoría oficialmente aceptada por una comunidad científica?
- ¿Cómo interpretaban los autores estudiados los resultados de los experimentos?
- ¿Cuál es la estructura lógica que emplearían como grupo para explicar los resultados y los procedimientos de un experimento cualquiera?

---

**DESCRIPCIÓN DE LA SESIÓN**

---

Dentro del cierre de la propuesta se observaron diversas cuestiones interesantes, inherentes al desarrollo conceptual que algunos estudiantes presentaron en sus diversos niveles de desarrollo, ya que la observación de los principios que rigen elementos como el transformador o el motor eléctrico, permiten evidenciar las relaciones analógicas entre electricidad y magnetismo, como de los medios empleados para hacer visible o entendible elementos como el campo magnético que no es perceptible a los sentidos. Se encuentran diversas sensaciones de comprensión dentro del aula de clase, todas en específico relacionaron los hechos que la ciencia deja en evidencia mediante sus postulados teóricos, las construcciones y avances que se logran en materia de comprensión del mundo. La revisión a las formalizaciones de la ciencia que se realizó dentro de este espacio final a modo de cierre contribuyó a dialogar en términos de cómo se conforma desde la experiencia una ciencia con teorías formalizadas como la electromagnética, y que dentro de la enseñanza de las ciencias se puede aprender deduciendo sus postulados y comprendiendo el lugar de donde emergieron dichos estudios, para así comprenderle y ampliar la experiencia que se tiene de todo lo relacionado con esta teoría.

Luego de la introducción y síntesis de las sesiones vistas, se deja el tiempo para que los estudiantes se reúnan y respondan las cuestiones dadas en el instrumento, con el fin de construir la discusión o consenso dentro de una especie de foro/debate en relación a que tanto se aprendió de los avances y refinamientos de la ciencia en materia del origen del electromagnetismo, además se observó cómo fueron las conceptualizaciones de los experimentos analizados como del cuestionamiento directo a los estudiantes, se podría afirmar que era el examen final del dialogo de contextos en su pleno desarrollo en las explicaciones de los estudiantes, en contraste a todo lo que se les dio para dar horizontes de interpretación y solides en sus discursos en relación a lo que viven en el aula de clase con la excusa de poder entender un poco más de eso que se llama la ciencia de la Física en lo respectivo a los fenómenos eléctrico y magnético como de sus relaciones.

Finalmente dentro de foro se respondieron las cuestiones que se describirán en el siguiente aparte, de la cual se generaron reflexiones y cuestionamientos dentro de esta sesión de cierre lugar donde los estudiantes crecieron en relación a que observaron no solo el tópico de la ciencia con el que se hace el desarrollo de la propuesta, si no que empezaron a ver la mecánica misma de Newton con otros ojos, es decir se cimentaron conclusiones e inferencias que crearon más explicaciones, de cosas vistas dentro de la Física en grados anteriores, esto permitió la significación de conceptos como el de peso, la gravedad, entendiendo no solo la parte enunciativa o cualitativa del fenómeno sino que también se aproximaron a las relaciones que se sintetizaron en un producto o en una relación como lo es la equivalencia de la fuerza dentro de la Física a masa por gravedad, como de sus desarrollos experimentales que permiten analizar y medir los fenómenos y sus cualidades. De todo ello se analizó lo interesante que resulta el hablar de la legitimación o refutación de una teoría, esto último dando como ejemplo los elementos que se ven dentro de la escuela y que de alguna manera tienen que ver con el mundo que vivimos a diario, y que está lleno de elementos tecnológicos y científicos que dependen de estas raíces de la ciencia que no entendemos y que le vemos como descontextualizada de nuestras vidas. En términos generales la secuencia didáctica impacto en casi todos los estudiantes ya que facilito entender dinámicas presentes en toda conformación de conocimiento, como de observar que no es necesario tener claridad en las nociones matemáticas para comprender de que se está hablando dentro de la clase de ciencia física.

---

### **3.2. Revisión y formalización de la experiencia en el colegio colombo florida bilingüe.**

Dentro del desarrollo de la propuesta aparecieron elementos que son comunes a todas las aulas de este nivel de secundaria, lugar donde siempre existe una animadversión general por la física debido a su enfoque algebraico, adoptado por los maestros en general, junto con ello la recordación de una clase de ciencia, con alguna carga experimental que se perdió con el tiempo. Finalmente, la inconformidad de sentir una barrera de lenguaje entre la clase y lo que se sabe comúnmente de los fenómenos (obviamente lo anterior no era un sentir total pero si general), permitieron un gran inicio dentro de la aplicación de la propuesta ya que los estudiantes

presentaron una gran motivación con la sola idea de hacer la clase de Física por fuera de un salón de clase y en vez de ello desarrollarla en un laboratorio.

La propuesta se desarrolló entre los meses de abril y mayo de 2019, con una intensidad horaria de ochenta minutos a la semana, donde algunas sesiones se convirtieron en dos debido a cuestiones tales como el ritmo de trabajo de los estudiantes, el desarrollo normal de las clases y la necesidad de movilización dentro del colegio, sucesos que se presentaron y condicionaron los espacios, lugar donde la población en general respondió bastante bien a las dinámicas de las actividades. Teniendo en cuenta que la población no presentaba dificultades o dinámicas sociales negativas que impidieran su total disposición a las actividades del colegio, teniendo en cuenta lo anterior; los estudiantes en su general participaron de forma activa y contaron con los conocimientos necesarios para estar en grado once, comprendiendo y relacionando de alguna u otra manera, la física con sus contenidos obligatorios y la significación de algunos elementos dentro de su realidad inmediata o cotidiano.

Debido a todo lo anterior a continuación en un cuadro se mostrarán los análisis de la evolución conceptual de la población seleccionada. Lo que se tuvo en cuenta para dar lectura de forma crítica a esas construcciones, desarrollos, avances y dificultades en los estudiantes fueron todos los elementos que se recolectaron en respuesta a las dinámicas de las actividades, en esto es claro el papel que juega en los procesos de argumentación como de conceptualización luego de la experiencia, esto permitió ampliar lo que se sabe de los fenómenos, como de relacionársele con los conocimientos de una ciencia como la física, la cual abre paso a la ampliación del lenguaje en términos de poder hablar de la experiencia en términos como la ciencia lo exige. El

siguiente cuadro muestra los nexos entre la expectativa del docente y el verdadero desarrollo que suscito la formulación de ciertas cuestiones y procedimientos:

Tabla 5.  
Análisis específico de las respuestas de los estudiantes pregunta a pregunta

Sesión Introductoria: “Electricidad y Magnetismo antes de 1800: Distancia, ubicación y cargas estáticas”		
Cuestiones	Elementos Esperados	Análisis General Y Particular En Materia De Evolución Conceptual
¿Cómo se percibe la diferencia existente entre una carga eléctrica y una corriente eléctrica? ¿Qué parte del electromagnetismo se encarga de cada una de ellas particularmente?	Se buscaba que los estudiantes diferenciaron desde las mismas experiencias descritas en el material todo lo que me permiten percibir cargas y las que me permiten poner en circulación estas para generar una corriente. Además se buscaba que quien aprende relacionara discursiva y experimentalmente los conceptos de electrostática y electrodinámica.	<p>En general los resultados de los nueve grupos conformados demuestran como al tener la facilidad de traer información al instante con el celular, hace aparecer toda una serie de vocabulario moderno (electrones, spin entre otros diversos modelos no conectados con lo propuesto), donde la visión experimental de elementos de los que se abordan en las lecturas no tienen un interés relevante para los estudiantes, en la medida que están acostumbrados a la corriente eléctrica, de esto la profundización a las preguntas que surgen en relación de las cargas y las corrientes eléctricas, son sumamente interesantes hasta el momento en que se les pide tener cuenta el mundo en que fueron gestadas dichas ideas, frente a esta contextualización los estudiantes respondieron de dos formas diferentes en general.</p> <p>La primera y la más repetida a lo largo de los grupos (seis de nueve) es la puesta en su discurso y respuestas de una definición adquirida textualmente de una fuente de información ajena a las propuestas que describen una carga eléctrica a partir del hecho de estar asociada al signo y no a la experiencia que electrifica un cuerpo, en consecuencia se describe la corriente como un flujo de electrones, este elemento demuestra que la experiencia desde la discusión y construcción de los conceptos de forma grupal no permitió hacer desarrollo de nuevos conceptos o entendimiento claro del salto conceptual que aparece en los mismos libros de texto criticados y algo alejados de lo que se esperaba, esta visión no permitía la conexión con la percepción de lo que aparece descrito en las lecturas y en la reflexión conjunta, de esto esta parte del equipo muestra un desempeño <b>MEDIO</b> en la conceptualización.</p> <p>La segunda forma de responder es en la que se logró como maestro desde las relaciones encontradas por los estudiantes hacer que estos entiendan y hablen acerca de hacer mover las cargas a través de un conductor lineal o cable, esta idea fue enfatizada durante el desarrollo y conexión de las ideas de la lectura y la retroalimentación que se hizo antes de construir la línea del tiempo. Ya que un elemento como el hilo conductor o la concepción de una máquina electrostática o de la pila de Volta tienen todo un componente científico derivado de la experimentación y la clasificación de los materiales según su naturaleza, fueron respuestas en los tres grupos restantes quienes se encontraban en un nivel <b>AVANZADO</b> de conceptualización, este grupo fue de los que discutieron y se interesaron en la exploración de la actividad, los experimentos descritos en las lecturas y en las muestras expuestas de los mismos de forma conjuntamente por todos los del salón. Con todo esto la gran mayoría de las personas relacionaron que era electrostática y electrodinámica dentro de sus respuestas solo que de dos maneras diferentes como se describió.</p>

<p><b>¿Qué discusiones teóricas recuerda de la revisión descrita en la actividad?</b></p>	<p>Este punto es muy abierto debido a que depende de la variedad de las lecturas, es decir deberían existir tantas respuestas como grupos, estas discusiones deben ubicarse todas a nivel histórico y descripciones claves que son señalados en los mismos textos.</p>	<p>Para esta parte fue algo complejo de lograr en la medida que no todos tenían claridad de que era una discusión en la ciencia, para ello se debió tomar un ejemplo de los tantos que había en las lecturas para que resolviesen dicha cuestión en la construcción de un párrafo, esto sirvió para hablar de las formas en las que se deben escribir las ideas en relación a un hecho como es el experimento en relación a la conformación de una teoría o un concepto dentro de las mismas. Surgieron diversas construcciones escritas de las cuales ocho de nueve grupos lograron hacer dicho ejercicio descriptivo, ya que para cada evento de la línea del tiempo construida de forma conjunta se pueden hablar de una idea puntual junto con un personaje, que desarrolla desde la experiencia teóricamente un estudio de fenómenos, algunos de los ejercicios más interesantes se anexan al final del documento.</p>
<p><b>¿Cuál es el principio que permitía la existencia de máquinas capaces de producir cargas eléctricas o chispas antes del año 1800? (Realice un diagrama)</b></p>	<p>Se buscaba que dibujaran un diagrama donde se mostrara como se imaginaban una maquina electrostática, cuyos principios son fricción, ciertos materiales y movimiento.</p>	<p>Dentro de este punto existió un problema en relación a que la sola lectura de los elementos junto con la socialización de lecturas y la cátedra del maestro, dejaban al estudiante a puertas de tener que investigar o de proveerse de un referente adicional respecto de las composiciones de esas máquinas, frente a ello solamente tres de los grupos realizaron una revisión de todo lo realizado, mostrando que existía un entender y una explicación de cómo producir una serie de elementos mediante máquinas con esta capacidad, este primer subgrupo se podría clasificar como un nivel <b>MEDIO</b> en la conceptualización debido a que falta más relaciones entre lo que se experimenta y lo que dice el maestro.</p> <p>A pesar de ello, emergieron en el resto de grupos que los diagramas que se imaginaron y plasmaron tienen algunas carencias de señalamientos en los elementos, para la explicación de una construcción a través de un plano de la misma máquina, de resto la descripción de la funcionalidad se mantuvo en términos de las relaciones entre el rozamiento, la clasificación de los materiales y las disposiciones de las distancias de los objetos, de estos diagramas los más claros son los siguientes los cuales se encuentran en un nivel <b>AVANZADO</b> de conceptualización, se escogen por que explican los elementos necesarios para responder a la cuestión.</p>
<p><b>¿Qué elementos eran necesarios para la producción de cargas eléctricas en diversos materiales, cuales variables emergían dentro de los estudios de las cargas eléctricas?</b></p>	<p>En este sentido se esperaba que los estudiantes hablaran de la diferencia entre los tipos de metales y su capacidad para dejar pasar o resistirse al paso del conflicto eléctrico, como de los fenómenos que separan el hierro y el imán, de otra clase de atracción y repulsión dada en materiales como el caucho, vidrio y demás.</p>	<p>En este sentido a la hora de la resolución de la guía y al estar como maestro dispuesto a explicar de alguna manera esas condiciones del experimento frente a la clasificación y puesta en relación a los diversos tipos de metales o de materiales al efecto del rozamiento, se observa que la sola enunciación de los experimentos y montajes no basto para que los grupos dijieran el argumento central que separaba las condiciones que permiten a un imán atraer a un metal y las condiciones para que los otros tipos de materiales atrajeran o repelieran otros cuerpos, y mucho menos el análisis que separaba lo metal de lo no metal.</p> <p>Según esto el grupo para la presente cuestión dejo ver en sus respuestas un nivel de desempeño <b>MEDIO</b> de esta manera la pregunta al ser formulada tuvo que ser respondida a los estudiantes, es decir se les ayudo en su redacción debido a que había poco tiempo para que llegaran a dicha construcción, a pesar que dentro del desarrollo de la sesión se buscó siempre hablar de los conocimientos obtenidos por la humanidad y su evolución al ser revisados o estudiados por los precursores de la ciencia quienes se acercan y le describen de forma científica a los fenómenos y recolectando información de los mismos. En consecuencia, se muestran los grupos que, mejor análisis realizaron de la información dada y de las variables que emergen en los estudios revisados y que son preliminares a lo que haremos a lo largo de las</p>

sesiones restantes.

**Sesión I “Experimenta Circa Efectum Conflictus Electrici In Acum Magneticam” (H.C. Oersted)**

Cuestiones	Elementos Esperados	Análisis General Y Particular En Materia De Evolución Conceptual
<p>¿Según lo observado a que se debe la atracción o repulsión en los imanes y el comportamiento de la brújula (realice un diagrama de lo que no podemos ver de estos eventos)?</p>	<p>Se buscaba que dibujaran la forma en la que se imaginaban el espacio que media entre los imanes y la forma en que la brújula puede ubicarnos.</p>	<p>Para esta práctica se dispuso de una serie de elementos que permitían rehacer el montaje de Oersted, la idea de la producción del campo magnético a partir del conductor lineal, fue bastante aceptada y entendida en general debido a la gran introducción que se le hizo a los objetos de análisis principales emergidos del texto y del experimento del científico nombrado.</p>
<p>Describe que le ocurre a la brújula al acercar el conductor eléctrico mientras circula electricidad por el mismo (haga una descripción grafica).</p>	<p>En este momento se espera que construyan un dato empírico basándose en las discusiones puestas en escena en lo que lleva del proceso, donde se ha hablado de la caracterización de electricidad y magnetismo antes del año 1820, además se realizó una reconstrucción de la experiencia de Oersted, se espera que describan elementos en relación a lo que no podemos ver tanto del hilo con corriente y todo lo que crea la aguja imantada o la brújula.</p>	<p>De esta manera se clasifica al grupo en general en un nivel de descripción <b>AVANZADO</b> en especial por que se logró evidenciar la importancia del descubrimiento enunciado dentro de los avances realizados en electrostática, de hecho mucho de las construcciones que se analizaron presenta gran claridad conceptual y la redefinición de palabras como circuito, cable, fuente de corriente e instrumento de medida, los cuales para este ejercicio tenían que versen de otra manera para entender y re-significar el experimento - hallazgo de Oersted el cual es muy importante para comprender la secuencia de revisiones que se hará a lo largo de las sesiones restantes, en esta sesión se evidenciaron dentro de las participaciones diversas construcciones interesantes en especial, la referencia a las visiones tan distintas y alejadas, respecto a la forma de mostrar las mismas ideas al verlas dentro de los libros de texto oficiales en oposición al ver las construcciones originales de los científicos.</p> <p>Con ello se inicia a contemplar el hecho de la evolución de los objetos y de los conceptos. La cual si no se significa puede ser un elemento sin sentido para los estudiantes, que no ven la linealidad o evolución clara de las ideas desde los experimentos hasta las construcciones de los textos actuales que se refieren al montaje del científico sin darle la relevancia teórica y epistemológica que tiene en el fondo.</p>
<p>¿Qué sucede si al montaje de los dos elementos se le acerca un imán? Describe lo observado.</p>	<p>La idea es que describan todo lo construido en la caracterización de estos elementos y muestren la interacción de los tres campos en términos visuales.</p>	<p>Para lograr este montaje se debió explicar las diferencias entre corriente alterna y directa ya que se encontró varias dificultades para hacer entender la diferencia entre la fuente de voltaje y las pilas electricas, junto con la necesidad de solo hacer un “pulso” de corriente para poder evidenciar el efecto en la brújula al interactuar sin contacto con el cable. En este punto la diversidad de diagramas es igual de amplia que la cantidad de grupos, pero en todos existe la necesidad de darle desde lo grafico un sentido a la corriente, es interesante de alguna manera como se puede lograr hacer imaginarse algo que no se ve. Para este caso los diagramas a pesar de ser explícitos podrían tener una carga más teórica dentro de los mismos debido a la cantidad de elementos que se pusieron en juego dentro de las sesiones. Con ello se clasifica la población en un nivel de desempeño <b>MEDIO</b> en la media que sus explicaciones son coherentes y entendibles, pero falta referenciación dentro de los mismos gráficos o especificidad dentro de las acciones y descripciones de las interacciones entre los elementos del experimento.</p>
<p>Observé el cambio de movimiento en la brújula, al circular una corriente eléctrica</p>	<p>La idea es que conceptualicen la secuencia de eventos del montaje</p>	<p>En este espacio fue bastante enriquecedora la descripción dada ya que todos pudieron alcanzar un nivel <b>AVANZADO</b> en la medida que daban cuenta exacta de lo que ocurría y se evidenciaban los comportamientos que se generan a partir de la interacción de los cuerpos que no se tocan y que generan reacciones entre sí.</p> <p>Para esta parte fue bastante complejo poder hacer que mediante las experiencias formuladas se imaginaran el</p>

por el cable, varié la dirección del mismo de forma paralela a la brújula y escriba su observación.

experimental y se espera que den gran cantidad de elementos relevantes respecto a las relaciones tendidas entre el alambre de cobre, la fuente de donde sale toda la corriente y los elementos que no se pueden ver, pero que gracias a experiencias como estas se hace comprensible y de alguna manera conocible al entendimiento.

cuerpo que rodea al imán y al hilo conductor (campo magnético). De hecho existieron para este cuestionamiento grandes obstáculos, en especial porque existe la costumbre de revisar información que se encuentra circulando por la internet, la cual es moderna e intenta ser muy explícita en términos de vocabulario moderno, esta práctica hizo emerger dentro del aula explicaciones dentro del modelo de protones y de neutrones, los cuales ven los elementos que comprometen el circuito analizado de un forma más abstracta y alejada de los modelos explicativos que buscábamos aproximar a los estudiantes.

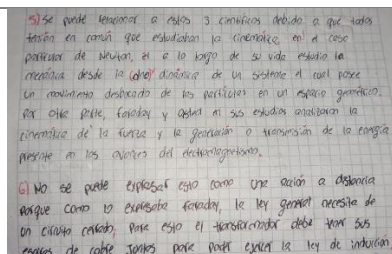
De esta manera las cuestiones respondidas con esta metodología de trabajo presente en todos los grupos para explicar las relaciones entre los objetos del montaje, dan clara evidencia que el grupo en su generalidad logra dar cuenta del experimento y referencias del mismo, pero parece que realiza arreglos de la información recolectada por internet y la obtenida dentro de las experiencias de aula, con el fin de mostrar una explicación en términos generales, de esto se debe asumir que le grupo se encuentra en una descripción **BÁSICA** de lo que se esperaba, ya que no se extrae toda la información de la experiencia y existe la urgencia por dar una respuesta exacta. Para corregir ello se sugirió a todos los grupos el solo extraer y trabajar con el vocabulario y descripciones de lo dado en clase ya que otros conceptos confunden y enrarecen los informes. Finalmente, lo que se buscaba era la comprensión del origen de este experimento mas no sus conclusiones más recientes descritas en las fuentes de información. A continuación, se muestran algunos de los trabajos que evidencian lo dicho.

#### Sesión II “Teoría De Fenómenos Electrodinámicos Deducidos Del Experimento” (A.M. Ampere)

Cuestiones	Elementos Esperados	Análisis General Y Particular En Materia De Evolución Conceptual
¿Que conoces de los elementos necesarios para los experimentos?	Se pide que hagan una descripción de las baterías voltaicas usadas y descritas, como de las características del alambre de cobre y la forma en la que se conduce corriente por estos elementos. Para ello el maestro hace la reflexión acerca de cómo han evolucionado en tamaño a las baterías y a que elementos de avance científico está sujeto dicha dinámica.	Ya en este punto al haber iniciado con la exposición de variados materiales respecto a las experiencias a recrear en al aula, junto con los personajes y demás, duran te esta sesión ya el andamiaje conceptual presente en los estudiantes fue mucho más potente en términos que ya no requerían mucha averiguación por fuera del salón de clase ni de la actividad para poder responder las cuestiones, y ya se tiene otros imaginarios más exactos frente a los elementos que involucraban dentro del montaje. Debido a lo anterior se coloca al grupo en nivel de conceptualización <b>MEDIO</b> , debido en gran medida a que daban cuenta de lo observado y relacionaban con otras experiencias, apropiaban el vocabulario nuevo dentro de sus explicaciones, pero carecían de referencias respecto a de donde se había extraído dicho contenido de las ideas, lo cual daría más exactitud y soporte a las explicaciones de los estudiantes.
¿Qué acción se desencadena al interior de las varas de cobre al circular por ellas corriente eléctrica?	Se busca que hablen de la estructura química misma del cobre, esta que le permite dejar circular por el más corriente que otros metales. Hacer evidente una relación entre esta estructura del metal y su facultad en comparación con otros elementos.	Para hacer que los estudiantes enunciaran las afirmaciones realizadas por Ampere, cuando desarrollo su teoría adelantada y acertada para su tiempo, cuando ni siquiera se usaba el microscopio, es interesante observar como la imaginación de los estudiantes hace que creen diversidad de marcos de referencia en los cuales a pesar de introducir vocabulario moderno dan explicaciones gráficas y textuales interesantes que dan cuentas de una organización del fenómeno desde lo general a lo particular, en específico porque le dan una parte dentro de la explicación a diversidad de elementos que van más allá de los puntualmente observables dentro de los montajes si no que por el contrario les dotan en sus descripciones de capacidades funcionales correctas y que solo se generan a partir de la interpretación de resultados, sin la necesidad de caer en formas modernas de explicar lo eventos en relación a conceptos como el spin.

<p><b>¿En que influye la dirección de las corrientes eléctricas en la interacción entre las varas de cobre?</b></p>	<p>Se busca que hablan en relaciona a la analogía que se da entre las cargas eléctricas y el comportamiento de los imanes permanentes cuando se colocan en proximidad. Además, dar luz acerca de por qué hablamos y relacionamos la corriente con signo positivo o uno negativo, ello es una construcción que está basada en la experiencia y en las convenciones o consensos realizados por los científicos.</p>	<p>Según lo anterior el estado de conceptualización de los estudiantes corresponde a <b>AVANZADO</b>, debido a su amplia forma de explicar de forma concreta las relaciones microscópicas que explican en últimas la naturaleza de lo metal y no metal y por ende el por qué un imán solo atrae cuerpos de ferrita y por qué el vidrio nunca obtendrá dicha virtud con el frotamiento sobre el imán ya que son eventos análogos pero diferentes, finalmente se hace por que se evidencia una plena referenciación no solo de los autores sino de experiencias desarrolladas dentro de las sesiones anteriores.</p>
<p><b>¿Cómo explica usted la ocurrencia de un evento como el producido por el electroimán, en que afectaría el hecho que se modificaran las dimensiones de la barra de hierro que se introducen dentro del embobinado, como de la cantidad de espiras en el embobinado?</b></p>	<p>Que relacionen el hecho que este dispositivo es una construcción tecnológica análoga en comportamiento a un imán permanente, en la medida que producen un campo magnético, cuya acción de fuerza depende de las características y mediciones de los elementos que le componen, es decir el núcleo, la cantidad de vueltas de alambre de cobre que contenga y la cantidad de corriente que circule por él. Al igual que la modificación de la cantidad de corriente que circula por el electroimán, el control y cambio de sus elementos aumenta o disminuye su potencia de atracción o de producción de campo magnético, cuestiones como las dimensiones en términos de sección del núcleo como del diámetro del alambre utilizado, son cuestiones que han desempeñado un papel protagónico en el diseño de este tipo de elementos.</p>	<p>Para este punto ya los estudiantes lograban describir con mayor integridad las preguntas y los elementos que se pedían relacionar o averiguar en específico dentro de las practicas pero se logró el desprendimiento de tanta información proveniente de otras fuentes de información las cuales no me dan cuenta real de la experiencia que se tuvo en relación a el experimento, para este punto se logró que los estudiantes hablaran del sentido de la corriente hallado de forma intuitiva en relación con las oscilaciones o declinaciones que daba la aguja al aproximarse al hilo conductor además, al lograr hacer evidente el comportamiento análogo de dos corrientes eléctricas con el de dos imanes, permitió dentro de las respuestas observadas ya un pensamiento crítico, ya que en este punto algo interesante sucedió con dos grupos los cuales encontraron una contradicción en el material dado, audiovisualmente y el contenido escrito de las lecturas de la sesión, elemento que fue puesto en discusión hablando de las formas en que se debe confiar en una fuente de información y se incito a la contrastación experimental y fiarse del resultado que aparece ante nuestros ojos, finalmente estos dos grupos a diferencia de los demás se coloca en una posición de <b>AVANZADO</b>, ya que encontró argumentos para refutar elementos que están escritos o publicados. Y se generan refutaciones o críticas a estos contenidos basados en resultados que se dan a la mano dentro del aula de clase.</p>
<p><b>Sesión III “Inducción, creación de Movimiento a partir de la interacción entre un Imán artificial y uno Corriente” (M. Faraday)</b></p>		
Cuestiones	Elementos Esperados	Análisis General Y Particular En Materia De Evolución

<b>Conceptual</b>		
<b>Explique mediante diagramas la relación entre movimiento, los embobinados y los diversos tipos de núcleo que este mismo puede tener.</b>	Como de esta interacción se produce el movimiento por las diversas relaciones que se dan al parecer de forma invisible a los sentidos.	Durante el desarrollo de las sesiones como ya se tenía una visión extraída de una lectura, dentro de un material audiovisual y finalmente con un montaje real de los elementos a descubrir, como de la puesta en escena de algunos otros, era claro que la gran mayoría de conceptos en relación al motor eléctrico estaban claros pero en términos generales la población, presento un problema que fue uno de los más reiterados en todas sesiones como en el desarrollo de las preguntas y fue la irrupción dentro de las explicaciones de información ajena a la dada por el maestro, elementos que complejizaban las dinámicas con las que los estudiantes explicaban dichos elementos, de ello se entiende que muchas de las explicaciones son correctas conceptualmente pero es evidente que en muchos casos no se entendió el giro electromagnético como se esperaba, más bien fue un trabajo en el cual se explicaron las partes de la generación de corriente a partir de campos magnéticos, pero sin la correcta referencia a los hechos estudiados en las sesiones.
<b>Según el diagrama anterior de qué elementos o configuraciones espaciales depende la generación de movimiento, corriente o la trasmisión de la misma entre bobinas.</b>	Se buscaba que hablaran de la distribución de los elementos, como de su composición y forma de construirse, ya que dentro de los montajes el embobinado en relación al imán fijo de estar en cierta disposición que permita al hacer pasar corriente producir movimiento o si se aplica movimiento crear corriente.	Para esta pregunta al igual que en muchas otras como ya se ha descrito interactúan informaciones ajenas a los textos e informaciones dadas dentro de clase, pero se alcanzó a hacer que los estudiantes dieran cuenta de las relaciones entre las cuestiones matematizables de los elementos y el aumento o disminución de los efectos dentro de los mismos al realizar los montajes, claro ejemplo de ello es el hecho del transformador el cual se explicó de diversas maneras
<b>¿Por qué razones no se puede hablar que el motor, el transformador y la ley general de inducción no son una acción a distancia como afirmaba Newton?</b>	Se debe partir del hecho de retomar las ideas del trabajo de Faraday las cuales enunciaban una desconexión entre el modelo de acción a distancia por la irrupción de la concepción de campo que es una parte de un cuerpo que puede actuar donde este último no se encuentra, y que hoy en día estamos muy relacionados al concepto mismo gracias a sus diversas formas de representación que se han hecho comunes, además de existir una especie de penetrabilidad en lo que es el objeto en sí mismo, evidencia de ello, es la interacción de los imanes o de los espacios magnéticos de las cargas eléctricas en los experimentos de Oersted y Ampere.	En esta sesión en contraste con las anteriores existen claros indicios de crecimiento conceptual derivados de la evolución y triangulación argumentada de explicaciones sacadas de las experiencias generadas dentro del marco de la propuesta, ya que se habla de los debates de conocimiento en relación a la acción a distancia y se entiende la ruptura del paradigma newtoniano, entendido todo esto como una discusión teórica de corte cultural gestado en las vidas de los personajes que interactúan y experimentan haciendo crecer la ciencia física misma. En este caso la totalidad de los grupos realizo referencias a diversos comportamientos dentro de las dinámicas de las ciencias. De lo anterior se concluye que lo mejor hubiera sido enriquecer de más elementos filosóficos la discusión que permita de alguna manera entender la totalidad de los principios y primeros pasos de la formalización de la física antes de ser “moderna”. Esto coloca a la población en un nivel de desempeño <b>AVANZADO</b> en la manera en que dieron sus explicaciones finales en relación a las conexiones discursivas, teóricas y experimentales que compartían los tres exponentes del origen de los estudios en electromagnetismo.
<b>Sesión Final: “Conocimiento científico, representaciones de realidad y formalización de experiencias con fenomenologías”</b>		
<b>Cuestiones</b>	<b>Elementos Esperados</b>	<b>Análisis General Y Particular En Materia De Evolución Conceptual</b>
<b>¿Cuál es la secuencia lógica que nos lleva desde la publicación de Oersted al trabajo de Faraday?</b>	En dicha cuestión lo que se buscaba era que encontraran el hilo conductor fuera a través de discusiones, preguntas problemas u objetivos de los experimentos revisados, y ya con ello desarrollaran una argumentación respecto a que sin la aparición de la publicación de Oersted, tanto Ampere como Faraday no hubieran podido iniciar sus desarrollos, al igual	Esta pregunta fue bastante compleja ya que pedía relacionar todas la conclusiones de las anteriores sesiones, en torno de las experiencias que ya los estudiantes habían evidenciado que el maestro no pedía cuestiones extraídas de libros sino más bien intentaba mostrar otro tipo de elementos dentro de la clase, con esta cuestión todos los grupos mostraron a través de un diagrama la relación y significación mutua que se vislumbra al entrar en la revisión de los textos originales ya nombrados con antelación, de esta forma no solo se evidenció que los estudiantes comprenden que es un proceso y una discusión o problema de conocimiento dentro de la ciencia, sino que también tienen nexos con la conformación



que sin los estudios que estaban a la base en materia de electricidad estática como el desarrollo de la pila de Volta no hubiera sido posible iniciar otros estudios que buscaran más exactitud y potencia explicativa de un evento.

de conocimiento científico, ya que de este depende en gran medida el crecimiento de la ciencia misma.

Con ello los estudiantes tiene claro que descubrimientos y a partir de cuales otros emergen los orígenes de los estudios en el electromagnetismo, entienden la carga experimental y formal de textos como el de Faraday o el de Ampere los cuales para ser significados deben entenderse o vérselos desde el presente en comparativa o contraste a los utensilios o artefactos que son posibles gracias a estos principios o avances en materia de comprensión de la ciencia. De esta manera el grupo se posiciona dentro de esta pregunta en un nivel **MEDIO**, ya que pesar que enunciar las dinámicas y las explicaciones desde la experiencia falta hacer relaciones con otros eventos, además carece de pensamiento referenciado a pesar que se les dan las fuentes a los estudiantes para completar y referenciar sus discursos explicativos de los experimentos sugeridos por el docente

### ¿Cómo es posible refutar una teoría oficialmente aceptada por una comunidad científica?

En este punto se buscaba puntualmente que dieran referencias a la idea de acción a distancia que fue modificada por las ideas y descubrimientos de quienes analizamos a lo largo del documento, además de dar información se hizo mención a la misma debido a que era parte esencial dentro de las cátedras desarrolladas para entender el origen de los estudios en electromagnetismo.

En los grupos emergieron diversa cantidad de respuesta las cuales clasificamos en tres sub-grupos, primero las personas cuyo desempeño fue **BÁSICO**, fueron quienes no definen conceptualmente ni brindan un ejemplo acorde con lo enunciado frente a la solicitud de la pregunta. De esta forma son tres de los nueve grupos, quienes realizan una descripción sin profundidad de los elementos en juego dentro de los montajes, al contrario, el grupo de desempeño **MEDIO** quienes son otros tres de los nueve, alcanzan a conceptualizar que era un debate epistemológico en términos de la refutación de ideas, pero se quedaron cortos en la argumentación y creación de nexos desde los ejemplos abordados a lo largo de las sesiones y lo que pide la pregunta. Finalmente existe un grupo donde se concluyó, respecto a que si contaban con nivel de conceptualización **AVANZADO**, donde no solo se evidencio congruencia en sus modos de hablar, sino que además traían a situación a ejemplos que correspondían con las definiciones dadas y las experiencias concretamente referenciadas, desde los elementos dados por el maestro hecho que favoreció el desarrollo de fenomenologías desde la experimentación frente a la cuestión de explicar los fenómenos de forma ordenada y concreta.

### ¿Cómo interpretaban los autores estudiados los resultados de los experimentos?

Se buscaba que en este punto que los estudiantes sin nombrarlo puntualmente, hablasen de la metafísica de los experimentos o de los argumentos sobre los cuales buscaban definir las nuevas descripciones al amparo de la terminología de la física de esa época, que no era más si no la mecánica de Newton, es decir ampliar a otros fenómenos los mismos conceptos de estática y dinámica, como de las relaciones que tendían los elementos revisados entre fuerzas y distancias. Con el fin de entender las generalizaciones de lo revisado.

Dentro de los nueve grupos se presentaron un nivel de desempeño conceptual de término **MEDIO** en términos que entendieron los orígenes de los problemas de conocimiento interpretados por los autores dentro de sus experiencias, estas a su vez permiten entender que los argumentos que sustentaban los experimentos o los sucesos del mundo natural dentro de la evolución de la ciencia son los elementos mismos que permitieron a la filosofía convertirse en ciencia al apartarse de la especulación y el mito, para refugiarse en los datos empíricos y en las investigaciones rigurosas típicas dentro de las ciencias naturales. De esta manera toda la revisión llevada a cabo dentro de las sesiones apuntaba a que los estudiantes entendieran que es eso de la metafísica de los experimentos, se observó que, a pesar de los condicionamientos, indicaciones y ejemplos, como tal no llegamos a este concepto pero si se entendió la diferencia entre datos de corte objetivo y los de corte subjetivo, además como estos condicionan o favorecen los objetivos y el procederes dentro de una investigación. Se determina ese nivel de desempeño debido a la carencia de relaciones que se extienden desde la experiencia directa y las prácticas de clase como la descrita frente a la comprensión de fenómenos físicos.

### ¿Cuál es la estructura lógica que emplearían como grupo para explicar los

Se buscaba una referencia al método científico, elementos

Para este punto los estudiantes dentro de los nueve grupos acertaron en su gran mayoría y con lujo de detalles porque

<b>resultados y los procedimientos de un experimento cualquiera?</b>	como sus momentos o pasos de ordenamiento y formalización de experiencias conocidos concretamente como observar, gestar hipótesis, experimentar y conceptualizar para teorizar.	los procesos lógicos que hacen pensar en el método científico están vinculados en todas las asignaturas obligatorias de la escuela, y gran mayoría de las experiencias que se gestan para las aulas como en las temáticas que se trabajan en las mismas están sustentadas en dicha estructura, de esta forma todos los grupos exhibieron dicha estructura de observación, creación de hipótesis, experimentación o desarrollo de los procesos y finalmente una teorización.
		Algunos dieron ejemplos más puntuales u relacionaron con otras ciencias obligatorias dentro del colegio, gracias a ello se iniciaron a ver también la urgencia de comprender experimentalmente asignaturas como el cálculo, la trigonometría, la mecánica de Newton vista en grado decimo y la misma aritmética, ya que las abstracciones a las que se somete la memoria, muchas veces obstaculizan la comprensión y aplicabilidad real de los contenidos que se observan dentro de la escuela. En términos generales los grupos cuentan con la capacidad de analizar situaciones y de extender sus conceptualizaciones sobre otros eventos que se pueden trabajar de forma analógica, específicamente dentro de la estructura de las ciencias.
		De ello el desempeño de los estudiantes podría categorizarse en un entendimiento <b>AVANZADO</b> dado a las relaciones que extienden entre las demás ciencias y el método que se abordó, además que muestran unas explicaciones y un pensamiento referenciado desde la ciencia misma, esto es importante de resaltar en la medida que la propuesta de corte constructivista deja en evidencia que los avances conceptuales de los estudiantes fueron significativos en la medida que correspondían en esfuerzos con las actividades sugeridas para el desarrollo de esta parte de la física.

Tras la culminación de las sesiones de trabajo con los estudiantes y el previo análisis de las teorías formuladas y establecidas por los científicos de los cuales se ha hablado durante este documento, se puede concluir que se desarrolló un ambiente óptimo para poder obtener un aprendizaje significativo tanto para el docente investigador como para los estudiantes, dado que al poder comprender los procesos de matematización en la historia de la ciencia y la episteme de los primeros postulados y teorías con las que cuenta la física sobre los fenómenos eléctricos y magnéticos, se creará un dialogo de contextos para volver a reconstruir el fenómeno y comprenderlo a la luz de lo que vieron esos primeros científicos o filósofos mediante el experimento en el aula, aportando a la conceptualización de estos temas que permite el enriquecimiento del discurso y de los modos de hablar que se tienen a partir de la adquisición de

conceptos de orden científicos para describir la realidad tras las practicas experimentales, obteniendo un proceso de enseñanza de las ciencias que construye conocimiento bidireccional; en donde el estudiante enriquece su conceptualización y comprensión del mundo, y por otro lado el docente adquiere mayor facilidad para la comprensión y elaboración de mecanismos para percibir como la persona aprende, mejorando su propio discurso respecto a su propia práctica y quehacer.

#### 4 Conclusiones

Como parte final de la presente investigación se describirán sus alcances más significativos principalmente los relacionados con los objetivos planteados al inicio del documento, dentro de cada uno de ellos, iniciando por el general y acabando por los específicos, se pensó siempre en la forma de estudiar el impacto de la propuesta en los espacios académicos, de ello se observó que las tres categorías de análisis para cada grupo de estudiantes dadas en Básico, Medio y Avanzado, sirvieron tanto para analizar como para describir lo ocurrido durante la observación de la evolución conceptual y discursiva, presente en las intervenciones realizadas por los estudiantes, este cuadro de desempeño no sólo ayudó a organizar la población sino que permitió entender las formas en que se puede dar una guía articulada para lograr la ganancia conceptual y discursiva que se buscaba mediante la exhortación hecha a los estudiantes a comprender las relaciones entre electricidad y magnetismo.

Estas categorías fueron ampliadas, corregidas y contrastadas con la realidad durante el trabajo de cada una de las cinco sesiones planeadas, obteniendo en una proporción muy pequeña una categoría en nivel básico, lo que refleja una evolución significativa en términos de conceptualización, asimilación de conceptos y construcción de modos de hablar nuevos para los estudiantes, ya que no solo les fortalecieron como procesos de orden superior desde la argumentación sino que también ampliaron su imagen de la ciencia y del mundo, en conjunto con la concreción de discursos acordes con la rigurosidad conceptual de la ciencia.

Estos marcos de referencia comunes con los que los estudiantes llegaron condicionados desde sus modos de hablar, los ligan o ligaban a la búsqueda de elementos en fuentes de

información como la web, con el fin de dar una respuesta única y correcta, en dicho lugar se encontraron con una serie de informaciones que dan saltos explicativos de los fenómenos, estas informaciones incitan a hablar de experiencias ajenas y la aceptación de modelos para entender elementos que se pueden entender con la experiencia directa o propia, y que son los mismos que fragmentan la comprensión que se tiene de la ciencia, lo cual aleja a las personas de su comprensión real y objetiva.

Según ello todos los estudiantes fueron influenciados por la secuencia didáctica a observar otro tipo de elementos de los fenómenos desde la física, esos que se encuentran fuera de lo algebraico, elementos como los principios teóricos, las actividades experimentales que acompañadas de sus referentes históricos, pretendían en principio llegar a la formalización matemática de los conceptos revisados encontrándose una respuesta parcial en este aspecto, logrando en el grupo la identificación de variables, constantes y unidades en los montajes experimentales, pero quedando pendiente la conclusión total del ejercicio a nivel matemático, esto es debido en gran medida a que las ecuaciones que resultan de este proceso histórico dentro de las ciencias desembocan en las ecuaciones de Maxwell, de ello solo se aproximó a los elementos antes nombrados con la dificultad descrita, pero en términos generales al analizar estas dinámicas que existen con la información y los elementos de la escuela que rodean la evaluación dejó observar otras dinámicas frente a la construcción de conocimiento, y como los condicionamientos sociales de inseguridad conceptual han generado desconfianza en la forma de trabajar del estudiante el cual se esfuerza por aprobar la asignatura y no por la comprensión real de lo que se enseña en las ciencias.

Lo anterior es entendido en que los estudiantes alcanzaron a identificar las partes, como los fundamentos de montajes experimentales que terminaron convirtiéndose en el fundamento de elementos tecnológicos, cuestiones como los instrumentos de medida de cualidades de los fenómenos, o de producción de corriente como el dinamo o de inducción de la misma como el transformador, o de generación de movimiento a partir de la interacción entre bobinas e imanes como el motor, objetos que cuentan con partes variables y constantes emergidas en experimentos de control analizando los fenómenos, de los cuales emergían explicaciones que estructuran dichos inventos y cuya génesis se encuentra en los trabajos originales desarrollados por los filósofos naturales analizados a lo largo del texto.

El análisis de la propuesta dejó en evidencia que los estudiantes de grado once desarrollaron formas de proceder de corte investigativo que se trabajaron durante el desarrollo de las sesiones, de ello aparece una ampliación de su concepción del mundo, visto como el crecimiento o evolución de la red de significados que llevaban por dentro como sujetos que aprenden respecto a la ciencia física. De lo anterior se continua resaltando la urgencia de posicionar como protagonista dentro del aula a la construcción de conocimiento científico, esto depende en gran medida de la innovación en la enseñanza dada por el maestro, cuando se posiciona como ente investigador, actividad que permite procesos de aprendizaje y de evolución conceptual como discursiva en doble vía en relación a lo que se entiende por la ciencia y las posibilidades que da al ser humano para hablar, comprender y controlar el mundo que le rodea.

Los edificios teóricos de las ciencias son evidencia de los grandes dotes de conceptualización y de desarrollo cognitivo con que cuentan estas construcciones realizadas por científicos y filósofos de las ciencias, con ello cabe señalar que las vidas de estos personajes son

un constante trabajo enfocado a conocer el mundo natural, ya dentro de esa experiencia, el científico concentra esfuerzos en formalizar y comunicar las prácticas de la ciencia, entendida como la concreción de ideas o generalizaciones de forma coherente y lógica de lo que se sabe del mundo de fenómenos como de sus relaciones o métodos de control.

Finalmente, el maestro investigador tiene el deber de innovar las formas de aproximar, fomentar, ordenar y de formalizar los contenidos de la ciencia dentro del aula, para ello está en el deber de crear nexos de forma crítica entre todo el material y requerimientos de que dispone y que le condicionan, ya que de él depende en gran medida despertar asombro y curiosidad por la actividad científica.

## Bibliografía

Ayala Manrique, M. M., Malagón Sanchez, J. F., & Sandoval Osorio, S. (2014). El lenguaje y la construcción de fenomenologías: el caso del efecto volta. *historia de las ciencias*, 203-213.

Ayala Manrique, M. M., Sandoval Osorio, S., & Malagón Sanchez, J. F. (2012). La actividad experimental: la construcción de fenomenologías y procesos de formalización en el aula. *Praxis Filosófica*, 119-138.

Berkson, W. (1985). *Las teorías de los campos de fuerza desde Faraday hasta Einstein*. Alianza Editorial.

Braun, E. (1998). *Electromagnetismo de la ciencia a la tecnología*. México: Fondo de cultura económica.

Casas Reyes, J. V., Muñoz Quevedo, J., & Quiroga Chaparro, J. (1995). *Física 2 Ondas y Luz*. México D.F.: LIMUSA.

del Colombo, E. S. (2000). Alessandro Volta: sobre la electricidad excitada por el simple contacto de substancias conductoras de distintas especies. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 23(48), 763-784.

Díaz-Hellín, J. A. (2001). *El gran Cambio en la física experimental Faraday*. Madrid: Nivola Libros y Editores.

Faraday, M. (1971). Investigaciones Experimentales de Electricidad series I a V. (E. E. Galloni, Ed., & R. Schapsis de Zimmerman, Trad.) Buenos Aires: Editorial Universitaria Buenos Aires.

Koponen, I., Kurki-Suonio, K., Hämäläinen, A., & Lavonen, J. (2001). The role of experimentality in concept formation in physics: quantifying experiments and. Finlandia: University of Helsinki.

Loyola, J. A. (1998). Alejandro Volta. México : LIMUSA-CONALEP.

Pérez de Landazabal, M. C., & Varela Nieto, P. (2003). Orígenes del electromagnetismo (1 ed.). España: Nivola Libros Ediciones.

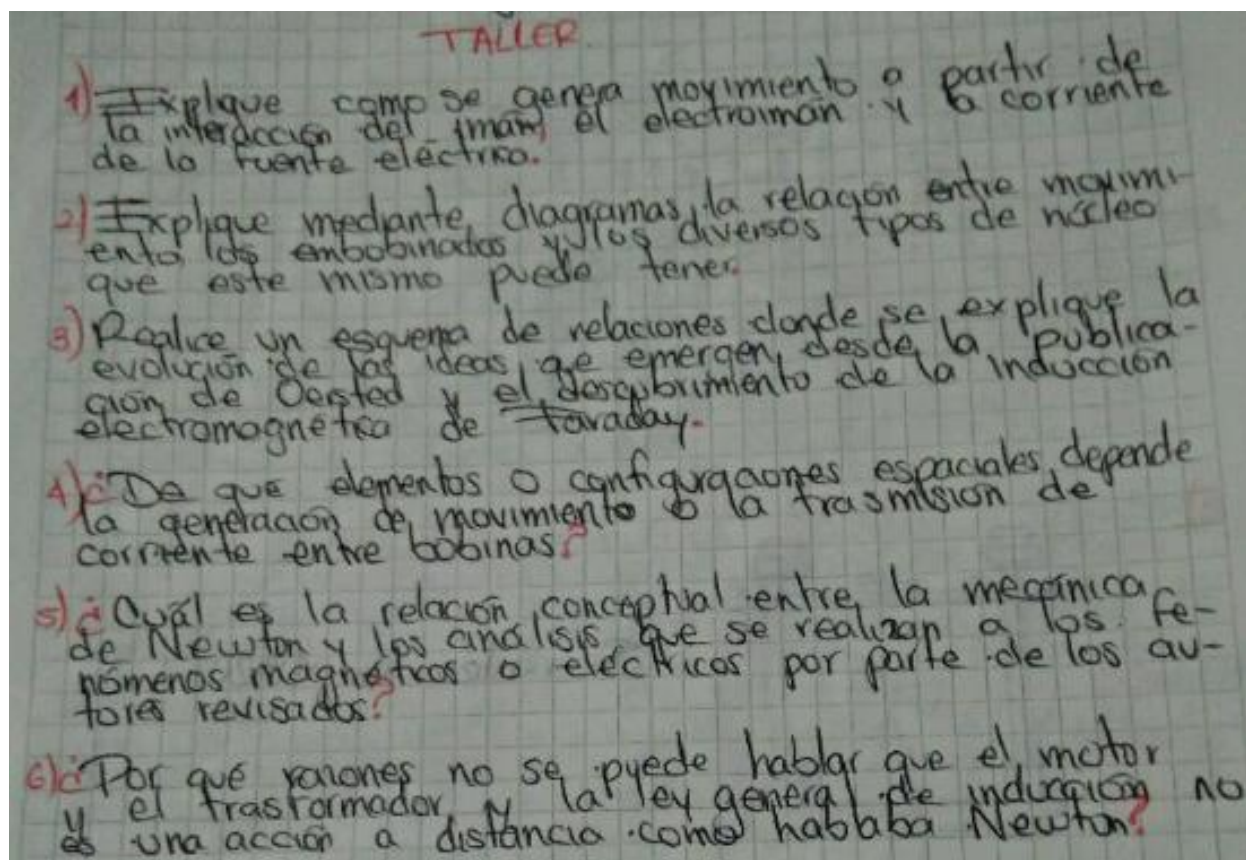
Tobón , R., & Marín, J. (1983). Módulo de electricidad y magnetismo. Universidad del Valle: Facultad de Ciencias.

Vega, L. A. (1995). Electromagnetismo en la Baja Edad Media. Bogotá D.C.: Rosa de los vientos.

Ziman, J. (2003). ¿Qué es la ciencia? Madrid: Ediciones AKAL.

## Apéndices

### Apéndice A: Puntos del taller propuesto para los estudiantes



### Apéndice B: Talleres realizados por los estudiantes

Taller

Se genera movimiento gracias a la fuerza de atracción magnética como por ejemplo la brújula. Lo cual puede ser utilizado en un experimento junto a un imán para alterar la dirección a la cual apunta, poniendo en algún frente de la brújula el hierro, electrolitos o cables cargados eléctricamente lo que genera que la aguja apunte hacia este

2)

3)

## PILA VOLTA

A la luz de la historia se ha creado artificialmente un instrumento el mundo contemporáneo. Para el primer descubrimiento de la pila volta llamada "organo de Galvani" inventado por el físico italiano Alessandro Volta quien se interesó por las fuerzas eléctricas. Volta descubrió las pilas de galvanismo que es la combinación de dos metales en contacto de dos electrolitos conectados a la pila de una rana. En donde una pequeña cantidad que se genera en los metales ocasiona una atracción en los músculos de la rana. Desde allí se empezaron a diseñar diversas experimentos en relación a los metales. Gracias a estos experimentos Volta creo la pila volta la cual es un tipo de variador de corrientes eléctricas. Los componentes de una pila volta son: discos de cobre y zinc en algunos algunos otros metales que este puede ser reemplazado con diversos metales. Todos metales están separados por algunas capas de carbon y entrelazados por un alambre sin conexión, como un proceso de oxidación en donde los metales liberan electrones y estos son transportados a la segunda tira de metal. En el momento donde los electrones se desfilan generan una fuente eléctrica.

Mariana Zabala  
Anahí Gallegos  
Marilyn Lobos

Mariano Jorge Lopez  
Carmelo Fernando Magoni  
Lucía Fernanda Aguirre

Taller

1) Imán, pila y pines

2)

Imán conductor	Genera un campo cuando inducción magnética en un conductor que es el segundo conductor según Biot y Savart.
Fuerzas magnéticas entre dos conductores.	Al plano que se encuentran ambos conductores, se genera una fuerza magnética.
Los dos conductores en el mismo sentido	Las fuerzas atraen entre sí a los conductores.

3) Los dos conductores paralelos se atraen cuando circulan en el mismo sentido y se repelen cuando están opuestos.

4) Incluye que se genere un campo magnético.

5) Es un movimiento de electrones, a través de un material conductor en un circuito eléctrico.

6) Diferencias

- Los imanes tienen polos diferentes (norte y sur)
- El momento magnético del imán
- Momento magnético del cable, comparados con el momento magnético del imán.

Similitudes

- Los propiedades del imán se refieren a la vida.
- Al momento de reaccionar se atraen y se repelen.
- El estado de los polos, cuando uno se somete al problema reacciona de manera distinta.

3) Según el tiempo que ha desaparecido con respecto a la magnitud de física d que se genera. Para estos valores y directamente proporcionales.

EN INVERSAMENTE PROPORCIONAL ES SI AL MULTIPLICAR O DIVIDIR UNA DE ESCAL POR UN NÚMERO, LA OTRA ADELAN MULTPLICADA O DIVIDIDA POR EL MISMO NÚMERO.

SE PUEDE APLICAR EN GRÁFICAS.

4) INVERSAMENTE PROPORCIONAL ES CUANDO AL AUMENTAR UNA VARIABLE SE PRODUCE LA DISMINUCIÓN DE LA OTRA.

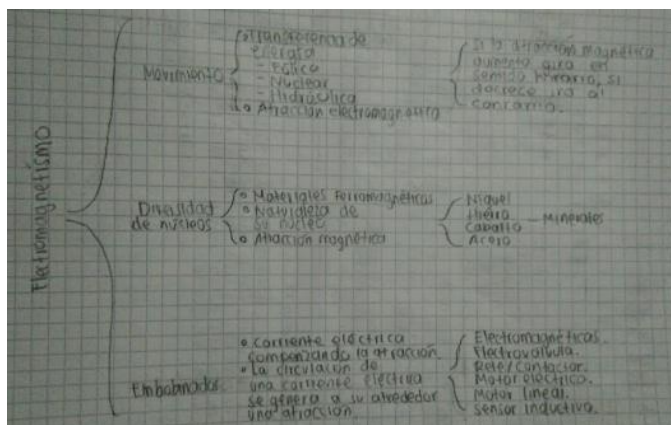
SE PUEDE APLICAR EN GRÁFICAS, CONSTANTES Y COEFICIENTES.

5) ¿CÓMO ES EL PRINCIPIO QUE PERMITA LA EXISTENCIA DE MÁQUINAS CAPACES DE PRODUCIR CORRIENTES ELÉCTRICAS O CHISPAS ANTES DEL AÑO 1800?

Piedra pesada

Pluma ligera

PRINCIPIO = Fricción FROTAR.



Este experimento se basa en tener dos imanes cada uno con polos opuestos o iguales, presionando diferentes reacciones, en función del electroimán, tiene la capacidad de atraer elementos metálicos al estar en contacto por el cable de cobre, se conecta a una pila, después pasar la corriente por el cable creando un campo magnético y atraer al metal, esta para demostrar la mano de la pila, depende su proceso de inducción magnética que se produce por medio de la corriente eléctrica por medio de la pila.

El imán no se desplaza en el eje vertical común en que va dirigido los espiras.

Se aumenta la capacidad de atracción, siendo así un imán más potente, así que el metal se vuelve conductor o magnético.

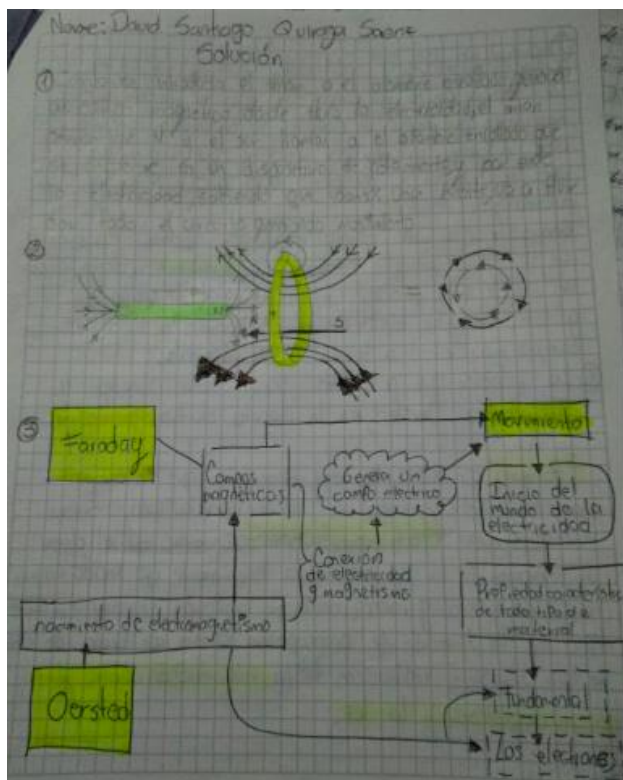
Se orienta por la regla de la mano derecha, el pulgar apunta en el mismo sentido que la corriente eléctrica y los demás dedos fijan el sentido del campo magnético.

**Solución:**

1. El imán, el electroimán y la corriente de la fuente eléctrica son indispensables para la creación de la bobina de Faraday, con esta podemos inferir que los tres conceptos y experimentos que se presentaron, son solo con experimentos y conceptos.

El electroimán es creado a partir de una espiral que forma un campo magnético a lo que también podemos decir que se generó electricidad, esta espiral ya mencionada antes juega un papel importante ya que en esta se generará un flujo que va atraer a los metales, es decir se convertirá en un imán, o algo similar a estos pero con la diferencia que el control de otros metales será controlado por una batería.

2. Entre mayor sea el imán, y las espiras, mayor electromagnetismo tendrá.



<sup>10</sup>A razón de hacer más sencilla la visualización de las respuestas entregadas por los estudiantes a mayor detalle revisar el archivo adjunto con nombre "Talleres evidencia.pdf"