



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 22 de enero de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva, Huila

El (Los) suscrito(s):

Edward Andrés Álvarez Rojas, con C.C. No. 1.075.292.902,

Jessica Fernanda Leal Rojas, con C.C. No. 1.075.237.542,

Ramiro Montealegre Esparcia, con C.C. No. 7.731.982,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado

titulado: **Aprendizaje de los Conceptos de Campo Eléctrico y Campo Magnético a partir de Experimentos Demostrativos para los Estudiantes del Grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, 2017-A.**

presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de

Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología;

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

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

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

Vigilada Mineducación

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



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

Aprendizaje de los conceptos de Campo Eléctrico y Campo Magnético a partir de Experimentos Demostrativos para los Estudiantes del Grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, 2017-A.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Álvarez Rojas	Edward Andrés
Leal Rojas	Jessica Fernanda
Montealegre Esparcia	Ramiro

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cuellar López	Zully

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Marín Oviedo	Gonzalo

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

FACULTAD: Educación

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 177

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

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



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

MATERIAL ANEXO:

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Aprendizaje en Física	Learning in physics	6. _____	_____
2. Campo Eléctrico	Electric Field	7. _____	_____
3. Campo Magnético	Magnetic Field	8. _____	_____
4. Enseñanza en física	Teaching in physics	9. _____	_____
5. Experimentos	Experiments	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La enseñanza de la física en la educación secundaria es importante porque brinda a los estudiantes habilidades científicas para que puedan comprender el mundo natural que les rodea. A pesar de ello, algunos profesores utilizan una metodología de enseñanza tradicionalista que repercute en un aprendizaje memorístico y poco reflexivo en los estudiantes.

Numerosos estudios sugieren que el aprendizaje de la física debe medirse por el uso de experimentos demostrativos donde implique una participación por parte del estudiante, donde el docente cambia su rol como mero transmisor de conocimiento a uno mediador. Por ende, este trabajo de grado se cuestionó sobre el aprendizaje que adquieren los estudiantes de grado décimo sobre los campos eléctrico y magnético cuando participan de forma activa en el desarrollo de algunas prácticas experimentales.



Para resolver el problema se diseñaron y aplicaron siete guías experimentales donde se les permitió a los estudiantes predecir, observar, discutir, explicar y llegar a acuerdos plausibles. Además, se aplicó un pre-test y post-test, previamente validado, para identificar el aprendizaje adquirido por los estudiantes.

A partir de un análisis que se realizó durante la aplicación de las guías experimentales se encontró que los estudiantes confunden las líneas de campo eléctrico con las equipotenciales y las líneas de fuerza magnética con las de campo magnético. Sin embargo, a nivel general, los resultados de los test mostraron que hubo un aprendizaje de los conceptos de los campos eléctrico y magnético debido a que el promedio del pre-test es significativamente diferente e inferior que el post-test.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The teaching of physics in secondary education is important because it provides students with scientific skills so they can understand the natural world around them. In spite of this, some teachers use a traditionalist teaching methodology that has repercussions on a rote-learning and unreflective learning on the part of the students.

Numerous studies suggest that the learning of physics should be mediated by the use of demonstration experiments where it implies an active participation by the student, where the teacher changes his role as a mere transmitter of knowledge to a mediator. That is why this research work was questioned about the learning acquired by tenth grade students about the electric and magnetic fields when they participate actively in the development of some experimental practices.

To solve the problem, seven experimental guides were designed and applied where students were allowed to predict, observe, discuss, explain and reach plausible agreements. In addition, a previously validated pre-test and post-test was applied to identify the learning acquired by the students.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 4
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

From an analysis that was made during the application of the experimental guides, it was found that the students still confuse the electric field lines with the equipotentials and the lines of magnetic force with those of the magnetic field. However, and at a general level, the results of the tests showed that there was a learning of the concepts of electric and magnetic fields because the pre-test average is significantly different and lower than the post-test.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Firma:

Nombre del jurado: Wilton Harol Salazar Perdomo

Firma:

Nombre del Jurado: Blanca Ruby Orozco Mera

**Enseñanza y Aprendizaje de los Conceptos de Campo Eléctrico y Campo
Magnético a Partir de Experimentos Demostrativos para los Estudiantes del Grado 1001
de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, 2017-A.**

Edward Andrés Álvarez Rojas

Jessica Fernanda Leal Rojas

Ramiro Montealegre Esparcia

Universidad Surcolombiana

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Neiva – Huila

2017

Enseñanza y Aprendizaje de los Conceptos de Campo Eléctrico y Campo Magnético a Partir de Experimentos demostrativos para los estudiantes del Grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, 2017-A.

Edward Andrés Álvarez Rojas

Jessica Fernanda Leal Rojas

Ramiro Montealegre Esparcia

Proyecto de Grado Presentado ante al Programa de Pregrado en Licenciatura en Ciencias Naturales como requisito para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

Asesor:

Gonzalo Marín Oviedo

Co-Asesor:

Zully Cuellar López

Universidad Surcolombiana

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

Neiva – Huila

2017

Tabla de contenido

Tabla de contenido	iii
Lista de Figuras	vii
Listas de cuadros	ix
Anexos	xi
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Planteamiento del Problema	5
3. Objetivos	8
3.1. General.....	8
3.2. Específicos	8
4. Justificación	9
5. Marco Teórico	12
5.1. Referente didáctico	12
5.2. Marco Epistemológico.....	21
5.2.1. Historia y Epistemología de la Electricidad y su relación con el magnetismo..	21
5.2.2. Historia y Epistemología del Magnetismo.....	38
5.3 Marco Disciplinar	44
5.3.1. Cargas eléctricas.	45
5.3.2. Ley de Coulomb.	47
5.3.3. Campo eléctrico..	49
5.3.4. Líneas de campo.....	51
5.3.5. Ley de Gauss para el campo eléctrico..	52
5.3.6. Líneas equipotenciales.....	54
5.3.7. Conceptos relacionados con el Magnetismo.	56
5.3.8. Ley de Lorentz.	57

5.3.9. Regla de la mano derecha.	58
5.3.10. Líneas de campo magnético.	59
5.3.11. Ley de Gauss para el magnetismo.	61
5.3.12. Ley de Biot – Savart.	62
5.3.13. Ley de Faraday.	64
5.3.14. Ley de Lenz.	65
6. Metodología	67
6.1. Diseño de la Metodología	67
6.2. Contexto del Estudio.....	67
6.3. Instrumentos de recolección de datos	68
6.3.1. Primer momento	68
6.3.1.1. Fase introductoria.....	68
6.3.1.2. Fase diagnostica.	68
6.3.1.3. Fase diseño. Actividades Experimentales.	69
6.3.2. Segundo Momento.....	71
6.3.2.1. Fase de aplicación.	71
6.3.2.2. Fase de evaluación.	71
6.3.3. Tercer Momento	72
6.3.3.1. Fase de publicación y socialización.....	72
7. Resultados y Análisis	73
7.1. Validación del Test.....	73
7.1.1. Extensión adecuada:	75
7.1.2. El enunciado es correcto y comprensible.....	76
7.1.3. Buena ortografía y uso del lenguaje.....	77
7.1.4. Mide lo que pretende	77
7.1.5. Induce a la respuesta.....	77
7.2. Confiabilidad del Test	78

7.3.	Análisis general de los resultados del pre -test	79
7.4.	Aplicación de la secuencia didáctica	82
7.5.	Cuadros Descriptivos de los Experimentos Demostrativos	84
7.5.1.	Experimento N° 1. El péndulo loco.....	85
7.5.1.1.	Conceptos esenciales:.....	85
7.5.1.2.	Objetivos:.....	85
7.5.1.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida....	86
7.5.2.	Experimento N° 2. Semillas que experimentan el campo eléctrico.	90
7.5.2.1.	Conceptos esenciales.	90
7.5.2.2.	Objetivos.	90
7.5.2.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida	91
7.5.3.	Experimento N° 3. Mapa Energético en una cubeta.....	98
7.5.3.1.	Conceptos esenciales.....	98
7.5.3.2.	Objetivo.	98
7.5.3.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida....	99
7.5.4.	Experimento N° 4. Desviando el Electrón.....	105
7.5.4.1.	Conceptos esenciales.....	105
7.5.4.2.	Objetivo.	105
7.5.4.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida..	106
7.5.5.	Experimento 5. Ordenando las limaduras de hierro.	110
7.5.5.1.	Conceptos esenciales.....	110
7.5.5.2.	Objetivos.....	110
7.5.5.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida..	111
7.5.6.	Experimento 6. Pega y despega.	115
7.5.6.1.	Conceptos Esenciales.	115
7.5.6.2.	Objetivos.....	115
7.5.6.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida..	116

7.5.7.	Experimento 7. ¿Magnetismo que produce electricidad?	120
7.5.7.1.	Concepto esencial.	120
7.5.7.2.	Objetivo.	120
7.5.7.3.	Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida. .	121
7.6.	Validez del aprendizaje a partir de la comparación del pre-test con el post-test.....	124
7.6.1.	Box-Plot.	124
7.6.2.	Análisis de normalidad.....	125
7.6.3.	Análisis con prueba de T-Student.	126
8.	Conclusiones	128
9.	Recomendaciones	131
10.	Anexos.	132
11.	Referencias	160

Lista de Figuras

Figura 1. Cono del aprendizaje de Edgar Dale.	16
Figura 2. Creación propia. [Figura]. Síntesis de la metodología empleada en el aprendizaje activo.	19
Figura 3. Experimentos realizados por Stephen Gray sobre la conducción eléctrica.	24
Figura 4. Generador electrostático construido por Otto Van Guerick.	24
Figura 5. Experimento de la cometa realizada por Benjamín Franklin.	26
Figura 6. Balanza de torsión de Coulomb.	29
Figura 7. Se puede apreciar al lado izquierdo el retrato del científico Oersted y en la derecha dando a conocer su experiencia.	31
Figura 8. Compás estático de Ampère.	32
Figura 9. El << Hombrecillo >> de Ampère.	33
Figura 10. Corriente Amperiana.	35
Figura 11. Experimento de Inducción electromagnética realizado por Michael Faraday.	37
Figura 12. Representación de los polos magnéticos de un imán permanente.	40
Figura 13. Imanes permanentes y círculo inclinado como se presentan en De Magnete de Gilbert.	41
Figura 14. Representación del imán de la Tierra.	41
Figura 15. La Terrella de Gilbert, un modelo de la Tierra Magnética.	42
Figura 16. Limadura de Hierro espolvoreado sobre un papel, el cual se encuentra un imán debajo.	44
Figura 17. Fuerza de Repulsión entre dos esferas de ebonita o de vidrio.	46
Figura 18. Fuerza de atracción ente una esfera de ebonita (-) y una esfera de vidrio (+).	46
Figura 19. Representación de las líneas de campo eléctrico. (a) cuando las cargas son positivas y (b) cuando las cargas son negativas.	50

Figura 20. Relación entre fuerza y campo eléctrico sobre carga puntual.....	50
Figura 21. Representación de las Líneas de campo eléctrico. (a) cuando se tienen dos cargas del mismo signo positivo y (b) cuando se tienen dos cargas de signos opuestos.....	51
Figura 22. Representación de las líneas de campo eléctrico con base a la superficie gaussiana.	53
Figura 23. Líneas equipotenciales en relación con el campo eléctrico en terminales circulares.	55
Figura 24. Comportamiento en imanes de barra según sus polos. Donde: (a) polos distintos se atraen y (b) polos iguales se repelan.	56
Figura 25. Representación de lo que sucede al momento de dividir un imán de barra.	57
Figura 26. Expresión de la regla de la mano derecha.....	58
Figura 27. Dirección de la fuerza magnética cuando la carga es negativa.	59
Figura 28. Representación de las líneas de campo eléctrico en un imán de barra.	60
Figura 29. Líneas de campo magnético.....	60
Figura 30. Relación de la Ley de Gauss para el magnetismo y el eléctrico.	62
Figura 31. Regla de la Mano derecha.	63
Figura 32. Representación de la Ley de Faraday.....	65
Figura 33. Representación de la Ley de Lenz.	66
Figura 34. Resultados generales del pre – test y post – test a partir de un gráfico en el formato Box-Plot.....	124

Listas de cuadros

Cuadro 1. <i>Coeficiente de V de Aiken para cada uno de los ítems.</i>	75
Cuadro 2. <i>Validación de las preguntas de acuerdo con la extensión.</i>	75
Cuadro 3. <i>Validación de las preguntas de acuerdo con el enunciado es correcto y comprensible.</i>	76
Cuadro 4. <i>Validación de las preguntas de acuerdo con la ortografía y lenguaje.</i>	77
Cuadro 5. <i>Validación de las preguntas de acuerdo con la relación de lo que se evalúa.</i>	77
Cuadro 6. <i>Validación de las preguntas de acuerdo con las respuestas.</i>	77
Cuadro 7. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede con el péndulo al tocarlo con la regla acrílica una vez frotada con la bolsa.</i>	86
Cuadro 8. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede a las semillas de pasto una vez se conecta la fuente de poder.</i>	91
Cuadro 9. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de cambiar los terminales.</i>	95
Cuadro 10. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento en que se aleja el cable rojo del electrodo.</i>	99
Cuadro 11. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de cambiar los terminales.</i>	101
Cuadro 12. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de acercar el imán al tubo de rayos catódico.</i>	106
Cuadro 13. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede a las limaduras de hierro al momento de esparcirlas.</i>	111
Cuadro 14. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de acercar la puntilla previamente conectada a la batería hacia el clip.</i>	116

Cuadro 15. <i>Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de introducir un imán en una bobina de 200 espiras.</i>	121
Cuadro 16. <i>Prueba de normalidad de los resultados obtenidos en el pre-test y pos-test.</i>	126
Cuadro 17. <i>Estadístico descriptivo del resultado pre-test y post-test.</i>	127
Cuadro 18. <i>Prueba de T-Student para muestras relacionadas de los resultados del pre-test y el post-test.</i>	127

Anexos

Anexo A. <i>Pre-test y post-test</i>	132
Anexo B. <i>Formato de Validación de los expertos</i>	140
Anexo C. <i>Guías de Laboratorio</i>	142
Anexo D. <i>Validación de V de Aiken</i>	156
Anexo E. <i>Confiabilidad del Test aplicado al grupo 1002</i>	158
Anexo F. <i>Resultados del pre -test y post –test</i>	159

Resumen

La enseñanza de la física en la educación secundaria es importante porque brinda a los estudiantes habilidades científicas para que puedan comprender el mundo natural que les rodea. A pesar de ello, algunos profesores utilizan una metodología de enseñanza tradicionalista que repercute en un aprendizaje memorístico y poco reflexivo en los estudiantes.

Numerosos estudios sugieren que el aprendizaje de la física debe mediar por el uso de experimentos demostrativos donde implique una participación por parte del estudiante, donde el docente cambia su rol como mero transmisor de conocimiento a uno mediador. Por ende, este trabajo de grado se cuestionó sobre el aprendizaje que adquieren los estudiantes de grado décimo sobre los campos eléctrico y magnético cuando participan de forma activa en el desarrollo de algunas prácticas experimentales.

Para resolver el problema se diseñaron y aplicaron siete guías experimentales donde se les permitió a los estudiantes predecir, observar, discutir, explicar y llegar a acuerdos plausibles. Además, se aplicó un pre-test y post-test, previamente validado, para identificar el aprendizaje adquirido por los estudiantes.

A partir de un análisis que se realizó durante la aplicación de las guías experimentales se encontró que los estudiantes confunden las líneas de campo eléctrico con las equipotenciales y las líneas de fuerza magnética con las de campo magnético. Sin embargo, a nivel general, los resultados de los test mostraron que hubo un aprendizaje de los conceptos de los campos eléctrico y magnético debido a que el promedio del pre-test es significativamente diferente e inferior que el post-test.

Palabras Claves:

Aprendizaje en física, Campo eléctrico, Campo magnético, Enseñanza en física, Experimentos.

Abstract

The teaching of physics in secondary education is important because it provides students with scientific skills, so they can understand the natural world around them. In spite of this, some teachers use a traditionalist teaching methodology that has repercussions on rote-learning and unreflective learning on the part of the students.

Numerous studies suggest that the learning of physics should be mediated using demonstration experiments where it implies an active participation by the student, where the teacher changes his role as a mere transmitter of knowledge to a mediator. That is why this research work was questioned about the learning acquired by tenth grade students about the electric and magnetic fields when they participate actively in the development of some experimental practices.

To solve the problem, seven experimental guides were designed and applied where students could predict, observe, discuss, explain and reach plausible agreements. In addition, a previously validated pre-test and post-test was applied to identify the learning acquired by the students.

From an analysis that was made during the application of the experimental guides, it was found that the students still confuse the electric field lines with the equipotential and the lines of magnetic force with those of the magnetic field. However, and at a general level, the results of the tests showed that there was a learning of the concepts of electric and magnetic fields because the pre-test average is significantly different and lower than the post-test.

Keywords

Learning in physics, electric field, magnetic field, teaching in physics, experiments.

1. Introducción

Para el desarrollo de la estrategia didáctica implementada en el trabajo de grado, se tuvo en cuenta que el sistema educativo requiere un cambio donde haya innovación, donde se implemente más actividades prácticas en la asignatura de física y que los estudiantes sean agentes activos para que se obtenga un buen aprendizaje.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo mejorar el aprendizaje de los conceptos de campo eléctrico y campo magnético, donde se implique un aprendizaje activo de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva. Para esto, se tuvo en cuenta experimentos demostrativos que surgieron como consecuencia de una revisión didáctica, histórica-epistemológica y teórica.

Respecto a la revisión didáctica se profundizó en la pedagogía del aprendizaje activo, ya que diferentes estudios, como el trabajo de grado denominado << *Enseñanza de las máquinas térmicas mediante el enfoque CTS* >> realizado por Marín (2017) para optar el título de magister, e igualmente el trabajo de investigación realizado por Sierra (2013) llamado << *El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje* >> y el taller demostrativo realizado por Monrroy (2016), estos y otras investigaciones han demostrado su eficacia para mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales; en cuanto a la revisión histórica-epistemológica fue necesario dividirla en dos momentos. En el primero se aborda la electricidad y su relación con el magnetismo, y en el segundo sólo se tuvo en cuenta los aportes que dieron diferentes científicos sobre el magnetismo; por último, la revisión teórica implicó reconocer, no sólo los conceptos sobre campo eléctrico y magnético, sino que también el de cargas eléctricas, ley de Coulomb, líneas de campo, ley de Gauss para el campo eléctrico, líneas equipotenciales, ley de Lorentz, líneas de campo magnéticos, ley de Biot.y Savart, ley de Faraday y ley de Lenz.

El trabajo se basó en una investigación de tipo descriptivo desde un enfoque mixto, con un diseño cuasi experimental – longitudinal, contando con la participación de 26 estudiantes del grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, a quienes se les aplicó, como instrumentos para recolectar información, un cuestionario conceptual de entrada (pre-test) y uno de salida (post-test), con sus respectivas pruebas de validez y confiabilidad; además de guías experimentales donde plantearon predicciones y síntesis grupales sobre los conceptos trabajados.

Estas guías experimentales se diseñaron con base al aprendizaje activo, las cuales están constituidas en cinco momentos (Planteamiento del problema, Predicciones individuales, predicciones grupales, realización de la práctica y resultados y discusión). El desarrollo de cada guía implicó un rol específico para los estudiantes y para el docente.

Por otro lado, el trabajo de grado contiene un análisis de las ideas previas que tienen los estudiantes sobre campo eléctrico y magnético, carga eléctrica, fuerza eléctrica y voltaje; además se presentan resultados de los cuestionarios (pre-test y post-test) desde una perspectiva cuantitativa para validar el aprendizaje los estudiantes. Lo anterior se logró con análisis del gráfico Box-Plot, la prueba de Normalidad y de T-Student, sin embargo, se consideró que un test no posee todas las características necesarias para evaluar el aprendizaje adquirido durante el trabajo, por lo que, desde una perspectiva cualitativa, se identificó el aprendizaje y dificultades de los conceptos que se trabajaron en cada guía experimental.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de este modelo alternativo de enseñanza que permitió reflexionar sobre la eficacia de su aplicación en la enseñanza de la física, por ende, este trabajo es un ejemplo de la importancia de implementar enfoques donde garanticen la participación de los estudiantes para el aprendizaje de conceptos de ciencia.

2. Planteamiento del Problema

Uno de los mayores inconvenientes que se presenta actualmente en la educación es la apatía de los jóvenes hacia la escuela, provocando una tendencia al estudio superficial de las asignaturas, puesto que el propósito de los estudiantes es aprobarlas, cumplir con un horario de clase y con un contenido curricular pre – establecido en un determinado tiempo (Grajales, 1997).

Por otro lado, Grajales (1997), menciona que el problema que enfrenta cualquier tipo de educación es que no se tiene en cuenta las diferentes habilidades, intereses y forma de aprender que tienen los estudiantes entre sí, lo cual se evidencia en muchos colegios. Igualmente, el autor propone que esto se debe a que la mayoría de los colegios aún persiste la educación tradicional y que de acuerdo con Arken (s.f.), lo único que hace esta metodología es transmitir los conocimientos ignorando las habilidades y experiencias de los estudiantes, los contenidos se ofrecen de forma fragmentada y casi no se tienen en cuenta las actividades de carácter práctico, que puedan establecer una relación con la teoría, por la cual se requiere un cambio sustancial en la metodología que se está empleando en la educación si se desea superar las deficiencias que se están presentando.

Es cierto que, en la enseñanza tradicional, el docente impone sus normas y los estudiantes las acatan, generando un aprendizaje unidireccional a partir de la toma apuntes y sin tener espacios para reflexionar, lo cual genera vacíos en los contenidos al no permitir la retroalimentación sobre los temas tratados en el aula de clase.

Con base en esto, es importante señalar que la educación debe de realizar grandes transformaciones, puesto que el sistema tradicional hace que de cierta forma se pierdan elementos esenciales afectando la calidad en la enseñanza y la falta de interés en los estudiantes. En la actualidad algunos educadores siguen utilizando herramientas tradicionales que solo logran aburrir a los alumnos con sus métodos; la monotonía y la sistematización los

cuales no tienen cabida en el siglo XXI (Vasco, 2006). Por lo anterior, se sugiere la necesidad de crear e implementar nuevos modelos pedagógicos que hagan del aula de clase un mejor escenario para la obtención del conocimiento.

De manera que el rol que deben tener los docentes de hoy en día es el de proporcionar y facilitar conocimientos para que los estudiantes aprendan a aprender de una manera más activa, donde desarrollen su capacidad cognitiva mediante actividades aplicadas de manera crítica y relevante, aprovechando las diferentes herramientas disponibles en el aula de clase, teniendo en cuenta sus características y necesidades, puesto que ellos construirán sus propios conocimientos, alejados de la memorización (Fernández, 2007).

Por eso, se propone el método aprender- aprender, donde a los estudiantes se les facilite el intercambio de ideas y de esta forma puedan generar conocimientos. El docente debe ser el principal actor o agente que promueve el concepto de aprendizaje aportando herramientas que lo faciliten. El método posiblemente sea el de enseñar a partir de un aprendizaje activo; esta estrategia de aprendizaje permite que los jóvenes que están en el aula educativa, con la ayuda de su profesor, puedan utilizar experimentos demostrativos para explicar conceptos, lo cual requiere que los educandos se planteen hipótesis para ser discutidas y contrastadas con sus compañeros. Así podrán comprender el fenómeno que está ocurriendo sin recurrir a la memorización.

De acuerdo con Fernández (2007), en la actualidad se recomienda un cambio esencial en los modelos educativos. Dejar en el pasado la etapa en que la enseñanza se centraba en el docente a una nueva etapa centrada en el estudiante, dándole a este último el protagonismo para la construcción de su aprendizaje, tomando así mismo un papel activo.

En relación con la asignatura de física, muchos jóvenes no participan con motivación ya sea porque la materia les parezca tediosa, porque no demuestran interés en lo que se les enseña e inclusive muchos estudiantes se aburren de entrar a un laboratorio a experimentar y a

aprender. Se piensa que muchos alumnos ven esta materia como una obligación que se debe cumplir y la ven como asignatura abstracta, difícil y árida.

Mediante la problemática de la educación, sus paradigmas y modelos tradicionales, se requiere un cambio en las prácticas de aula, donde haya innovación en la educación, donde se implemente más actividades prácticas en la asignatura de física y que los estudiantes sean agentes activos, demostrando interés en la física para que se obtenga un buen aprendizaje.

Se dice que en la actualidad son muchos los investigadores en didáctica de la física que indagan sobre las dificultades en el aprendizaje de la electricidad y magnetismo. La mayoría de ellos concuerdan en afirmar que, a pesar de la instrucción, los estudiantes no son competentes al momento de explicar situaciones relacionadas con fenómenos eléctricos y magnéticos (Furió y Guisasola, 2001).

Tal como se evidencia en la investigación realizada por Furió y Guisasola (2001), quienes afirman que los estudiantes no asumen la idea de campo eléctrico desde el concepto de interacción. Por su parte, Guisasola, Almundí & Ceberio (2003) consideran que: *<<los estudiantes no identifican correctamente las fuentes del campo magnético>>*; *<<ni la interacción eléctrica y magnética>>*. Sumado a ello, Llancaqueo, Caballero & Moreira (2003), concluyen que ya sea en secundaria o en la universidad, los jóvenes no logran diferenciar la fuerza eléctrica del campo eléctrico.

Con base a las anteriores dificultades de aprendizaje se pone en evidencia una problemática que afecta la formación de los alumnos con respecto a una correcta alfabetización científica, que posiblemente fueron adquiridas por una enseñanza tradicional, la cual transmite un aprendizaje pasivo. Es por ello por lo que se planteó la siguiente pregunta de investigación: **¿Cuál es el aprendizaje de los conceptos de campo eléctrico y campo magnético de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, utilizando un aprendizaje activo?**

3. Objetivos

3.1. General

Mejorar el aprendizaje de los conceptos de campo eléctrico y campo magnético, con un aprendizaje activo de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva.

3.2. Específicos

- 3.2.1. Identificar las ideas previas que tienen los estudiantes sobre los conceptos de campo eléctrico, campo magnético, carga eléctrica, fuerza eléctrica y voltaje, ya que son fundamentales para establecer un diagnóstico del grupo investigado.
- 3.2.2. Aplicar actividades experimentales previamente diseñadas, con base en la identificación de ideas previas, que incluyan espacios para predecir, observar, discutir y explicar los conceptos cualitativos de campo eléctrico y campo magnético.
- 3.2.3. Reconocer el aprendizaje y dificultades en las explicaciones que dan los estudiantes a las predicciones y síntesis grupales de cada uno de los experimentos demostrativos utilizados.
- 3.2.4. Validar el aprendizaje adquirido por los estudiantes a partir de la comparación de un pre-test con un post-test, donde su contenido conceptual es basado en las actividades experimentales diseñadas.

4. Justificación

Los retos de la educación en Colombia y en otras partes del mundo, implican una transformación, con nuevos estilos y sistemas modernos basados en la innovación. Por consiguiente, este trabajo de grado tiene como objetivo mejorar el aprendizaje de los conceptos de campo eléctrico y campo magnético, donde se implique un aprendizaje activo de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, ejecutándose por dos razones: La primera por razones sociales, porque los jóvenes están relacionados con la sociedad, gracias a ésta ellos interactúan, adquiriendo así mismo un aprendizaje intuitivo. El ejemplo más sencillo es la escuela, colegio, universidad, comunidad en donde se relaciona directamente con otros para lograr nuevos conocimientos; la segunda razón es psicológica, porque el aprendizaje es un cambio en la conducta por decisión propia, (Fernández, 2007).

Esto ayuda a que haya un cambio en la conducta de forma permanente producto de la práctica. (Kimble, 1971; Beltrán, 1984, citado en Beltrán, 1993). También mencionan que las estrategias de aprendizaje son aquellas actividades que se planifican de acuerdo con los intereses y necesidades de una población, para ello es importante emplear técnicas que ayuden a fomentar las destrezas y habilidades en los estudiantes, por la cual se desarrolló una estrategia de enseñanza en donde se utilizaron experimentos demostrativos que implique un aprendizaje activo.

Por otro lado, la enseñanza - aprendizaje ha sido abordada usualmente desde un enfoque tradicional, donde el docente solo se limita a transmitir los contenidos teóricos, sin preocuparse por el aprendizaje del educando, por lo tanto, no utiliza ningún tipo de herramientas que facilite la motivación, conllevando a la memorización.

Respecto a lo anterior, la asignatura de física no es ajena al enfoque tradicional, debido a que se trabajan conceptos abstractos, haciendo que la mayoría de los docentes no busquen nuevas estrategias para facilitar el aprendizaje de estos temas. Es de allí la apatía que tienen

los jóvenes frente a la física. Por tal motivo, es fundamental que ellos se apropien de la temática y puedan ser analizados con la ayuda del educador, quien debe emplear una metodología didáctica en el aula como es el caso del aprendizaje activo, ya que permite ser más activo, reflexivo y crítico.

Además, Naizaque (2013) en su tesis titulada <<*Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la inducción electromagnética*>>, concluye que implementar una estrategia didáctica para la enseñanza en la física, como son los experimentos con ayuda de discusiones grupales, favorece mejor la comprensión de fenómenos de inducción electromagnética, el cual motiva a los jóvenes para que obtengan un mejor aprendizaje. Igualmente, menciona que por el nivel de abstracción que presenta esta clase de temática, no es posible abordarla desde un enfoque tradicional, por lo que plantea dicha metodología debido a que facilita la asimilación cuando se aborda teóricamente. También, es importante resaltar que una posible ausencia de la falta de conocimiento frente a este tema se debe a que los docentes no manejan los contenidos de física.

Por lo tanto, este trabajo beneficia no sólo a los estudiantes que están aprendiendo sobre el campo eléctrico y magnético, a través de experiencias de laboratorios, sino a los mismos docentes quienes al ser agentes activos en su proceso de enseñanza -aprendizaje, les interesa innovar en el diseño y experimentación del tema, basándose a partir de los estándares básicos de competencias por el Ministerio de Educación Nacional.

Cuando se realiza la revisión de estos estándares básicos de competencia en Ciencias Naturales, (Ministerio de Educación Nacional, 2004), para el ciclo de decimo y undécimo, se puede encontrar que el estudiante debe de explicar las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa. Seleccionándose este estándar, debido a que en el primer momento del trabajo de grado conlleva a la enseñanza-aprendizaje del campo eléctrico en donde estarán influenciadas las cargas eléctricas, el segundo momento estará relacionado con el campo magnético.

Así mismo, se tuvo en cuenta las habilidades de pensamiento relacionadas con la temática, en la que se menciona lo siguiente:

- <<Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas>>.
- <<Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético>>.

Es así como este trabajo de grado surge ante la necesidad de buscar nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de los conceptos asociados a campo eléctrico y campo magnético; dando a conocer así mismo la importancia que tienen los experimentos para facilitar el aprendizaje e igualmente contribuir al desarrollo de un espíritu científico, a querer la experimentación, indispensable para que los jóvenes en un futuro se inclinen por la ciencia, tan necesaria para el desarrollo de un país.

5. Marco Teórico

5.1. Referente didáctico

Las distintas generaciones de personas que han estado en Instituciones Educativas de carácter pública y privada experimentan dificultades en su aprendizaje debido a los métodos pocos efectivos con los que se ha venido enseñando las áreas que hacen parte de un plan de estudio normal de clase. Generalmente, la enseñanza ha sido basada en brindar información por parte del docente y el estudiante es quien adquiere ese conocimiento sin que se le permita reflexionar acerca de ello. Aunque todo esto no esté mal, sí es necesario realizar cambios en donde el educando no sólo escuche el discurso del educador, sino que también reflexione y relacione lo que aprende en el aula con su vida cotidiana. En sí, el énfasis de la educación no debe recaer sobre la trasmisión de los contenidos, sino en el proceso de adquisición de estos (Boud, 1988). De acuerdo con Sierra (2013), en clase, los jóvenes son individuos pasivos con un nivel de compromiso, concentración, participación y motivación hacia la materia que no interiorizan los conocimientos, sino que memorizan lo que el docente dice para aprobar el examen, sin observar la aplicación que se tiene en cuanto a lo aprendido. Para solucionar estos problemas, el aprendizaje activo es un método efectivo y propicio para transformar método tradicional.

Por su parte Prince (2004), define el aprendizaje activo como cualquier método de instrucción que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Ahora bien, el aprendizaje activo es cuando ellos se involucran con un tema y no solo escuchan lo que se les está transmitiendo, sino que también participan y se comprometen más con su aprendizaje, en sí, aprenden haciendo, pues los libros y las instrucciones en el salón no son tan necesarias, pero se debe tener claro que las experiencias reales que pueden venir de prácticas simples realizadas a diario son las que brindan un mayor conocimiento.

Por ende, es necesario divulgar entre los maestros que el aprendizaje no se debe enfocar sólo en la transmisión de conocimiento, sino también en las experiencias, con la intención de que los jóvenes estructuren sus propios saberes.

El aprendizaje activo presenta diferentes beneficios. Sierra (2013) enfatiza en seis de ellos de acuerdo con la opinión de diferentes autores se dice que:

- Los estudiantes logran una comprensión más eficiente de los conceptos de la asignatura, trabajándolo a los niveles cognitivos más elevados (Salem, 2002, citado por Sierra 2013).
- Durante la sesión, los estudiantes dedican más tiempo a comprender y entender los conceptos, es decir, a lograr que las ideas funcionen, en lugar de remedar al docente, (Salem, 2002, citado por Sierra 2013).
- Correcta utilización del vocabulario específico y técnico de la materia. Los estudiantes escuchan y comentan los razonamientos de sus compañeros, lo cual les ayuda a mejorar su comprensión y la oportunidad de aprender mutuamente (Kurfiss, 1988, citado por Sierra 2013).
- Los docentes reciben una retroalimentación continua respecto a los conocimientos de sus pupilos (Cross y Angelo, 1993, citado por Sierra 2013).
- El aprendizaje activo promueve una actitud positiva ante el aprendizaje y en consecuencia una mayor motivación hacia la materia (McGregor, 2000 citado por Sierra 2013).
- Los estudiantes se benefician de la interacción en clase con sus compañeros. Aprenden a escuchar de forma crítica, a preguntar lo que no entienden y a plantear dudas cuando no están de acuerdo (Johnson, Johnson & Smith, 1998).

A parte de los beneficios antes mencionados, Marín (2017), menciona la importancia de resaltar que el aprendizaje activo no sólo incorpora un aprendizaje colaborativo, donde un

estudiante discute con otro, sino que también se puede realizar un aprendizaje cooperativo, donde se trabajan actividades grupales, en lugar de solo o en parejas. Por otro lado, Eison (2010), plantea que usar métodos de aprendizaje activo garantiza el pensamiento crítico y creativo del estudiante.

Para que ellos entiendan que deben ser partícipes en su trabajo y estar comprometidos con su propio aprendizaje en el aula, el docente debe ser quien guie y monitoree las diferentes actividades, además debe fomentar el uso de los recursos educativos, ya que por fuera del aula los educandos se deben apropiarse de los conceptos y hacer uso de las herramientas que se tiene tanto en las bibliotecas, laboratorios, u otros lugares que promueven el aprendizaje autónomo de sí mismos.

Para que los resultados esperados sean convenientes con lo que se propone en el aprendizaje activo, el estudiante debe ser consciente de los conceptos que va a obtener a través de las prácticas que realiza, es decir, no es sólo experimentar porque sí, sino que comprenda cuál es el propósito de esa experiencia y cuáles son los nuevos conocimientos que se le otorgan. Pero para que exista aprendizaje activo no solamente hay que oír, sino que también se debe: leer, cuestionar, escribir, discutir, aplicar conceptos, utilizar reglas y resolver problemas. Además, implica el estar expuesto continuamente, bien sea por voluntad propia o porque la estrategia utilizada por el profesor así lo exige en situaciones que le demanden analizar, sintetizar, interpretar y evaluar (González, 2000).

Actualmente este método se está empezando a investigar y aplicar en los diferentes niveles educativos, los cuales han obtenido resultados positivos. Para saber qué concepciones tienen los docentes en formación de física con respecto a este aprendizaje, Alarcón, Lakhdar, Lahmar, Laskshminarayann, Mazzolini, Maquiling & Niemela (2010), realizaron una investigación para indagar dichas concepciones en distintitos países y encontraron que el aprendizaje activo es:

- La participación de cada estudiante durante la lección (52 encuestados).
- El papel central de los experimentos y las actividades prácticas (56 participantes).

- La importancia de la interacción y discusión con otros estudiantes y el profesor (32 encuestados).
- Que los estudiantes están construyendo sus conocimientos por sí mismos (25 encuestados).
- Es una serie de pasos y algunos participantes los manifestaron como "predicción, experimento, observación, discusión, conclusión" (16 encuestados).

Por otro lado, esta investigación aportó que los participantes también comentaron el papel de los docentes y los estudiantes en este aprendizaje, y encontraron que:

- El estudiante está en el centro del proceso de aprendizaje (10 encuestados).
- El profesor es como guía y facilitador, ayuda al alumno a construir sus conocimientos (14 encuestados).
- El aprendizaje activo es un método de enseñanza simple, eficiente y rápido (10 encuestados).
- Es un método mental, en el que los estudiantes están pensando activamente (10 encuestados).

Por otro lado, Martínez (2017) menciona en la investigación que los estudiantes aprenden y se desempeñan mejor en un ambiente de participación en el que se aplique el conocimiento y no simplemente cuando se sientan pasivamente a escuchar lo que orienta el docente, pero para esto es importante el aprendizaje cooperativo, basado en problemas, proyectos, aula invertida, simulaciones, hasta debates y actividades de discusión, concluyendo que en años venideros los colegios y las universidades habrán eliminado por completo las clases tradicionales y en su lugar habrán adoptado las metodologías activas o el aprendizaje activo.

El cono del aprendizaje (figura 1) muestra la firmeza y lo efectivo que puede llegar a ser el aprendizaje activo basado en experiencias, logrando un aprendizaje superior con respecto al pasivo en el que solo se utiliza las lecturas, dibujos y la escucha al maestro.

Figura 1. Cono del aprendizaje de Edgar Dale.



Fuente: Sierra (2013). El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje.

Es lamentable que el aprendizaje activo a pesar de tener tantas características a su favor no está siendo utilizado en el sistema educativo y según Becker & Watts (2001) las clases magistrales siguen siendo el método pedagógico dominante. Incluso para Prince (2004), el aprendizaje activo ha atraído a fuertes defensores entre los profesores como alternativas a los métodos de enseñanza tradicionales, mientras que hay otros profesores que lo consideran como una moda.

Sin embargo, es importante aclarar que este método no va radicalmente en contra del aprendizaje memorístico, ya que las ideas nuevas sólo pueden aprenderse, retenerse y complementarse si se reflexiona y refieren a conceptos, supuestos o proposiciones previamente adquiridos, en muchas ocasiones obtenidos a través del esquema de aprendizaje tradicional (Brenson, 2002).

Finalmente, es importante aclarar que al implementarlo es indispensable fomentar la motivación de los estudiantes con ayuda de atención y trabajo constante. Como se mencionaba anteriormente, este aprendizaje es fundamental puesto que el estudiante se mueve en un ámbito en el que se dispone con mayor libertad que las que ofrece otros aprendizajes. Como menciona Ramos (2013), éste debe implementarse y construirse a partir de la toma de decisiones paulatinamente, atendiendo la responsabilidad del proceso y crear conciencia en el estudiante para que tome un aprendizaje más independiente de lo que transfiere el docente y que en su taller denominado << *Recursos y estrategias para un aprendizaje activo del alumno en el aula ELE*>> realiza las siguientes recomendaciones:

a) Rol y responsabilidades del docente y estudiante:

Para este caso, Ramos (2013), menciona que el docente debe de contar con los materiales suficiente y con bastantes alternativas posibles que se adapten a las vías de los estudiantes e igualmente ellos deben de ser responsable con su labor y que para eso el docente debe de potenciar la reflexión a partir de preguntas problematizadoras, registrándolas en un diario de campo. Además, el educando debe de tener la capacidad de aprender a aprender, ser consciente de su aprendizaje, sus preferencias, sus limitaciones e intereses frente al tema.

b) Reduce y da calidad a sus intervenciones:

El estudiante debe de ser protagonista en el proceso, por la cual el docente debe de intervenir menos con el fin que el de los estudiantes piensen y reflexionen con mayor tiempo y así mismo poder intervenir más en el aula (Ramos, 2013)

c) Tener listo las actividades:

Al utilizar la metodología activa, el tiempo se vuelve “oro”, por la cual, las actividades se deben de tener lista antes de que se inicie la clase debido a que los estudiantes deben de construir sus propios conceptos y para eso deben tomarse el tiempo suficiente (Ramos, 2013)

d) Fomenta el trabajo en equipo partiendo a los acuerdos en clases:

Como se menciona anteriormente, el aprendizaje activo se realiza principalmente en trabajo en equipo, puesto que se fomenta el razonamiento, la comparación y aumentan los lazos entre los integrantes de cada equipo (Ramos, 2013)

e) Dar instrucciones claras y concisas:

Para este caso, el docente debe de ser conciso con las instrucciones de cada una de las actividades. Para eso, se debe de dar las instrucciones con sus respectivas fases antes que se formen en grupos. También es importante que en cada fase se debe de estipular el tiempo para que los estudiantes finalicen eficazmente las actividades en el tiempo establecido (Ramos, 2013).

f) Hacer que los estudiantes descubran:

El docente debe de llevar una secuencia clara de las actividades en el contexto del aprendizaje activo dándole algunas herramientas que ayuden al estudiante a construir su propio conocimiento (Ramos, 2013).

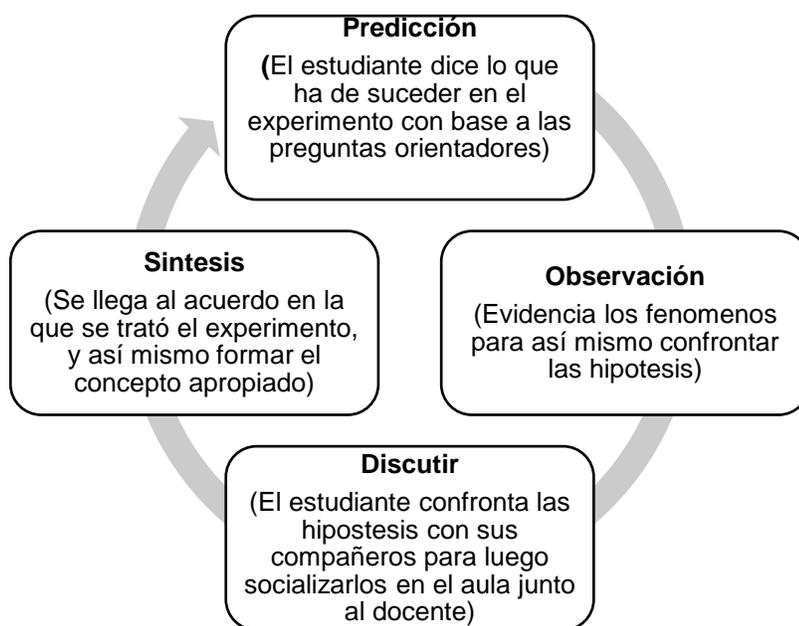
g) Valorar los conocimientos de los estudiantes que construyen desde lo que saben:

Así como se crea las secuencias de las actividades para fortalecer el descubrimiento, también se debe de reforzar los elementos ya conocidos antes de iniciar con un conocimiento nuevo, de manera que sea capaz de crearse nuevos puentes entre lo desconocido con lo conocido (Ramos, 2013).

Con base a eso se puede deducir que el método del aprendizaje activo es eficaz para obtener un buen aprendizaje, igualmente Alarcón et, al. (2010) en su artículo publicado por la UNESCO, el cual está titulado como <<Active learning in optics and photonics (ALOP): A model for teacher training and professional development>> menciona que la metodología que se utiliza en el aprendizaje activo es el ciclo de **PODS**. (predicción – observación – discusión – síntesis) tal cual como se utiliza para esta investigación, puesto que anima a los estudiantes a construir su comprensión de los conceptos fundamentales.

Por la cual, en la siguiente figura 2 se muestra la síntesis de la secuencia que se ha de utilizar en un aprendizaje activo.

Figura 2. Creación propia. [Figura]. Síntesis de la metodología empleada en el aprendizaje activo.



De acuerdo con Monrroy (2016), hay cinco aspectos esenciales para llevar a cabo las clases teórico – demostrativas del aprendizaje activo, los cuales se relacionan con el ciclo

PODS:

- En primer lugar, el docente debe de aportar preguntas problematizadoras con base a la experimentación que se ha de llevar a cabo, así mismo ha de realizar su explicación sin dar los resultados.
- En segundo lugar, los estudiantes de forma individual han de describir las predicciones que han de suceder en el experimento con base a las preguntas orientadores, es decir, lo que posiblemente ha de suceder antes que se lleve a cabo la actividad. Luego, se han de reunir en grupo, en lo mayor posible de tres integrantes para que discutan las predicciones individuales y llegar a sí mismo a un acuerdo entre ellos, seleccionando a su vez un relator, que es el encargado de expresar las conclusiones a la que llegaron y así mismo el docente pueda tomar registros de cada una de las predicciones grupales.
- En tercer lugar, los estudiantes con ayuda del docente han de realizar el experimento, para que así mismo observen lo que ha de suceder en cada una de las actividades, y puedan registrar en su diario de campo lo evidenciado.
- En cuarto lugar, se les solicita a los estudiantes en realizar la descripción de lo observado, para que puedan discutir en grupo y posteriormente registren sus resultados.
- En quinto lugar, los grupos confrontan sus predicciones con lo evidenciado en el laboratorio y llegar a una breve discusión con ayuda del docente donde se apoyan con analogías que correspondan al mismo concepto que han de construir.
- Finalmente, con ayuda del docente y con los demás grupos, se llegará a un consentimiento de la actividad desarrollada creando el concepto deseado.

5.2. Marco Epistemológico

Para el desarrollo de los contenidos de la investigación, se tuvo en cuenta el lapso histórico junto con las dificultades epistemológicas que tuvo que pasar la comunidad científica para la construcción del concepto de campo eléctrico y campo magnético.

Con base a Fillon (1991) y Furió et al. (1998), citado por Furió y Guisasola (2001), mencionan que al realizar una revisión sobre la epistemología de la física conllevan al docente planificar situaciones problematizadoras al momento de la reconstrucción de los conocimientos de campo eléctrico y campo magnético. Además, contribuirá a que reflexionen sobre su labor, y así mismo favorecer su incorporación a una tarea de innovación e investigación educativa (Salinas & Colombi, 1993). También, tendrá una visión más desarrollada para enfrentar algunas complejidades en la enseñanza, tal como la metodología científica, el papel de los laboratorios, la relación con la matemática, entre otras cosas. (Hamburguer, 1985; citado por Salinas & Colombi, 1993).

Dicho lo anterior, se muestra a continuación una síntesis epistemológica de la física con base a la construcción de los conceptos de electricidad y el magnetismo.

5.2.1. Historia y Epistemología de la Electricidad y su relación con el magnetismo

Éste fenómeno de la naturaleza fue conocido desde la antigüedad aproximadamente en el año 600 a.c., época de la cual nace la filosofía especulativa, para explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de sus propias leyes, oponiéndose a los mitos, a la religión y al antropomorfismo (Muñiz, 2004). Esta filosofía inicia con **Tales de Mileto** (624 a.c. – 547 a.c.), quien fue el primero en dar explicaciones sobre la naturaleza sin recurrir a los poderes sobrenaturales.

Tales de Mileto, en su búsqueda a la explicación natural de los objetos creía que el principio aborígen, y sustancia primordial de todas las cosas, era el agua, y en su variación de

condensación da lugar a todos los elementos y estados, considerándose como fuerza eterna, activa y susceptible de dar existencia (Díaz, 2002).

Con respecto a las explicaciones que daba Tales de Mileto, nace el racionalismo naturalista que despeja el dualismo que existía entre los dioses y los hombres, entre los cielos y la Tierra. Y pensaba que todo estaba constituido por una sustancia capaz de atraerse mutuamente. Con base a ese pensamiento, evidenció el fenómeno de la atracción del ámbar al ser frotada con un pedazo de lana. (Bueno, 1974). De acuerdo con la cartilla "**La historia de la Electricidad**" publicada por la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC), menciona que Tales de Mileto ofreció una hipótesis científica al afirmar que:

<<Estas sustancias encierran alma, están vivas, puesto que pueden atraer hacia sí materias inanimadas, como mediante una aspiración del soplo. >>

Por ende, se le considera el pionero de la electricidad, dando lugar para que otros investigadores evidenciaran que no solo el ámbar tenía esta propiedad eléctrica sino también otros materiales como: el vidrio, la resina, el diamante y el cuarzo, sin existir una explicación racional frente a este fenómeno (EPEC, s.f.).

Dos mil años más tarde, **William Gilbert** (1544 – 1603), contribuyó a la ciencia a partir de sus investigaciones sobre la atracción magnética (se explica más adelante) y la atracción eléctrica (Pontificia Universidad Javeriana, s.f.). Cabe resaltar que Gilbert se profundizó especialmente en el magnetismo, de la cual existen pocos registros sobre los aportes en la electricidad.

Sin embargo, Helicon (2016) afirma que William Gilbert se basó con los conocimientos de Tales de Mileto, demostrando así mismo que otras sustancias (Vidrio, azufre y resina) presentan el mismo efecto y que su capacidad es proporcional al área de frotamiento, denominando estos sucesos como "Electricidad", término que proviene del griego *élektron* que significa ámbar. También, Gilbert evidenció que algunos factores como la humedad pueden interrumpir la electricidad estática, pero que una capa de aceite no, y que las gotas de aguas

son atraídas por las cargas eléctricas (Stern, 2001). Con estos aportes, en 1745 se condujo a la primera concepción de carga de eléctrica, gracias a los aportes de Charles F. Dubay.

Antes de examinar los aportes realizados por Charles F. Dubay, se debe aclarar que sus investigaciones se basaron en repetir los experimentos relacionados por Stephen Gray y Otto Van Guerick (EcuRed, 2017).

Por lo tanto, es primordial comprender los aportes realizados por **Stephen Gray** (1670 – 1736) y **Otto Van Guerick** (1602 – 1686). El primer científico, contribuyó a distinguir entre conductores y aislantes, mediante experimentos que demostraban que algunos objetos colocados a una distancia de 200 metros podrían ser electrizados al estar conectados con alambre cubierto de vidrio y a su vez frotado con un paño (Beléndez, 2008). Por otro lado, EPEC (s.f.) menciona que Stephen Gray evidenció que al cambiar el paño por un hilo de seda los objetos no se energizaban, igualmente sucedería si la línea de transmisión estaría en contacto con la tierra. De esta manera, concluyó que éste fenómeno se produce en la superficie de los cuerpos, apreciándose la <<virtud>> o <<fluido>> eléctrico, que hoy en día se conoce como cargas eléctricas.

Con base a sus experimentos, Stephen Gray pudo determinar que los metales, el cuerpo humano y entre otros materiales son capaces de conducir la electricidad, denominándolas conductores y los materiales como la madera, la seda, la cerámica que no conducen la electricidad, las denominó aislantes.

Figura 3. Experimentos realizados por Stephen Gray sobre la conducción eléctrica.



Fuente: Tomado de Bélendez, (2008). La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la "síntesis electromagnética" de Maxwell.

El segundo científico (Otto Van Guerick), contribuyó especialmente en la parte de electricidad, con la construcción del primer generador electrostático (Encyclopædia Britannica, 2017). Éste generador consistía en una bola de azufre (aislador) que podía girar dentro de un aparato construido esencialmente para dar movimientos rotatorios en un eje, el cual se tenía que virar con una mano para acumular las cargas y a su vez se podía descargarse siempre y cuando se le acercara un conductor (Pontificia Universidad Javeriana, s.f.).

Figura 4. Generador electrostático construido por Otto Van Guerick.



Fuente: Tomado de Barragán (2013). Electromagnetismo. Disponible en:

<https://line.do/es/electromagnetismo/gqd/vertical>

Retomando al científico **Charles F. Dufay** (1698-1739), quién se basó en los experimentos realizados por Stephen Gray y Otto VonGuerick, explicados anteriormente, identificó los dos tipos de cargas que hoy en día se conoce como positiva y negativa. (EcuRed, 2017). A estos dos tipos de cargas él las denominó Vítreo y resinoso, respectivamente. De acuerdo con Beléndez, (2008), Dubay las denominó de ese modo en función al material que los generaba, afirmando que la materia es neutra siempre y cuando contiene cantidades similares de Vítreo y Resinosa. Además, afirmaba que, si el material contenía un exceso de algunos de los dos fluidos, entonces es porque estaba cargado eléctricamente, diciendo lo que:

<<La característica de ambas electricidades es que un cuerpo cargado con electricidad vítrea repele a todos los demás cargados con la misma electricidad y, por el contrario, atrae a los que poseen electricidad resinosa. >>

Esas afirmaciones las dedujo cuando se percató de que los objetos que están cargados atraen a otros que no lo están, y que se repelan tan pronto se convierten en eléctricos por contacto o proximidad a los objetos originales (basándose con el experimento Otto vonGuerick). Para consolidar esos aportes, colocó una lámina de oro con un globo de vidrio que estaba frotado, obteniendo los resultados tal como los esperaba (el globo de vidrio atraerá la lámina y luego la repela). Posteriormente, repitió el experimento, pero esta vez cambió el globo de vidrio por una pieza frotada por copal, demostrando esta vez que la lámina de oro era atraída por el copal (EcuRed, s.f.)

Cabe resaltar que estos términos (vítreo y resinoso) utilizados por Charles F. Dubay, duraron aproximadamente quince años, puesto que fueron sustituidos por Benjamín Franklin, por los términos que conocemos actualmente, los cuales son carga positiva y negativa con el experimento de la cometa.

De acuerdo con Menéndez (2017), el científico **Benjamín Franklin** (1706-1790) realizó distintos aportes en los diferentes campos del conocimiento gracias a sus descubrimientos, destacándose entre ellos el pararrayos y la mejora del control científico de los ensayos clínicos

médicos. Los estudios sobre la electricidad iniciaron en el año de 1747, por el cual, el invento del pararrayos se llevó a cabo en el año de 1752 gracias a su distinguido experimento con la cometa. Este experimento consistía en una cometa dotada por un metal y que a su vez estaba sujeta a un hilo de seda que de acuerdo a sus concepciones debía de cargarse con la electricidad captada por el metal, para evidenciarlo suspendió una llave en el hilo de seda y haciendo volar la cometa en un día de tormenta confirmó que su hipótesis era verdadera, puesto que al momento de acercar la mano en la llave evidenció un salto de chispas (Ver figura 5), concluyendo así mismo que las nubes están cargadas eléctricamente y que los rayos es un proceso de descargas eléctricas (Barrueta, 2015).

Figura 5. Experimento de la cometa realizada por Benjamín Franklin.



Fuente: Tomado de Barrueta (2015). Electricidad: Benjamín Franklin. Disponible en:

<http://proyectoelectricidadzb.blogspot.com.co/2015/05/benjamin-franklin.html>

De acuerdo con Beléndez (2008), Franklin concluyó que solo existe un tipo de fluido eléctrico (electricidad vítrea) en lugar de dos como se admitía anteriormente, y dos tipos de estado de electrización una recibiendo el nombre de positivo, que antes se conocía como vítreo, y reemplazó el termino resinoso, por negativo.

Además, expuso una teoría denominada <<*Principio de conservación de la electricidad*>> que según Martínez (2010), esta teoría mencionaba que la electricidad es un fluido único y que un cuerpo al ser frotado con otro no va a crear nuevos fluidos, sino que va a ver una transferencia de un cuerpo a otro. Por ende, cuando dos cuerpos se juntan, donde un cuerpo tiene un exceso de fluido y el otro tiene un déficit, la corriente eléctrica debe de fluir del cuerpo que posee exceso al que posee déficit de fluidos (Beléndez, 2008).

Avanzando en el razonamiento de la electricidad, se habla a continuación sobre el científico experimental **Henry Cavendish** (1731 – 1810) cuyos aportes a la electricidad fueron esencialmente en los años de 1771 al 1788, puesto que después de ese año se interesó por temas terrestres y astronómicos, en la que determinó la densidad de la Tierra en el año de 1798 conocido como el experimento de Cavendish.

Cavendish junto con ayuda de John Mitchell se pudo calcular la densidad de la Tierra, debido que J. Mitchell construyó un prototipo basado a la balanza de torsión creado por Charles de Coulomb y reconstruido por Cavendish utilizando una varilla de madera de 6 pies suspendida en el medio por un metal llevando dos esferas de 2 pulgadas de diámetro en cada extremo y con un peso de 350 libras de plomo (Wisniak, 2004). De tal manera, se estableció la relación entre la atracción, la torsión del cable y el equilibrio entre ellas, llevando a cabo este experimento en un cuarto cerrado y encerrando el instrumento en un estuche de caoba, logró evidenciar que la densidad de la Tierra era 5,48 (Cavendish, 1798 citado por Wisniak, 2005).

Sin embargo, se dice que, en la actualidad, el valor aceptado para la densidad de la Tierra es de 5,52 veces que la densidad del agua.

Otro aporte fundamental realizado por Henry Cavendish fue esencialmente en el área de la electricidad, interesándose en la electrostática, que como hemos visto, hubo gran conocimiento en la parte cualitativa, pero con ideas ingenuas, sin embargo, gracias a Franz María Aepinus, se consiguió eliminar la dificultad de comprender esas ideas, y como menciona Wisniak (2004), Franz propuso las hipótesis que cuando las moléculas de materia común se

privaron de su electricidad normal se repelían exactamente como las partículas de materia eléctrica, apoyando así mismo la teoría de un solo fluido igual que Cavendish había propuesto.

Cabe resaltar que todos los aportes realizados antes de la época de Cavendish y Charles de Coulomb fueron cualitativos, es decir, se definían dichos fenómenos sin la capacidad de medirlos y que gracias a estos dos científicos se transforma la electricidad como una ciencia cuantitativa.

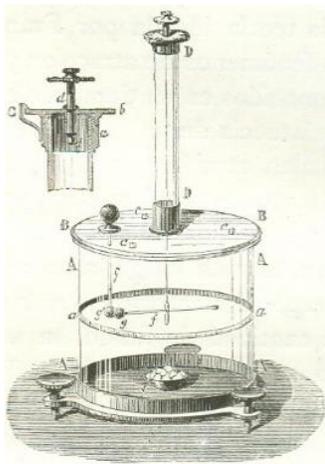
Para Cavendish, la electricidad era causada por un fluido eléctrico combinado por las partículas de los cuerpos junto con las superficiales, evidenciándose la fuerza de repulsión o atracción de acuerdo con la distancia de los cuerpos, basándose posteriormente a la teoría gravitacional propuesta por Newton, la cual afirma que la fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, debido que a esta se podría explicar la ausencia de la fuerza de una esfera hueca o de las cargas superficiales de las esferas (Wisniak, 2004).

Como se menciona anteriormente, los experimentos realizados por Cavendish se basaron con la máquina de torsión realizada por el científico **Charles Agustín de Coulomb** (1736- 1806) que permitió establecer y comprobar su famosa ley de atracción o repulsión entre dos cargas. Esta ley se conoce actualmente como la Ley de Coulomb.

La máquina de torsión (Ver figura 6), estaba constituida por una base de madera sobre la cual se ubica una caja de cristal de forma cilíndrica, con una cinta graduada a la mitad de su altura y cerrada en la parte superior por una cubierta que está atravesada en su centro por un cilindro hueco de cristal que se prolonga en el interior de la caja. Éste cilindro se cierra en la parte superior por el micrómetro del aparato: por dos tambores metálicos, uno graduado en su borde, con la capacidad de girar sobre el otro. Sujeto a este elemento se ubica un hilo fino de plata que cuelga en el interior del cilindro hueco prolongándose hasta el interior de la caja de cristal, que en el otro extremo del hilo de plata se sostiene una aguja o varilla horizontal de goma laca. Por la cual, se introduce una esfera aislada por un orificio de la cubierta mediante

un mango de vidrio, que podrá ser electrizada desde el exterior (Delgado, Damián, Martínez, & Romera, 2004).

Figura 6. Balanza de torsión de Coulomb.



Fuente: Tomado de Feliú y Pérez (1886). Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química Inorgánica.

Con base a la máquina de torsión anteriormente descrita, Charles de Coulomb logró evidenciar la fuerza ejercida por una carga sobre otra, para esto las esferas cargadas eran mucho menores que la distancia entre ellas, por lo que llegó a considerarlas como cargas puntuales. Además, utilizando el fenómeno de inducción pudo producir esferas igualmente cargadas y a su vez manipulaba las cargas comenzando con una q_0 sobre cada esfera; podía reducir la carga a $\frac{1}{2}q_0$ conectándola a tierra una de las esferas temporalmente y luego juntaba las dos cargas (Tripler y Mosca, 2010).

De acuerdo con Tripler y Mosca (2010) los resultados de los experimentos de Coulomb y otros científicos se resumen en la Ley de Coulomb que menciona lo siguiente:

<<La fuerza ejercida por una carga puntual sobre otra está dirigida a lo largo de la línea que las une. La fuerza varía inversamente con el cuadrado de la distancia que separa las

cargas y es proporcional al producto de estas. Es repulsiva si las cargas tienen el mismo signo y atractiva si las cargas tienen signos opuestos>>.

Como se menciona en la cartilla EPEC (s.f.) los estudios relacionados sobre la electricidad no eran muy significativo, por la cual se tomaba el estudio como un juego de atraer o repeler y producir chispitas. Se consideraba eso, hasta la época de **Alejandro Volta** (1745 - 1827) que fue el creador de la pila, en la que se establece corrientes eléctricas estables de la cual se empiezan a estudiar intensamente los fenómenos que en la actualidad se describen, desde la electrodinámica y las propiedades electrolíticas, térmicas y magnéticas de la corriente eléctrica (Cano, Gómez & Cely, 2009).

En 1802 el físico italiano Giuseppe Domenico Romagnosi evidenció pequeños movimientos en la aguja de la brújula estableciendo una corriente eléctrica con base a la pila voltaica. Sin embargo, sus observaciones pasaron desapercibidas y fueron retomadas por **Hans Christian Oersted** (1777 – 1851), quien, en un día del año de 1820, durante una clase de física, estaba demostrándole a sus estudiantes de que por medio de un cable de cobre se podría transitar corriente eléctrica, y por cierta casualidad se encontraba una brújula cerca del montaje, por lo que él pudo observar casualmente que la aguja se movía. Esto hizo que finalizara su clase y se puso a examinar experimentalmente lo sucedido, puesto que era una experiencia casi mística y aplicó lo que les recordaba a sus estudiantes sobre el quehacer científico, pues se debe de estar atento a todo cuanto lo rodea, dispuesto en buscar siempre las explicaciones de causa – efecto y dispuesto también a abrir el horizonte de sus conocimientos y la comprensión de fenómenos que los sorprendan (Córdoba, 2009).

Según Beléndez (2015), el experimento de Oersted consistía en situar una aguja imantada libremente de modo que se orientaba en la dirección norte – sur, situando así mismo un cable eléctrico sobre la aguja y en la misma dirección, en la cual la conectaba a una pila eléctrica. Por lo tanto, al momento de cerrar el circuito evidenció que la aguja se movía,

cambiando su dirección original, ubicándose perpendicularmente al cable, en la dirección este – oeste (Ver figura 7).

Figura 7. Se puede apreciar al lado izquierdo el retrato del científico Oersted y en la derecha dando a conocer su experiencia.



Fuente: Tomado de Beléndez (2015). Hans Christian Oersted (1777 – 1851). Disponible en:

<http://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/08/oersted/>

Con base a ese experimento, Oersted dio a conocer que la electricidad y magnetismo están relacionados, acuñando el término electromagnetismo, el cual revolucionó la física de la época.

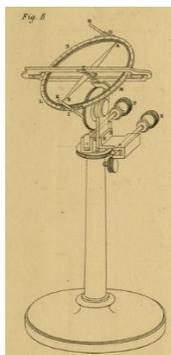
Por otro lado, cabe señalar que de acuerdo con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (**CSIC**), (2004), Oersted, no le interesó dar una explicación satisfactoria del fenómeno ni tampoco en representar el fenómeno matemáticamente, demostrando empíricamente dicho fenómeno; publicando enseguida su resultado en un pequeño artículo en latín titulado: <<*Experimenta circa effectum conflictus electrici in acumagneticam*>> y que en poco tiempo fue traducido a otros idiomas, obteniéndose una gran difusión en la comunidad científica europea.

También, se menciona en la enciclopedia Biografías y vidas (2004 – 2017) que Oersted demostró poco después, que el imán genera una fuerza sobre la bobina en donde circulaba una corriente eléctrica, por lo que en un extremo de la bobina actúa como el polo norte de un imán y el otro como el polo sur. Correlacionando así mismo la conexión de ambos fenómenos.

Una vez que **André – Marie Ampère** (1775 – 1836) conoció los experimentos realizados por Oersted en septiembre de 1820, pudo crear una teoría cuantitativa sobre la generación de magnetismo a partir de la corriente eléctrica y sobre fuerzas entre corrientes.

Para eso, Ampère en el verano de 1820 repitió el experimento de Oersted, ya que pensaba que la acción ejercida por la corriente se combina con la que el globo terráqueo ejerce sobre la aguja magnética. La hipótesis era que, si no existía el campo magnético de la Tierra, las agujas se ubicarían en forma perpendicular al alambre por la cual circularía corriente eléctrica, para esto, Ampère imaginó una brújula (Ver Figura 8), que obstruiría la acción magnética de la Tierra, ya que el eje de rotación estaría en la dirección del magnetismo terrestre y la aguja tendría que estar perpendicular a él. A partir de ello observó que, al fluir corriente eléctrica por el alambre, la aguja permanecía estática, formando así mismo un ángulo de 90° (Blondel & Wolff, 2009). De acuerdo con Blondel & Wolff (2009), se dice que este instrumento (Ver figura 8) fue construido para contrastar la hipótesis que tenía Ampère, la cual fue cierta.

Figura 8. Compás estático de Ampère.

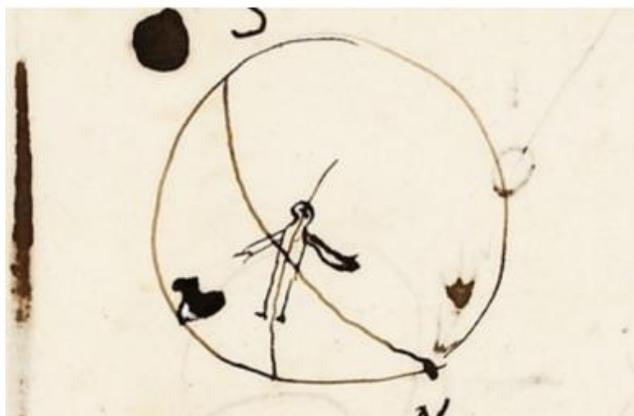


Fuente: Ampère, 1820. Memoria de los efectos de las corrientes eléctricas *Annalsofchemistry and physics*.

Con respecto a eso, Ampère repite los experimentos de Oersted concluyendo que, sí se puede producir efectos magnéticos sobre un imán a partir de corriente eléctrica, pero la pregunta que se formula es << ¿por qué no iba a producir efectos magnéticos sobre otra corriente?>>. Es así como presentó sus resultados obtenidos en la academia de ciencias en varias sesiones, en una de ellas presenta la regla del hombrecillo, que de acuerdo con Beléndez (2017), es el siguiente:

<<Este hombrecillo se coloca en el sentido de la corriente (la corriente recorre su cuerpo desde los pies a la cabeza), el hombre mira el punto que nos interesa y extiende su brazo izquierdo de modo que el brazo indica la dirección del campo magnético >> (Ver figura 9).

Figura 9. El << Hombrecillo >> de Ampère.



Fuente: Tomado de Beléndez (2017). *André-Marie Ampère, «el Newton de la electricidad»*. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/66831/1/Ampere_OpenMind_09_06_2017_ESP.pdf

Para comprender mejor dicha regla, Blondel & Wolff (2009) afirman que Ampère quiso representar el caso de la corriente eléctrica que él imaginó dentro del globo terráqueo, donde explicaba lo siguiente:

<< El círculo representa la Tierra con sus polos magnéticos N (orth) y S (outh) conectados por un meridiano terrestre. La observación está circulando alrededor del ecuador.

Uno debe imaginar la observación que miente en la tierra y que mira una brújula situada sobre él. Su brazo izquierdo indica la dirección que tomará el polo norte de la brújula bajo la acción de la corriente, es decir, el polo Norte de la Tierra>>.

Con base a la explicación anterior, se puede decir que Ampère determinó la dirección de la corriente eléctrica donde su idea inicial era que la naturaleza en el alambre metálico era que existía dos corrientes simultáneas y opuestas, las cuales eran la de electricidad positiva y negativa, pero ¿en qué consistía la dirección de la corriente y el campo magnético? fue una de las inquietudes que Ampère se realiza, conllevándolo a crear la teoría del hombrecillo que se explicó anteriormente.

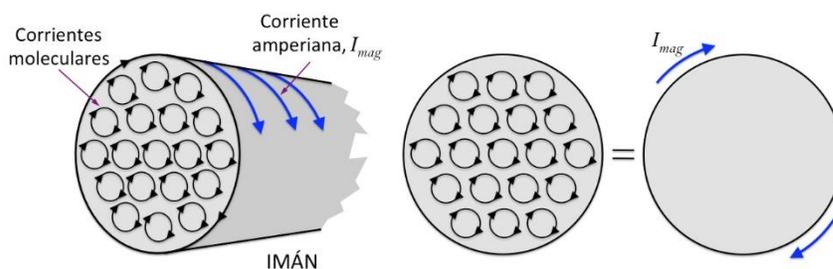
También, Baléndez (2017) menciona que otro hecho novedoso realizado por Ampère fue que era posible la acción mutua entre corrientes sin que interviniera ningún imán. Para esto, colocó dos hilos conductores paralelos donde circulan corrientes eléctricas con la capacidad de atraer o repelar en función de si los sentidos de las corrientes son iguales u opuestos. Poco después formularía la expresión matemática que explicaría la relación entre fuerzas de corriente eléctrica, conociéndose actualmente como la Ley de Ampère, aplicada solamente cuando la corriente que circula por los alambres no cambia con el tiempo. Este efecto es la base del funcionamiento de los motores eléctricos.

En ese mismo año (1820), y con la misma serie de experimentos, Ampère evidenció que la aguja de un imán podía detectar una corriente eléctrica y basándose a eso construyó un instrumento al que denominó galvanómetro.

En 1826 publicó << *La teoría matemática de los fenómenos electrodinámicos deducida únicamente de la experiencia* >>, en donde afirma que el magnetismo es la electricidad en movimiento y que los fenómenos magnéticos dependen de la existencia y del movimiento de las cargas eléctricas (Baléndez, 2017). Ampère, explicó el magnetismo en los imanes permanentes, diciendo que esto es producido por pequeñas corrientes eléctricas a nivel molecular, llamándolas moléculas electrodinámicas y cuyo resultado es una corriente

superficial denominada **corriente amperiana**, semejante a la corriente que circula al solenoide (Beléndez, 2017). De esta manera se pensó que los efectos magnéticos se deben a los movimientos de las cargas eléctricas tanto internos como superficiales, tal como se evidencia en la figura 10.

Figura 10. Corriente Amperiana.



Fuente: Tomado de Beléndez (2017). *André-Marie Ampère, «el Newton de la electricidad»*. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/66831/1/Ampere_OpenMind_09_06_2017_ESP.pdf

Con base a los fenómenos descubiertos realizados por científicos como Oersted, Ampère, Volta y otros, el científico **Michael Faraday** (1791 -1867) reproduce esos experimentos y relacionando los fenómenos eléctricos y magnéticos, imaginó por primera vez la idea de campo (Cano, Gómez & Cely, 2009). Esto se debió a que su amigo Phillips en 1821 le solicitó realizar una revisión sobre los trabajos del electromagnetismo realizados por los científicos anteriormente mencionados.

Faraday al repetir el experimento de Oersted con aguja magnetizada, ubicada en varios puntos alrededor del alambre que conducía corriente, pudo deducir que la fuerza ejercida por la corriente sobre el imán era de forma circular, por la cual Faraday construyó un motor en la que enrollaba el alambre que conducía la corriente alrededor del imán, demostrando una correlación con la tercera Ley de Newton, puesto que el imán ejercía una fuerza hacia el alambre cuando éste conducía corriente eléctrica (Acción y reacción). Con estos experimentos

se explica la transformación de la energía eléctrica en mecánica, lo cual proporciona el principio de los motores eléctricos (Carmona, Goldstein, Ley – Koo, De la Selva, Piña, Campos, Jiménez, De la Peña, Córdova, Moreno & García, 1995.).

Cabe resaltar, que en esta misma fecha Michael Faraday, el 21 de octubre de 1821 publicó su trabajo titulado <<*On Some New Electro-Magnetical Motions, and On The Theory of Magnetism*>>, donde está registrado por primera vez la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica y la primera noción de líneas de fuerzas (Carmona et al, 1995).

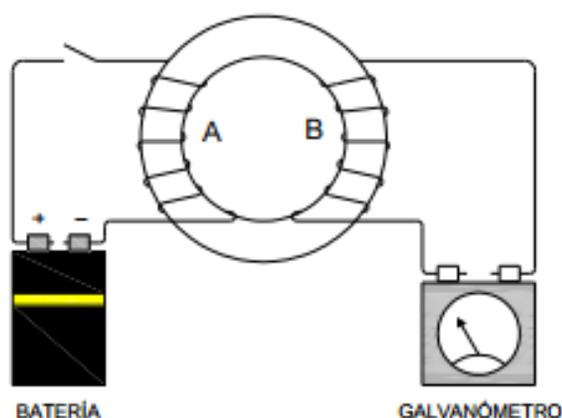
Por otro lado, es importante mencionar que Faraday tenía pensamientos distintos a los científicos contemporáneos de su época, puesto que la mayoría de ellos se centraban en la explicación de los fenómenos con base a los fluidos eléctricos, de la acción a distancia y de las fuerzas centrales. Pero él consideraba que las moléculas del medio por donde fluía la corriente se encontraban en un estado de esfuerzo que se podía transmitir a los alrededores, denominándola **estado electrofónico**. Con base a eso, Carmona et. al. (s.f.), menciona que Faraday se cuestionaba <<*¿Este estado de esfuerzo podía ser transmitido y provocar un estado de esfuerzo en un alambre cercano?*>>.por lo que en 1822 escribió <<*convert magnetism into electricity*>>; registrando que por medio de corriente se puede producir efectos magnéticos, y a su vez le causaba intriga si se podía producir efectos eléctricos a partir del magnetismos, formulándose la siguiente pregunta: <<*¿de qué manera los imanes pueden generar un efecto eléctrico?*>>

De acuerdo con Pellini (2014), Michael Faraday en 1831 intentó producir corriente eléctrica a efectos del electromagnetismo, que según Holton et al. (1976), citado por Cano et. al. (2009, p. 614), Michael Faraday realizó el experimento de la siguiente manera:

<< *Faraday había colocado dos alambres A y B próximos uno del otro; a través de uno de ellos (A) pasaba corriente procedente de una batería. Observó que en el otro alambre (B) aparecía una corriente, pero sólo mientras la corriente de la batería en el primer alambre comenzaba o cesaba. La corriente «inducida» en el alambre B duraba sólo un momento,*

mientras se hacía contacto con la batería. Pero tan pronto existía una corriente estacionaria en el alambre A, cesaba la corriente en el alambre B. Cuando la corriente en el alambre A se detenía, de nuevo se producía una corriente momentánea inducida en el alambre B >> (ver figura 11).

Figura 11. Experimento de Inducción electromagnética realizado por Michael Faraday.



Fuente: Tomado de Cano et. al. (2009). *La enseñanza del concepto de corriente eléctrica desde un enfoque histórico – epistemológico.* (Tesis de pregrado).

Mediante este montaje, Michael Faraday estableció que, si la variación de la corriente en la bobina A modificaba las líneas de fuerza magnéticas a través del anillo de hierro, dicho cambio serviría para inducir una corriente en la bobina (Cano et. al., 2009).

Por otro lado, Holton et al. (1976), afirma que el principio de inducción electromagnética propuesto por Faraday establecía que la variación de las líneas de fuerza magnética produce una corriente en un alambre. Este cambio, puede producirse por un imán que se mueve relativo al alambre o por un cambio en la corriente que circula en un segundo alambre.

Tiempo después, Faraday, eliminando el núcleo de hierro, observó que se inducía corriente eléctrica al momento de introducir un imán en el interior de una bobina y que el signo de la corriente varía cuando el imán era retirado. Finalmente, empleó un solo anillo conductor y

obtuvo la corriente inducida tan sólo haciéndolo pasar cerca del imán. En estos experimentos el aspecto común era el movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético (Carmona et. al., s.f.). Centrando su atención en las líneas de cambio, concluyó que para generar corriente eléctrica era necesario que el conductor cortara las líneas de fuerza magnética.

Muchos de los aportes realizados por Faraday no se tuvieron en cuenta durante su época, sino que fue gracias a **James Clerk Maxwell** (1831 – 1879) quién formalizó la matemática de los modelos de Faraday y los publicó en 1856 titulándolo como << *sobre las líneas de fuerza de Faraday* >>y otro en 1873 denominado << *Treatise on Electricity and Magnetism* >>, en honor a Faraday (Carmona et. al., s.f.).

5.2.2. Historia y Epistemología del Magnetismo. Tal como sucede con la electricidad, el magnetismo se conocía también en la época de los griegos conllevando al desarrollo del magnetismo como ciencia, puesto que se estudiaba de forma independiente sin tener en cuenta la electricidad hasta mediados del siglo XVIII.

Por ende, de acuerdo con Barrueta (2015), se menciona que a **Tales de Mileto** se le confiere el descubrimiento de un mineral que tenía la capacidad de atraer otros objetos metálicos, este sólido se le conocía como magnetita, observado por primera vez en la ciudad de Magnesia del Meandro en Asia menor, de allí se proviene el nombre de magnetismo (Valencia, s.f.).

Además, Tales evidenció que, al frotar el hierro con la magnetita, éste se imantaba, pero cabe resaltar que en esa época se interesaba en dar explicaciones con base a la Naturaleza, estableciendo explicaciones no como las de hoy en día, sino que relacionaban los fenómenos naturales dentro de un esquema filosófico preconcebido. Por lo cual se creía que la magnetita se relacionaba con la vida o alma.

Por otra parte, Tagüeña & Martina (1997) mencionan que **Platón** (428 – 348 a.c.) en su dialogo Ión, le menciona a Sócrates que la magnetita puede transmitir sus propiedades hacia

otros anillos, creando así mismo cadenas de anillos colgados unidos con respecto a los otros, conociéndose como anillos Samotraco.

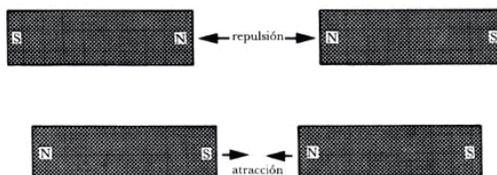
No obstante, se dice que los griegos se interesaban por la naturaleza, por lo que crearon escuelas encargadas de dar explicaciones de acuerdo con los fenómenos observados. Para el caso del magnetismo sostenían que esto se debía a las emanaciones o efluvios (Tagüeña & Martina, 1997).

De acuerdo con Tagüeña & Martina, (1997) uno de los registros que se tienen es el de Lucrecio Caro, que en su libro << *De Rerum Natura 55 a.c.*>>, describe el imán con base a las propiedades de las teorías de Epicuro y Demócrito, ya que eran los autores de la teoría atómica, afirmaban que el imán emite partículas que penetra a través de los poros del hierro y que debido a la creación del vacío hacen que este metal se sienta atraído por el imán.

Tiempo después, los chinos utilizaron la magnetita para la creación de la brújula. El científico **Shen Kua** (1031 – 1095) escribió sobre la brújula magnética y mejoró la precisión de la navegación, empleando el concepto astronómico del norte absoluto, que según Braun (1992), este instrumento se basaba en suspender un imán en forma de aguja que se movía libremente, donde uno de sus extremos siempre apuntará el norte.

Para ese mismo instante, en Europa ya se había desarrollado una brújula y se llevó a cabo el primer tratado importante sobre el magnetismo escrito por **Pedro Peregrino de Maricourt** en 1269 denominada << *Epístola a Sygerius de Foucaucort, soldado* >>, cuya explicaciones de los experimentos eran maravillosos, puesto que distingue claramente los polos de un imán permanente, evidenciando que los polos opuestos (Norte – Sur) se atraen y que los polos iguales (Norte – Norte; Sur – Sur) se repelan y que si se fragmenta un imán se crean otros polos (Ver figura 12) (Tagüeña & Martina, 1997).

Figura 12. Representación de los polos magnéticos de un imán permanente.



Fuente: Tomado de Tagüeña & Martina (1997). *De la brújula al espin. El magnetismo*. Disponible en:

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>

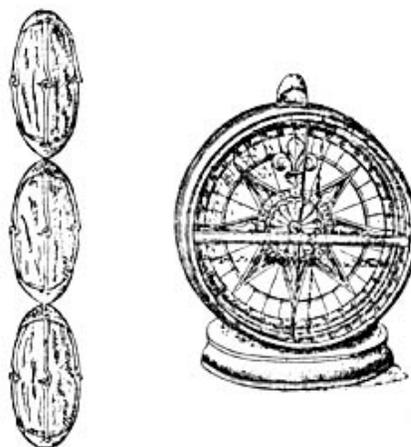
Con base a lo anterior, y como menciona Beléndez (2008), se llegó a comprender que a diferencia de lo que sucede con las cargas eléctricas, los polos magnéticos son siempre de dos en dos, es decir, que no es posible tener un polo norte o un polo sur aislados, y que si se fragmenta un imán, siempre se han de obtener dos imanes con sus dos parejas de polo norte y polo sur, con esto se llegó a la conclusión de que no existen monopolos magnéticos.

Sin embargo, no fue hasta que **William Gilbert de Colchester** (1544 – 1603) con sus aportes registrados en sus libros denominados << *De magnete* >> revolucionaría los conocimientos que se tenían sobre el magnetismo. En este, se describen múltiples fenómenos magnéticos realizados por exhaustivos estudios.

Dentro de esos estudios realizados se puede encontrar la atracción entre el hierro y la magnetita, que según Tagüeña & Martina (1997), mencionan que esta atracción entre estos dos objetos aumenta siempre y cuando se colocan casquetes de hierro en las juntas de la magnetita, tal como se muestra en la Figura 13. Observándose así mismo que la atracción se concentra en los extremos del mineral y detallándose que se pueden realizar imanes con tan solo tocar objetos imantados, por deformación plástica y fabricando barras de hierro que se someten a altas temperatura y posteriormente se dejan enfriar.

Gilbert, también observó que las fuerzas magnéticas se debilitaban cuando se eleva la temperatura, es decir, cuando se le añade calor al objeto, éste pierde sus propiedades magnéticas (Stern, 2001).

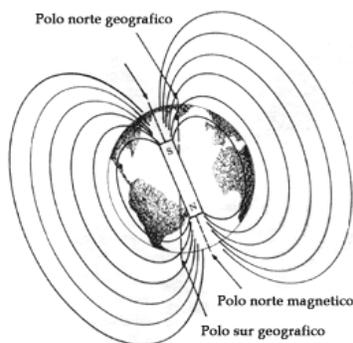
Figura 13. Imanes permanentes inclinados como se presentan en De Magnete de Gilbert



Fuente: Tomado de Tagüeña & Martina (1997). *De la brújula al espin. El magnetismo*. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>

Lo dicho hasta aquí es evidente que Gilbert era una gran experimentalista puesto que no se quedaba en las especulaciones, en la que todos sus aportes fueron con base a la experimentación. Tal es el caso cuando le proporcionó hincapié a las propiedades de atracción de polos opuestos; y otro en el que afirmaba que la Tierra se comporta como un imán gigantesco, así como se muestra en la siguiente figura 14.

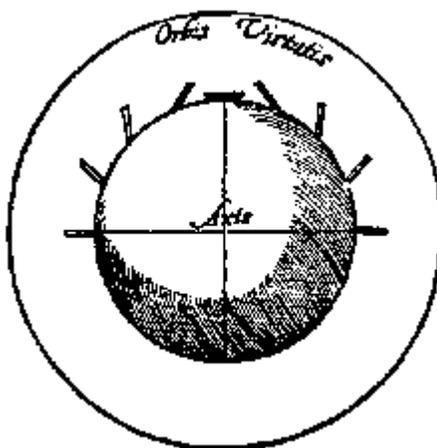
Figura 14. Representación del imán de la Tierra.



Fuente: Tomado de Tagüeña & Martina (1997). *De la brújula al espin. El magnetismo*. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>

Según Stern (2001), Gilbert tomó una <<**Terrella**>> magnetizada, ejemplificándola como una pequeña Tierra, proponiendo que, al mover una brújula en la superficie de ella, su dirección cambiaba, por lo que usó ese experimento como analogía de lo que sucede en la vida real (Ver figura 15).

Figura 15. La Terrella de Gilbert, un modelo de la Tierra Magnética.



Fuente: Tomado de Stern (2001). De Magnete “En el imán” por Guillermo Gilbert de Colchester. Disponible en: <https://www.spof.gsfc.nasa.gov/earthmag/DMGRev2.htm>

Sin embargo, no fue hasta mediados del año 1750, gracias a **Jhon Michell** con el aporte de la balanza de torsión y al perfeccionamiento que **Charles de Coulomb** le hizo, éste pudo determinar la Ley de atracción y repulsión entre las cargas y los polos magnéticos, que según Tagüeña & Martina (1997) <<la atracción o repulsión de los imanes decrece cuando los cuadrados de la distancia entre los respectivos polos aumenta>> y que más adelante **Simon Denis Poisson** (1781 – 1840) introdujo el concepto de potencial y desarrolló la teoría de la magnetostática. Estos dos últimos científicos rechazaron cualquier intento de especulación acerca de la naturaleza de los fluidos eléctricos y magnéticos, conllevando a pensar que estos fenómenos eran diferentes, a pesar de que existía mucha semejanza entre ellos, los

experimentos demostraban que los polos magnéticos y las cargas eléctricas no interactuaban entre sí.

Hay que mencionar, además, que uno de los científicos importantes en el desarrollo del magnetismo fue **Karl Friedrich Gauss** (1777 – 1855) quien estableció el primer observatorio de magnetismo localizado en Gotinga con ayuda de Weber, en la que inició sus observaciones del magnetismo de la Tierra y que en 1832 desarrolló el primer magnetómetro (Beléndez, 2008).

Karl Friedrich Gauss, o comúnmente conocido en la actualidad como Gauss, publica en 1832 una obra denominada <<*Intensitas Vis Magnéticae Terrestris ad Mensuram Absolutam Revocata*>> que trata sobre las teorías actuales sobre el magnetismo terrestre, anticipando las ideas de Possion, la cual expresaba la medida absoluta de la fuerza magnética y una definición empírica del magnetismo terrestre (Pérez, 2000).

Por otro lado, se encuentra al filósofo y matemático **René Descartes** (1596 -1659) consideraba que el ferromagnetismo proviene del magnetismo terrestre, y que de acuerdo con Beléndez (2008), esto era un torrente de corpúsculos que salían del cuerpo magnético y que su morfología era como un tornillo de rosca derecha o izquierda, y que dependiendo su forma hace que los objetos se acercaran o alejaran del imán.

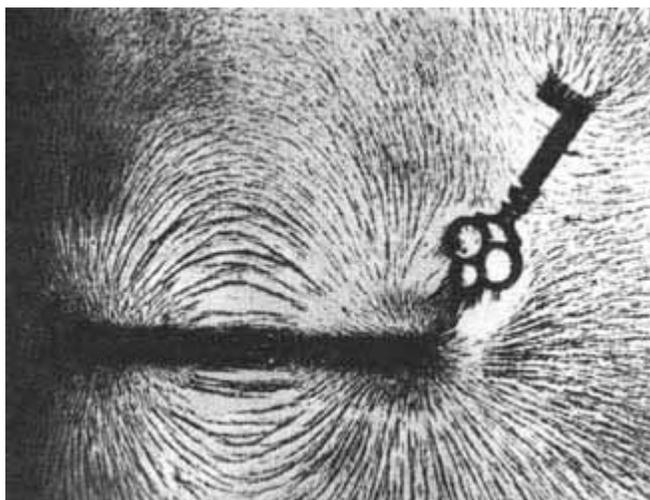
El punto culminante del magnetismo se debe cuando se empezaron a correlacionar los fenómenos eléctricos y magnéticos, puesto que a pesar de que en las navegaciones se podía evidenciar la desviación de la aguja en la brújula, no fue hasta principios del siglo XIX que se empezó a investigar la influencia que tenía la electricidad sobre una aguja magnética.

Uno de los aportes más importantes de Faraday fue la visualización de las líneas de campo magnético, que de acuerdo con Tagüeña & Martina (1997), él textualmente menciona lo siguiente:

<<... se describieron y definieron ciertas líneas alrededor de una barra imán [aquellas que se visualizan esparciendo limaduras de hierro en la vecindad de éste, como se muestra en

la figura 16 y se reconocieron como descripción precisa de la naturaleza, condición, dirección e intensidad de la fuerza en cualquier región dada, dentro y fuera de la barra. Esta vez las líneas se consideraron en abstracto. Sin apartarse en nada de lo dicho, ahora emprendemos la investigación de la posible y probable existencia física de tales líneas..." y concluye diciendo: "la cantidad de electricidad que se vuelve corriente es proporcional al número de líneas de fuerza interceptadas. >>

Figura 16. Limadura de Hierro espolvoreado sobre un papel, el cual se encuentra un imán debajo.



Fuente: Tomado de Tagüeña & Martina (1997). *De la brújula al espin. El magnetismo*. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>

Por ende, se dice que Faraday estableció claramente que objetos magnetizados interactúan entre ellos gracias a las líneas de fuerza, que hoy en día conocemos como líneas de campo y no como se creía anteriormente como acción a distancia.

5.3 Marco Disciplinar

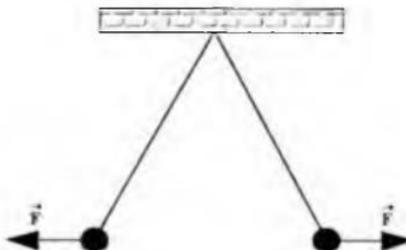
En esta sección se mencionan algunas nociones necesarias para explicar y comprender los fenómenos del campo eléctrico y magnético. Para esto se definen y se explican algunos

conceptos relacionados con la electricidad como la ley de Coulomb, ley de Gauss para el campo eléctrico y líneas equipotenciales; otros relacionados con el magnetismo como lo son la fuerza de Lorentz, líneas de campo magnético y ley de Gauss para el campo magnético; además se establecerá la relación entre estos dos fenómenos como lo es la ley de Biot y Savart, ley de Faraday y Ley de Lenz. Cabe aclarar que todos estos conceptos son necesarios aclararlos debido a que son el fundamento teórico de los experimentos que se trabajaron en el aula.

5.3.1. Cargas eléctricas. Las cargas eléctricas hacen referencia a las partículas que ejercen fuerzas de repulsión o atracción entre sí, y que, por ende, posee masa que debe de oponerse al ser acelerada por una fuerza y ésta a su vez es afectada no solo por la fuerza eléctrica, sino por la gravitacional (Piña, 1995). Así mismo, Gutiérrez (1992), menciona que estas fuerzas (atracción y repulsión) de las cargas se deben a la naturaleza de las partículas, las cuales pueden ser negativas y positivas, es decir, electrones y protones respectivamente.

Para aclarar los conceptos de atracción y repulsión de las cargas y a su vez evidenciar el fenómeno de electrostática, que consiste en fuerzas que experimentan las cargas en reposo o en movimiento y que son generadas por ellas y otras cargas eléctricas. Barco, Rojas & Restrepo (2012), toman como ejemplo de su libro << *Principios de electricidad y magnetismo*>>, un experimento que consiste en colgar mediante hilos de seda dos esferas de ebonita que se han de frotar sobre la piel, registrándose una aproximación y que luego se alejan. Posteriormente, se repite el mismo montaje, pero esta vez utilizando dos esferas de vidrio que han sido frotadas con seda, en la que se repelan entre ellas, tal como se ve en la figura 17.

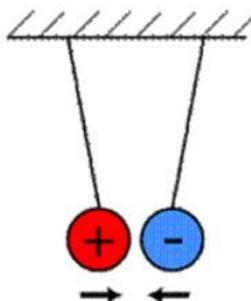
Figura 17. Fuerza de Repulsión entre dos esferas de ebonita o de vidrio.



Fuente: Barco, Rojas & Restrepo (2012). Principios de electricidad y magnetismo. primera edición.

Pero, si se coloca una esfera de ebonita y otra de vidrio, las esferas no se repelan, sino que se atraen mutuamente, tal como se ilustra en la figura 18.

Figura 18. Fuerza de atracción entre una esfera de ebonita (-) y una esfera de vidrio (+).



Fuente: Morales (2017). Curso en Línea Física III. Disponible en

<http://www.academico.cecyt7.ipn.mx/Fisicalll/index.htm>

Con base a ese experimento, y teniendo presente que se trata de un fenómeno con cargas estáticas (ya que se acumulan en una sola esfera), se logró concluir que la ebonita al ser frotada con la piel queda cargada negativamente y con vidrio, positivamente. Esto depende de la afinidad que tenga el material de dejar escapar sus electrones. Además, Young & Freedman (2009), indica que cuando una esfera es sometida a un proceso de fricción, no se logra observar ningún cambio en ella. Para saber con exactitud ¿Qué es lo que realmente

sucede?, es necesario acudir a la estructura y propiedades eléctricas del átomo. Como en todo átomo los protones y los neutrones se encuentran en el núcleo, y por lo tanto no se pueden salir de allí, alrededor de ellos giran los electrones por medio de orbitas, tal como lo estableció Bohr en su modelo atómico. Los electrones se mantienen en el átomo debido a la fuerza eléctrica de atracción bastante débil, siendo ellos los que pueden pasar de un cuerpo a otro cuando se ponen en contacto (Barco, Rojas & Restrepo, 2012). Por tal motivo, los cuerpos que se cargan negativamente adquieren más electrones de los que le corresponden debido al número de protones, ya que por naturaleza el átomo busca su neutralidad. Por eso, mientras que un cuerpo que se carga positivamente es porque pierde electrones. Es así como se puede inferir el principio de conservación de la carga, donde se explica que estos fenómenos se deben solamente al traslado de ellas (Gutiérrez, 1992).

Por esta razón la ley fundamental de la electrostática establece que las cargas con el mismo signo ejercen una fuerza de repulsión y que las cargas con signos diferentes experimentan una fuerza de atracción, esto conllevó a que Charles de Coulomb estableciera la relación de estas dos fuerzas, conociéndose comúnmente como la Ley de Coulomb.

5.3.2. Ley de Coulomb. La ley de coulomb expresa una relación cuantitativa entre la fuerza de atracción o repulsión que se ejerce entre dos cuerpos cargados eléctricamente y la magnitud de sus cargas (Barco, Rojas & Restrepo, 2012).

En esta relación, Coulomb logró evidenciar mediante la balanza de torsión que la fuerza con que se atraen o repelan dos cuerpos cargados es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa y directamente proporcional al producto de las cargas, como se muestra en la ecuación 1 (Young & Freedman, 2009). Esta relación es válida cuando las cargas son puntuales o concentradas. En otras palabras, la Ley Coulomb se expresa de la siguiente manera:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (Ec. 1)$$

Donde: \vec{F} representa la fuerza eléctrica que ejerce una carga sobre la otra y su unidades son en Newton (N); k es la constante de proporcionalidad cuyo valor es: $K = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$ o $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$; q representa las cargas eléctricas con unidades de Coulomb (C); y r , la distancia de separación entre las cargas, la cual se mide en metros (m).

Por la cual, la fuerza eléctrica que ejerce una carga sobre la otra depende de la cantidad de carga que posee cada cuerpo y su relación es proporcional, es decir, si q_1 ejerce una fuerza sobre q_2 , entonces q_2 debe ejercer la misma fuerza sobre q_1 . Por otro lado, la fuerza eléctrica disminuye si la distancia aumenta y cuando la distancia disminuye la fuerza aumenta, aproximadamente cuatro veces su valor inicial (Young & Freedman, 2009).

Ohanian & Market (2009), expresan que dicha ecuación (Ec. 1) se puede relacionar con la constante de permitividad, siempre y cuando sea $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, quedando la Ley de Coulomb tal como se registra en la ecuación 2.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (\text{Ec. 2})$$

Siendo: ϵ_0 la constante de permitividad en el vacío, el cual es equivalente a $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$.

Cabe resaltar que, la ley de Coulomb (Ec. 1 y 2.) no sólo se aplica en partículas como electrones y protones, también a todos los cuerpos cargados eléctricamente (como el experimento de los péndulos), y a los cuerpos que tengan mínima distancia, es decir, cuerpos que se les denominan cargas puntuales (Ohanian & Market, 2009).

De acuerdo con el Sistema Internacional (**SI**) se define el culombio como la carga que ha pasado durante un segundo por un conductor por el que circula una corriente eléctrica de un amperio. De acuerdo con la expresión matemática, la Ley de Coulomb es similar a la de la

fuerza gravitatoria ejercida entre dos masas. Sin embargo, los valores de las cargas eléctricas del protón y electrón son mucho mayores que sus masas, por lo que la fuerza electrostática es mayor que la gravitacional (Gutiérrez, 1992).

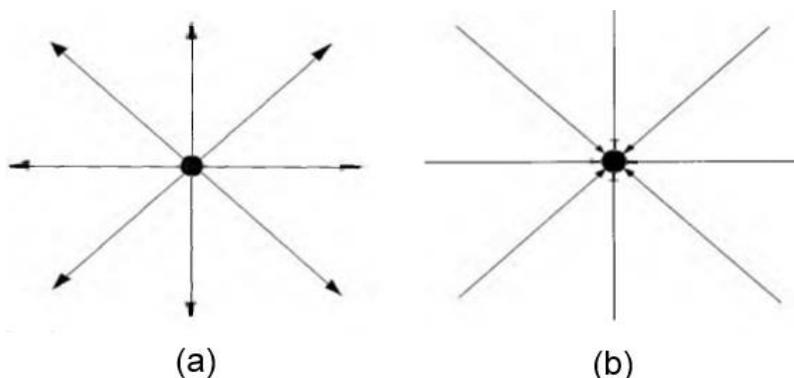
5.3.3. Campo eléctrico. Definir el concepto de campo eléctrico es de gran importancia para explicar los efectos producidos sobre una carga. Por ende, se entiende por campo eléctrico a cierta región del espacio donde se ejercen fuerzas sobre las cargas eléctricas; y se entiende como intensidad del campo eléctrico en cierto punto del espacio como la fuerza ejercida sobre unidad de carga eléctrica en dicho lugar, cuyas unidades en el SI son N/C (Gutiérrez, 1992).

Por otro lado, Ohanian & Markert (2009) mencionan que *<<las cargas ejercen fuerzas entre sí mediante perturbaciones que se genera en el espacio que lo rodea. Conociéndose como campo eléctrico. >>* Por lo tanto, la interacción eléctrica entre las cargas se define como una acción por distancia en la que una carga (q), genera un campo eléctrico que “permea” el espacio que la rodea, y ejerce fuerzas sobre todas las demás cargas con las que interacciona. Esto se evidencia al momento de colocar una o varias cargas de prueba.

Cabe resaltar que el campo eléctrico, al igual que la fuerza, son magnitudes vectoriales que se han de representar con una flecha en la parte superior de la letra que simboliza la variable, tal como se representa en la ecuación 3.

Según Barco, Rojas & Restrepo (2012), la dirección del campo eléctrico depende del signo de la carga (q); es decir, el campo eléctrico se aleja radialmente si (q) es positivo y se acerca radialmente hacia la carga, si (q) es negativa, como se evidencia en la figura 19.

Figura 19. Representación de las líneas de campo eléctrico. (a) cuando las cargas son positivas y (b) cuando las cargas son negativas.



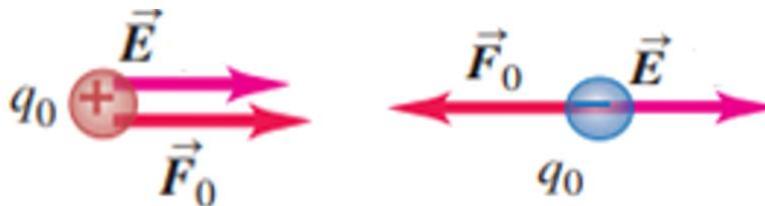
Fuente: Tomado de Barco, Rojas & Restrepo (2012). Principios de electricidad y magnetismo.

En contraste a lo anterior, se entiende el campo eléctrico (\vec{E}) como la razón entre la fuerza (\vec{F}) y la magnitud de la carga (q), expresándose de la siguiente manera:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (\text{Ec. 3})$$

Así mismo, Young & Freedman (2009), mencionan que, si la carga es positiva, la fuerza tendrá la misma dirección que el campo eléctrico (\vec{E}), pero si la carga es negativa, la fuerza (\vec{F}) y el campo eléctrico (\vec{E}) tendrían direcciones contrarias, como se evidencia en la figura 20.

Figura 20. Relación entre fuerza y campo eléctrico sobre carga puntual.



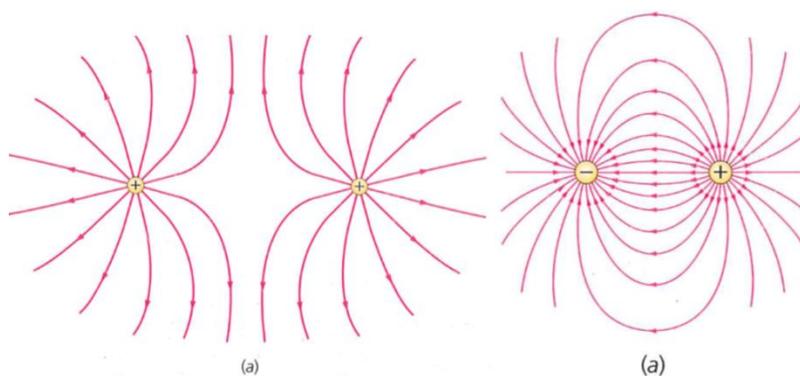
Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con Física Moderna. Volumen 2.

5.3.4. Líneas de campo. De acuerdo con Martin & Serrano (2014), las líneas de campo eléctrico son aquellas líneas imaginarias, que indican cómo se encuentra la dirección del campo de un punto a otro del espacio, es decir, <<indican la trayectoria que seguirá la unidad de cargas positiva si se la abandona libremente>>, aclarando así mismo que las líneas de campo salen de la carga positiva hacia la carga negativa cuando se trata de dipolos eléctricos.

No obstante, Tipler & Mosca (2010) en su libro <<Física para la ciencia y la tecnología>>, mencionan que las líneas de campo ocupan imaginariamente un espacio debido a la intensidad del campo eléctrico, y que a su vez se va debilitando, haciendo que las líneas se separen, debido al alejamiento de la carga. Por consiguiente, entre más próximas se encuentren, mayor será la intensidad del campo eléctrico.

Sin embargo, cuando se trata de cargas de igual signos, las líneas de campo van a hacer radiales en los extremos de cada una de ellas y en el centro se evidencia un mínimo espacio, debido a que las cargas iguales se repelan. Pero, si se tiene dos cargas de signos distintos, las líneas de campo se juntarán saliendo del positivo y entrando al negativo, como se mencionó anteriormente, cargas distintas, los signos se atraerán, tal como se muestra en la figura 21 (Tipler & Mosca, 2010).

Figura 21. Representación de las Líneas de campo eléctrico. (a) cuando se tienen dos cargas del mismo signo positivo y (b) cuando se tienen dos cargas de signos opuestos.



Fuente: Tomado de Tripler & Mosca (2010). Física para la ciencia y Tecnología.

Además, Tripler & Mosca (2010), mencionan que existen 5 reglas para dibujar líneas de fuerza que se describen a continuación:

- Las líneas de campo eléctrico comienzan desde la carga positiva hacia la carga negativa.
- Las líneas de campo eléctrico se deben de dibujar saliendo o entrando en la carga respectiva.
- El número de líneas que salen o entran en una carga es proporcional a la magnitud de la carga.
- Entre mayor sea la densidad de línea en un espacio, mayor será el campo eléctrico en ese punto.
- Nunca se pueden cortar dos líneas de campo eléctrico.

5.3.5. Ley de Gauss para el campo eléctrico. El teorema de Gauss se refiere al flujo eléctrico que hay en superficies que encierran una distribución de cargas en equilibrio. De acuerdo con Gutiérrez (1992), el teorema de Gauss es <<la suma de productos de la componente normal del campo eléctrico (\mathbf{E}_n) que atraviesa una superficie ($d\mathbf{A}$) por el valor de ésta es igual a la suma neta de las cargas encerradas (q) en el interior de la superficie dividida por la constante de permitividad. >> En otras palabras, la ley de Gauss se expresa como se muestra en la ecuación 4.

$$\Phi_E = \oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{\sum q}{\epsilon_0} \quad (\text{ec. 4})$$

Si nos imaginamos una superficie plana, la ecuación anterior se puede expresar de una forma más sencilla por la ecuación 5, la cual enuncia que el flujo del campo eléctrico es proporcional al producto del campo eléctrico (E) que pasa perpendicularmente por una superficie plana (A).

$$\Phi_E = E_{\perp} A \quad (\text{ec. 5})$$

No obstante, como se ha dicho, estas magnitudes son vectoriales, por lo que el flujo eléctrico también se puede representar como un producto escalar de \vec{E} y \vec{A} , tal como se muestra en la ecuación 6.

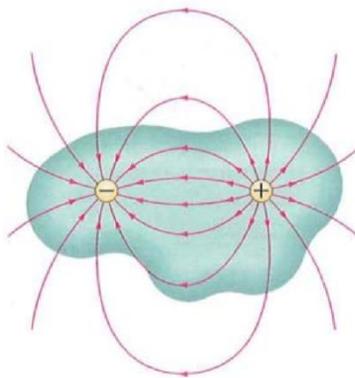
$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} \quad (\text{ec. 6})$$

Cabe resaltar, que las unidades del flujo eléctrico con base al **SI** son: el Newton por metro al cuadrado sobre coulomb ($N \frac{m^2}{C}$).

Por otra parte, Tripler & Mosca (2010), explican mediante la figura 22 un dipolo eléctrico encerrado en una superficie aleatoria que encierra las dos cargas, en la cual se evidencia que las líneas de campo que salen de la carga positiva, cruzan la superficie y son equivalentes a las mismas líneas que entran, por lo tanto, el flujo eléctrico en este caso es cero a pesar de que hay cargas encerradas, en otra palabras, la sumatoria neta de las líneas ha de ser cero, para eso se ha de representar a las líneas que cruzan a la superficie gaussiana desde el interior como +1 y a las que cruzan desde el exterior como -1.

Por eso, esta ley depende en donde se dibuje la región imaginaria, llamada región Gaussiana.

Figura 22. Representación de las líneas de campo eléctrico con base a la superficie gaussiana.



Fuente: Tomado de Tripler & Mosca (2010). Física para la ciencia y Tecnología.

5.3.6. Líneas equipotenciales. Para comprender las líneas equipotenciales se debe primeramente hablar de la energía potencial eléctrica. Hay que recordar que ésta es la parte de la energía que posee un cuerpo dentro de un sistema en virtud de su posición dentro del mismo y que ella es igual al trabajo realizado para colocar el cuerpo en esa posición (Gonzáles, 2012).

De manera similar, si una carga eléctrica se coloca en un campo uniforme y paralelo, la energía potencial eléctrica puede definirse como la energía que la carga posee en virtud de su posición del campo eléctrico. También, Gonzáles (2012), relaciona la energía potencial eléctrica como al trabajo que debe hacerse para colocar la carga en la posición final dentro del campo eléctrico.

Como se ha dicho, todo objeto que este cargado eléctricamente produce un campo eléctrico. Dentro de éste se encuentran también los potenciales eléctricos (V), que son los puntos donde se pueden realizar cierta cantidad de trabajo sobre una carga de prueba, resaltando a su vez que es difícil trabajar directamente con cargas eléctricas, por la cual es importante definir una cantidad que sea independiente a la carga que genera el campo, conociéndose como **potencial eléctrico V** , a << la energía potencial eléctrica por unidad de carga que experimenta el campo eléctrico >>, tal como se registra en la ecuación 7 (Gonzáles, 2012).

$$V = \frac{W}{q} \quad (Ec. 7)$$

En el **SI** la unidad de potencial es definida como el *volt* (V) en donde $1 \text{ volt} = 1 \text{ Joule} / \text{Coulomb} = 1 \text{ J} / \text{C} = 1V$.

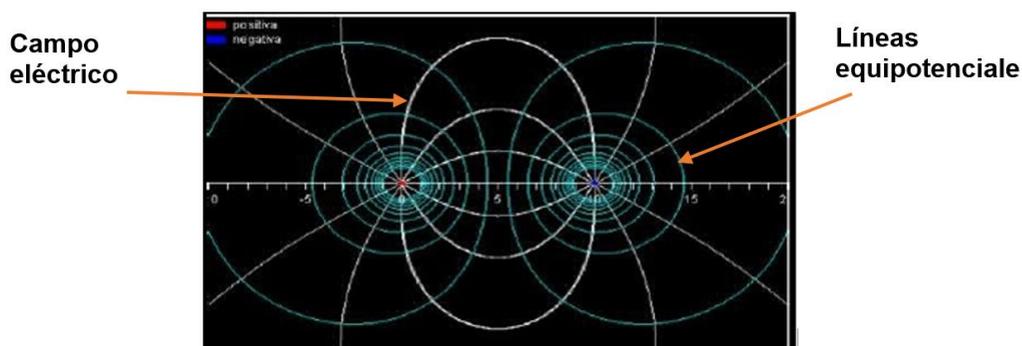
También es importante resaltar que entre más se aleje la carga de la fuente del campo, menor será el potencial eléctrico (Martin & Serrano, 2014), así como lo describe la ecuación 8, del cual es útil su uso cuando no se conoce la carga.

$$V = \frac{q\vec{E}d}{q} = \vec{E}d \quad (Ec. 8)$$

Donde \vec{E} hace referencia al campo eléctrico y (d) a la distancia de separación entre las placas.

Con base a lo anterior, y con respecto a López, Linares, Martín & Salgado (2013), se puede aclarar en sí, que las líneas equipotenciales o superficies equipotenciales, son las encargadas de dibujar el potencial que contenga el mismo valor dentro del campo eléctrico, como se registra en la figura 23. Además, cuanto más agrupadas estén mayor será la intensidad del campo eléctrico en ese punto. También es importante aclarar que estas son tangenciales al campo eléctrico.

Figura 23. Líneas equipotenciales en relación con el campo eléctrico en terminales circulares.



Fuente: López, et. al. (2013). Líneas equipotenciales.

Finalmente, de la ecuación 8 se puede deducir que el campo eléctrico puede estar relacionado con el potencial eléctrico al recorrer una distancia en la dirección del campo eléctrico y alrededor del punto en que se desea hallar, así como se muestra en la ecuación 9 (López, et. al., 2013).

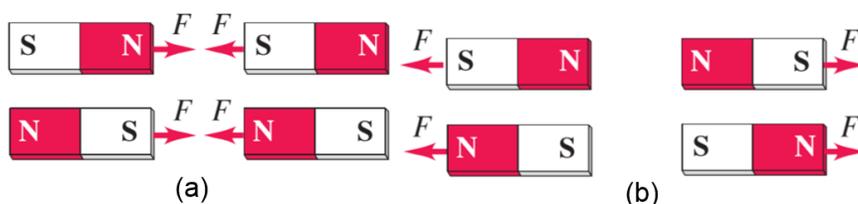
$$\vec{E} = V/d \quad (\text{Ec. 9})$$

Como se puede ver, esta ecuación es muy útil para calcular el campo eléctrico de forma experimental, ya que con un voltímetro y una regla se puede decir cuánto campo eléctrico produce un cuerpo cargado eléctricamente.

5.3.7. Conceptos relacionados con el Magnetismo.

El magnetismo es uno de los fenómenos físicos que más sorprenden, debido a los efectos de atracción y repulsión que producen los imanes, así como se evidencia en la figura 24. Se sabe que un imán tiene dos polos magnéticos que comúnmente se comparan con los dipolos eléctricos, puesto que las personas toman como analogía al polo norte como si fuera la carga positiva y al polo sur como carga negativa, tal analogía puede traer dificultades de aprendizaje, debido a que las cargas eléctricas se encuentran separadas, y comparándolas con los polos magnéticos, estos no se encontrarán de forma separada, puesto que siempre ocurren por pares, es decir, no existen los monopolos magnéticos (Young & Freedman, 2009).

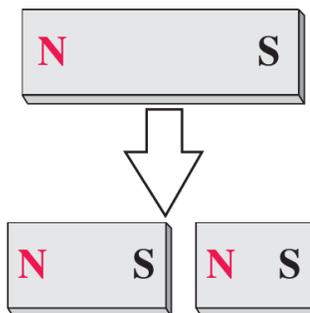
Figura 24. Comportamiento en imanes de barra según sus polos. Donde: (a) polos distintos se atraen y (b) polos iguales se repelan.



Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con física moderna. Volumen 2.

Posteriormente en la figura 25, se toma como ejemplo a un imán en barra, el cual se parte en dos, obteniéndose dos imanes con sus respectivos polos magnéticos (Norte y sur), pero cada uno de éstos últimos disminuyen su intensidad magnética comparado con el imán inicial.

Figura 25. Representación de lo que sucede al momento de dividir un imán de barra.



Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con física moderna. Volumen 2.

Klein (1988), menciona que los fenómenos magnéticos tienen lugar cuando existen cargas en movimientos. Por lo cual, dichos movimientos de cargas permiten que ciertos materiales poseen propiedades magnéticas y que, por ende, un campo magnético es una porción del espacio en el que se ejercen fuerzas sobre otras cargas en movimientos. Dicho campo, al igual que el eléctrico, es vectorial.

5.3.8. Ley de Lorentz. Experimentalmente, se evidencia que cuando una carga (q) tiene una velocidad (\vec{v}) en un campo magnético (\vec{B}), experimenta una fuerza (\vec{F}) que es perpendicular a la velocidad y campo magnético (Tipler & Mosca, 2010). Por esto se utiliza el producto cruz en la ecuación 10. Lo anterior implica que si entre los vectores \vec{v} y \vec{B} se forma un ángulo de 90° , entonces la intensidad de la fuerza será mayor.

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (\text{Ec. 10})$$

Con base a la ecuación 10, se puede deducir el campo magnético es directamente proporcional a la fuerza (\vec{F}) que experimenta la carga en movimiento, e inversamente proporcional al producto de su velocidad (\vec{v}) y a la cantidad de carga (q), tal como se registra en la ecuación 11. Según Tipler & Mosca (2010), de acuerdo con el **SI**, las unidades del campo magnético es el Tesla (T), la cual equivale a $1 T = 1 \frac{N}{C \cdot m/s} = 1 N \frac{A}{m}$.

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}}{q\vec{v}} \quad (\text{Ec. 11})$$

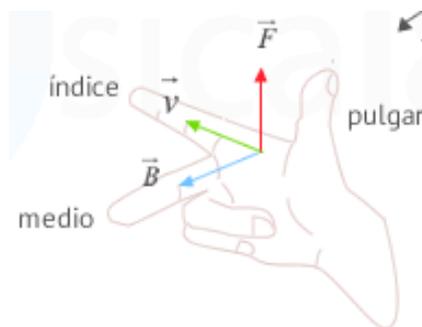
Para entender un poco sobre el sentido de la fuerza ejercida sobre una carga conociéndose la dirección y sentido de la velocidad, junto con el vector de inducción magnética, se puede mencionar la regla de la mano derecha.

5.3.9. Regla de la mano derecha. Permite comprender y calcular la dirección de la fuerza magnética en relación con una partícula cargada en movimiento (ecuación 10), que de acuerdo con Young & Freedman (2009), la regla de la mano derecha enuncia que la dirección de la fuerza magnética sobre una carga positiva que se mueve en un campo magnético se debe:

- Colocar los vectores \vec{v} y \vec{B} unidos en sus orígenes.
- Imaginar que gira \vec{v} hacia \vec{B} en el plano $\vec{v} - \vec{B}$ (en el menor ángulo).
- La fuerza actúa a lo largo de una línea perpendicular al plano $\vec{v} - \vec{B}$. por la cual, se debe de enrollar los dedos de la mano derecha en la misma dirección que se giró \vec{v} . ahora el pulgar apunta en la dirección que apunta la fuerza.
- Así mismo, el dedo pulgar indicará la fuerza \vec{F} ; el índice la \vec{v} y el medio el \vec{B} .

Todo lo expuesto hasta aquí se puede simplificar con la figura 26.

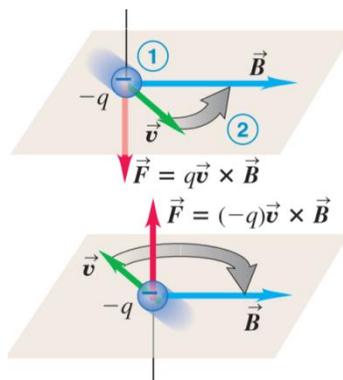
Figura 26. Expresión de la regla de la mano derecha.



Fuente: Tomado de FísicaLab (s.f.). Ley de Lorentz. Disponible en: <https://www.fisicalab.com/apartado/ley-de-lorentz#contenidos>

Pero, cuando q es negativa, la dirección de la fuerza (\vec{F}) es opuesta a la de $\vec{v} \times \vec{B}$, ver figura 27, esto quiere decir que es opuesta a la que da la regla de la mano derecha (Young & Freedman, 2009).

Figura 27. Dirección de la fuerza magnética cuando la carga es negativa.

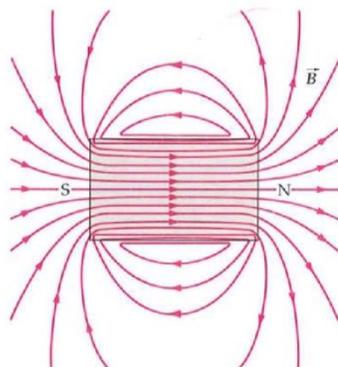


Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con física moderna. Volumen 2.

5.3.10. Líneas de campo magnético. Del mismo modo que el campo eléctrico \vec{E} , el campo magnético se puede representar mediante líneas de campo. En ambos casos, la dirección y el sentido del campo están indicados por las dichas líneas y el módulo del campo por su densidad (Tipler & Mosca, 2010). A su vez, mencionan que existen dos diferencias esenciales entre las líneas de campo eléctrico y las líneas de campo magnético que son:

- a) Las líneas de campo eléctrico poseen la dirección de la fuerza eléctrica actuando sobre una carga positiva, mientras que las líneas de campo magnético son perpendiculares a la fuerza magnética sobre una carga móvil.
- b) Las líneas de campo eléctrico comienzan en las cargas positivas y terminan en las cargas negativas, y las líneas de campo magnético son cerradas, puesto que ni empiezan, ni acaban, sino que entran en el imán por un extremo (polo sur) y salen por el otro (polos norte), tal como se muestra en la figura 28.

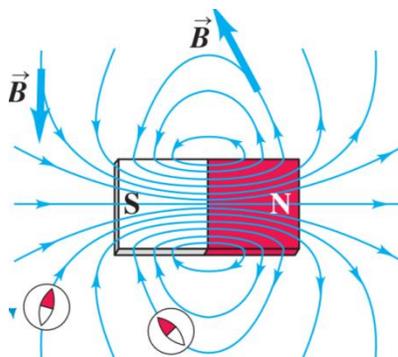
Figura 28. Representación de las líneas de campo eléctrico en un imán de barra.



Fuente: Tomado de Tripler & Mosca (2010). Física para la ciencia y tecnología.

Por otro lado, Young & Freedman (2009), dicen que en cada punto de las líneas de campo magnético es tangente al campo magnético \vec{B} ; también se dice que cuanto más saturadas estén las líneas de campo, más intenso será el campo magnético \vec{B} en ese punto y las líneas de campo apuntan en la misma dirección en que lo haría una brújula, así como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Líneas de campo magnético.



Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con física moderna. Volumen 2.

5.3.11. Ley de Gauss para el magnetismo. Según Gonzales (2012, p.148), el flujo del campo magnético o flujo de líneas de campo magnético Φ_B , se definen como << el producto de la inducción magnética \vec{B} que atraviesa perpendicularmente una superficie por el valor del área de esta>>, además, el vector \vec{A} es el área perpendicular a la superficie y el vector \vec{B} representa el campo magnético que forma un ángulo θ con el vector área. Es importante aclarar que se está hablando de un campo magnético constante. La componente perpendicular del campo magnético \vec{B} respecto a la superficie \vec{A} se puede expresar como:

$$\Phi_B = B_{\perp}A \quad (Ec. 12)$$

De lo anterior, la representación vectorial es el producto escalar de los vectores \vec{B} y \vec{A} , como se observa en la siguiente ecuación:

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} \quad (Ec. 13)$$

En el **SI**, la unidad de flujo magnético es tesla-metro cuadrado (Tm^2) o weber (Wb).

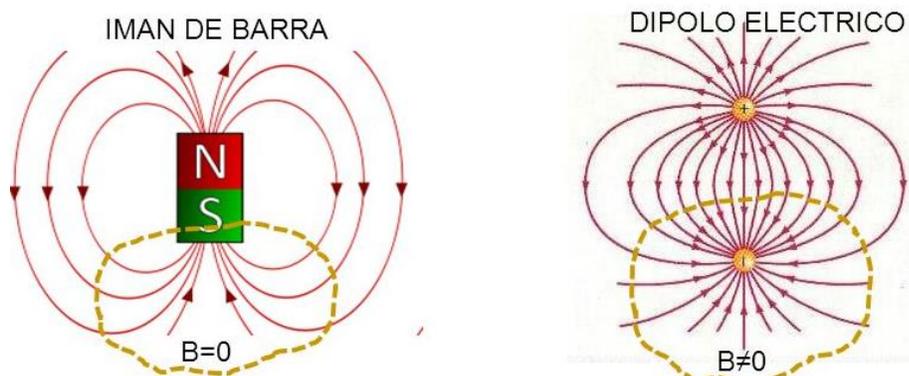
De lo anterior, Gonzales (2012.P, 149), afirma, si \vec{A} y \vec{B} son vectores, entonces:

- <<Si \vec{B} y \vec{A} son paralelos ($\theta = 0; 180^\circ$), el flujo magnético es positivo y tiene un valor máximo $\Phi_B = \vec{B}A \cos 0^\circ = B_{\perp}A$ >>.
- No se presentan líneas de campo si B y A son perpendiculares, y el flujo es cero.

Por otro lado, Gonzales (2012), menciona que las líneas de campo magnético son continuas, por consiguiente, el flujo de estas en una superficie gaussiana debe ser cero. Es importante aclarar que en cualquier lado de la superficie cerrada puede entrar una línea de campo magnético, pero esta deberá salir en algún otro lado de la superficie, ya que no existen monopolos magnéticos; por lo tanto, la ley de Gauss se expresa matemáticamente mediante la siguiente ecuación y representándose en la figura 30.

$$\Phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (Ec. 14)$$

Figura 30. Relación de la Ley de Gauss para el magnetismo y para el eléctrico.



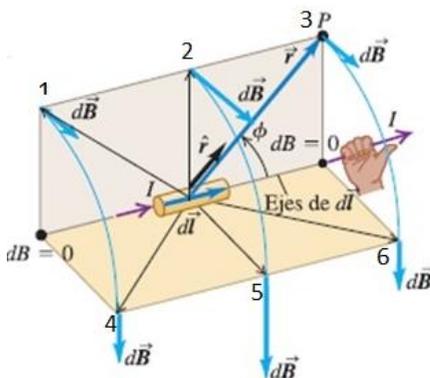
Fuente: Ley de Gauss para el magnetismo. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/158387/>

5.3.12. Ley de Biot – Savart. Como se mencionó en el referente histórico-epistemológico, a los científicos les dificultó comprender la relación entre la electricidad y el magnetismo. Sin embargo, cuando se confirmó experimentalmente dicha relación, se consiguió cuantificar este fenómeno. Según Gonzales (2012), los físicos Jean-Baptiste Biot y Felix Savart, fueron los que establecieron de forma cuantitativa el valor del campo magnético creado por la corriente eléctrica que pasa por un alambre recto. Lo anterior, hace referencia al valor de un elemento de campo magnético ($d\vec{B}$), producido por un alambre de cobre con longitud ($d\vec{l}$) transportando una corriente eléctrica (I), establecida en la siguiente ecuación:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde \hat{r} ($\frac{\vec{r}}{r}$) es un vector unitario que apunta desde el segmento $d\vec{l}$ a cualquier punto del campo $d\vec{B}$ (Ver figura 31); y μ_0 es la permeabilidad vacía y su valor es $4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$.

Figura 31. Regla de la Mano derecha.



Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con física moderna. Volumen 2.

Como se puede apreciar en la imagen anterior, la regla de la mano derecha es útil para reconocer la dirección del campo magnético a partir del sentido de la corriente eléctrica. resaltando que en los puntos del 1 al 3, \vec{r} y $d\vec{l}$ están localizados en el plano beige y $d\vec{B}$ es perpendicular a este; en los puntos del 4 al 6, \vec{r} y $d\vec{l}$ están localizados en el plano dorado y $d\vec{B}$ es perpendicular a este plano. Por otro lado, Gonzales (2012), añade que para calcular el campo magnético total (\vec{B}) que genera un alambre de cobre, se deben sumar todos los elementos de campo magnético debido a la superposición de dichos campos, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\vec{B} = \sum d\vec{B} \quad (\text{Ec. 16})$$

Lo anterior implica que para encontrar el campo magnético total (\vec{B}), debido a la corriente de un circuito completo en cualquier punto del espacio, se debe integrar la ecuación 13 con respecto a todos los segmentos $d\vec{l}$ que conduzcan corriente, así como se muestra en la ecuación 15. Esta ecuación es útil para saber la cantidad de campo magnético emanado en un pequeño electroimán.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{Id\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad (Ec. 17)$$

Sin embargo, hay otra forma para calcular el campo magnético generado por una corriente eléctrica en un conductor, y no es mediante la ley de Gauss para el magnetismo, ya que el flujo de \vec{B} es siempre cero, tenga o no una corriente dentro de la superficie, sino mediante la ley de Ampère. Pero dicha ley no se expresa en términos del flujo magnético Φ_B , sino dentro de la integral de línea de \vec{B} alrededor de una superficie cerrada (Young y Freedman, 2009, p.970), tal como se muestra en la ecuación 18.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{J} \quad (Ec. 18)$$

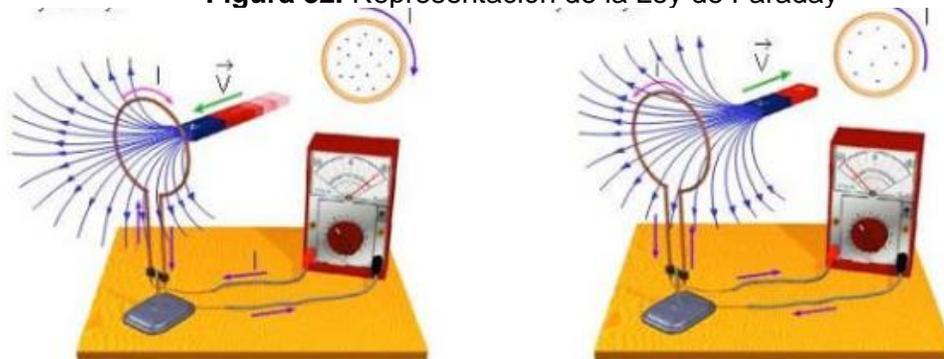
A pesar de la importancia de ley Ampère, no se aborda aquí porque la ley de Biot y Savart es suficiente para explicar uno de los experimentos que se usaron en el aula para mostrar la relación entre electricidad y magnetismo.

5.3.13. Ley de Faraday. La relación entre electricidad y magnetismo no sólo se debe cuando una corriente pasa por un alambre generando un campo magnético, sino que el flujo del campo magnético también puede generar una corriente eléctrica. Como lo menciona Gonzales (2012. P, 152), la fuerza electromotriz (fem) inducida en una espira cerrada, depende de que tan rápido es el cambio del flujo magnético en el tiempo ($d\Phi_B/dt$), a lo que se denomina la ley de Faraday de la inducción, tal como se observa en la siguiente ecuación:

$$\varepsilon = -N (d\Phi_B/dt) \quad (Ec. 19)$$

Donde Φ_B , <<muestra el cambio de flujo magnético que pasa por una espira en el intervalo de tiempo dt >>. El signo negativo se debe a la dirección de la fem inducida explicada por la ley de lenz.

Figura 32. Representación de la Ley de Faraday



Fuente: Tomado de Young & Freedman (2009). Física Universitaria con física moderna. Volumen 2.

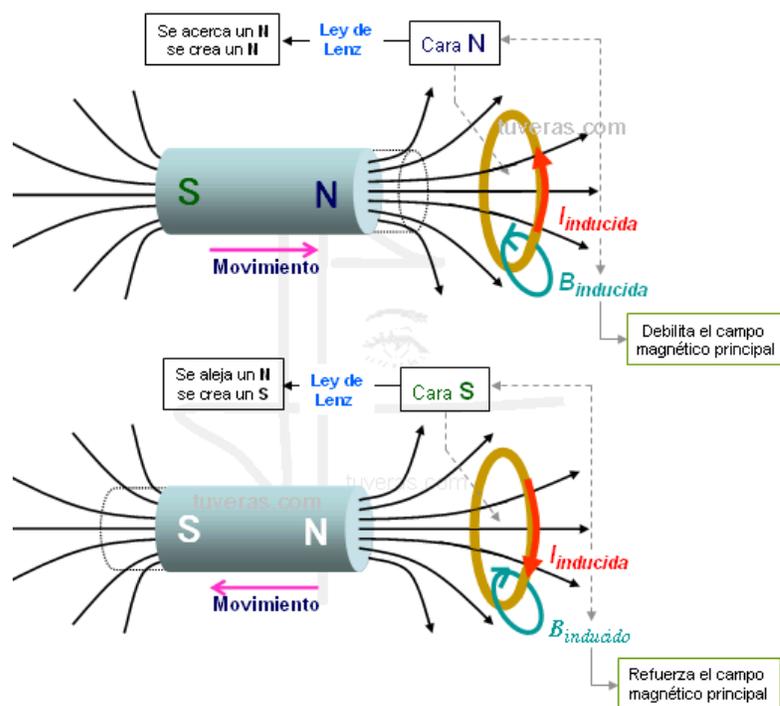
5.3.14. Ley de Lenz. Esta ley es un método empleado para establecer la dirección de una corriente o una fuerza electromotriz (fem) inducida. Lenz se basó con los descubrimientos de Faraday y Henry. Esta ley afirma lo siguiente: << La dirección de cualquier efecto de la inducción magnética es la que se opone a la causa del efecto >> (Young & Freedman, 2009).

Esta causa puede ser por tres razones:

- a) El flujo es cambiante en un circuito debido a un campo magnético variable
- b) El flujo es cambiante por el movimiento de los conductores
- c) Cualquiera de las combinaciones antes mencionadas

Cuando la corriente inducida forma un campo magnético por sí mismo, es porque el flujo en un circuito fijo está cambiando. <<La corriente inducida se opone al cambio en el flujo a través del circuito >>.

Figura 33. Representación de la Ley de Lenz.



Fuente: Chacón (2012). Física, Electricidad y magnetismo. disponible en: <http://berenice-aguilar.blogspot.com.co/2012/06/ley-de-lenz.html>

Además, así como lo menciona Young & Freedman (2009.), si el flujo presenta un cambio, esto es debido a que los conductores presentan un movimiento, <<la dirección de la corriente inducida en el conductor en movimiento es tal que la dirección de la fuerza magnética sobre el conductor es opuesta a la dirección de su movimiento>>.

6. Metodología

6.1. Diseño de la Metodología

Para el desarrollo del trabajo de grado se incorpora el modelo descriptivo, desde un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). En primer lugar, dicho modelo, desde un enfoque cualitativo, busca describir, comprender las nociones, opiniones y experiencias que han tenido los estudiantes del grado 1001 acerca de fenómenos eléctricos y magnéticos, como el aprendizaje adquirido de estos conceptos que se evidencia en sus explicaciones, es decir, la forma como los estudiantes perciben subjetivamente su realidad. En segundo lugar, este modelo también busca contrastar el conocimiento adquirido, desde una perspectiva cuantitativa, ya que se compara estadísticamente los resultados del pre-test con el post-test. (Hernández, Fernández. & Baptista, 2010).

Además, en este trabajo se utilizó un diseño cuasi-experimental, que, según Hernández, Fernández. & Baptista, (2010), *“se basa fundamentalmente en la observación de los fenómenos tal y como se dan en su contexto casi natural para después analizarlos, ya que se controlan algunas variables”*. Para nuestro caso específico, las variables son el aprendizaje adquirido en función de la aplicación de las guías experimentales; además el trabajo tiene un diseño longitudinal, para obtener datos en diferentes puntos del tiempo, (al inicio y al final de la aplicación de la estrategia didáctica), para realizar inferencias acerca del aprendizaje adquirido.

6.2. Contexto del Estudio

Para el desarrollo del trabajo se compiló información de 26 estudiantes del grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, en la que 13 son hombres y 13 son mujeres, y que comprenden la edad entre 14 a 18 años, los cuales fueron participe en las determinadas actividades diseñadas en la investigación, para el mejoramiento del aprendizaje del concepto intuitivo del campo eléctrico y campo magnético.

6.3. Instrumentos de recolección de datos

La recolección de la información se realizará en tres instrumentos: Un cuestionario de entrada (pre-test), un cuestionario de salida (post-test) y guías de laboratorio con base al aprendizaje activo, en especial con la secuencia de la Predicción – Observación – Explicación (POE). Posteriormente, este proceso se dividió en tres momentos y que luego se subdividieron en seis fases para facilitar el trabajo de grado como se muestra a continuación.

6.3.1. Primer momento

6.3.1.1. Fase introductoria. Realización del cuestionario. Esta fase consistió en la realización del pre-test y post-test. Dicho cuestionario contiene trece preguntas cerradas relacionadas sobre el concepto de campo eléctrico y campo magnético, el cual fue validado por cinco expertos externos a partir de cinco criterios de calificación que son: extensión adecuada, el enunciado es correcto y comprensible, buena ortografía y uso del lenguaje, mide lo que pretende y por último induce a la respuesta (Cohen & Swerdlik, 2001). De la cual se analizó mediante el coeficiente V de Aiken, donde expresa que el instrumento es válido si el coeficiente es mayor de 0,7 (Merino y Livia, 2009).

También se midió el grado de confiabilidad interna del cuestionario mediante el cálculo de KR-20 de Kuder – Richardson, en donde se calcula el grado de fiabilidad con resultados obtenidos, al aplicarle el test a un grupo de características similares al del trabajo de grado, es decir, se tomó el grado 1002 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, para la confiabilidad del test, en la que se contaba con 20 estudiantes. Cabe resaltar que se tomó este método debido a que la confiabilidad del trabajo es dicotómica, tal cual como se emplea en el KR-20 de Kuder – Richardson.

6.3.1.2. Fase diagnóstica. Consistió en aplicar el pre-test y su respectivo análisis, en donde se evidencia las nociones, formación previa y continua frente a fenómenos eléctricos y magnéticos, mediante los conocimientos adquiridos en el aula y en su entorno social.

6.3.1.3. Fase diseño. Actividades Experimentales. En esta fase se diseñaron las guías experimentales (Ver Anexo C), cuya estructura consiste en cinco momentos que son:

6.3.1.3.1. Planteamiento del problema. En esta parte, se explica detalladamente el procedimiento correspondiente a la experiencia que se ha de realizar, junto a su pregunta problema, además se mencionan los materiales necesarios, para que los estudiantes comprendan sin ninguna dificultad la experiencia.

- **Rol del docente:** orienta de forma concisa las instrucciones de cada una de las actividades experimentales, igualmente estipula el tiempo para cada una de las fases, para que los estudiantes finalicen eficazmente en el tiempo establecido.
- **Rol del estudiante:** Aclara las inquietudes emergidas para cada una de las actividades experimentales, para que se hagan consciente de su propia labor.

6.3.1.3.2. Predicciones individuales. Se pretende que los estudiantes de manera individual puedan reflexionar las preguntas correspondientes a la actividad propuesta, realizando predicciones de acuerdo con sus experiencias vividas en un tiempo de cinco minutos.

- **Rol del docente:** Potenciar la reflexión de los estudiantes a partir de preguntas problematizadoras, relacionadas a la temática de cada una de las actividades experimentales.
- **Rol del estudiante:** Reflexionar sobre las preguntas problematizadoras enunciadas por el docente, con base a sus conocimientos previos.

6.3.1.3.3. *Predicciones grupales.* De manera grupal, los estudiantes socializarán sus predicciones individuales para llegar a sí mismo a un acuerdo, aclarando que los grupos están establecidos por tres integrantes y que contarán con cinco minutos para que discutan.

Finalmente, cada grupo socializará las predicciones a las cuales llegaron.

- **Rol del docente:** potencializar el trabajo en equipo con el fin de fomentar el razonamiento, la comparación y aumentando los lazos entre los integrantes de cada grupo. Para esto, pasa a un representante de cada grupo para que escriba la predicción en el tablero y la pueda sustentar.
- **Rol del estudiante:** valora las opiniones de sus compañeros atenuando un ambiente agradable, y así mismo llegar a un consenso del conocimiento generado frente al fenómeno tratado. Un representante expone y sustenta ese consenso.

6.3.1.3.4. *Realización de la práctica.* Cuando los estudiantes hayan socializado las predicciones de manera grupal, se da el espacio para que los grupos puedan llevar a cabo la experiencia contrastando sus predicciones, y a su vez, puedan resolver las preguntas guías que se encuentran en el ítem resultados y discusión.

- **Rol del docente:** propiciar las herramientas adecuadas de acuerdo con cada una de las actividades experimentales (es quien realiza los montajes de los experimentos) y orienta a los estudiantes para la realización de la práctica.
- **Rol del estudiante:** Contrastar sus hipótesis con el fin de mejorar sus conocimientos previos y así mismo aprender los temas tratados en cada una de las actividades experimentales.

6.3.1.3.5. Resultados y discusión. En esta parte se encontrarán preguntas que contribuyen a los estudiantes a fortalecer sus conocimientos y así mismo conllevar la discusión para llegar al objetivo de la experiencia.

- **Rol del docente:** Mediador del conocimiento para que el estudiante sea más crítico, reflexivo y constructor de su propio conocimiento (propicia el dialogo para que los estudiantes construyan los conceptos, el conocimiento).
- **Rol del estudiante:** construye su propio conocimiento de acuerdo con todas las herramientas dadas por el docente en cada una de las actividades experimentales.

6.3.2. Segundo Momento.

6.3.2.1. Fase de aplicación. Esta fase consistió en aplicar las actividades experimentales diseñadas, en el laboratorio de física de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva, de manera que los estudiantes puedan fortalecer sus conocimientos frente al tema llevado a cabo; además se le solicitó a cada uno el registro de todo lo que piensan y dicen en cada actividad, con el fin de identificar aprendizaje y debilidades del concepto trabajado.

6.3.2.2. Fase de evaluación. Durante esta fase se aplicó nuevamente el cuestionario (post-test) con el fin de indagar cómo los experimentos demostrativos influyen en el aprendizaje cualitativo del concepto de campo eléctrico y campo magnético de una manera activa en los estudiantes del grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva.

Es así como se comparó los resultados del pre-test con los del post-test a partir del análisis de un Box-Plot. Además, se determinó la diferencia significativa de la media de cada muestra relacionada con la prueba T-Student, de tal forma que se logró validar la estrategia didáctica.

6.3.3. Tercer Momento

6.3.3.1. Fase de publicación y socialización. Esta fase corresponde a la etapa final del trabajo, en la que consiste en socializar los resultados obtenidos en la investigación y así mismo divulgar las guías de laboratorio anexadas en el presente escrito, con el fin de difundir a las demás Instituciones la importancia que tienen los experimentos en el aprendizaje de los estudiantes. Finalmente, se socializará en eventos pedagógicos sobre la enseñanza de la física.

7. Resultados y Análisis

7.1. Validación del Test

Para la validación del instrumento, se seleccionó a cinco expertos que emitieron sus juicios para mejorar el diseño del cuestionario, tal como lo recomienda Bass, et. al. (1983). Por otro lado, la selección de los expertos se tuvo en cuenta el interés y el tema de estudio de cada uno, para que su participación fuese significativa. En consecuencia, se seleccionó a cinco expertos que enseñan la asignatura de física, y en especial que tuvieran conocimiento sobre el tema de campo eléctrico y campo magnético.

Por otro lado, el cuestionario agrupa los ítems en torno a dos temas esenciales que son campo eléctrico, campo magnético y su relación entre ellos. Está estructurado con 13 ítems, donde el primer ítem es una pregunta abierta relacionada sobre conceptos fundamentales para establecer un diagnóstico del grupo; los otros 12 ítems son preguntas cerradas para comparar los resultados antes (pre-test) y después (post-test) de aplicar las actividades planeadas.

En cuanto a la validación del cuestionario se tuvo en cuenta cinco criterios a evaluar que son: la extensión adecuada, el enunciado es correcto y comprensible, buena ortografía y uso del lenguaje adecuado, mide lo que pretende e induce a la respuesta (Ver Anexo B). Para eso, el experto tuvo en cuenta una escala likert, en donde 1 está totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo por cada criterio en cada pregunta. Por consiguiente, se obtuvieron variedad de valoraciones en cada una de las preguntas, y que, por ende, se analizó de acuerdo con el coeficiente de validez de Aiken, debido a que permite obtener valores factibles de ser contrastado estadísticamente según el tamaño de la muestra de jueces seleccionada (Escrura, 1988).

El método de V de Aiken, tiene como objetivo garantizar la validez, que se entiende como el grado en que un test mide lo que se propone medir (Anastasi, 1968). En 1954 la Asociación Psicológica Americana uniformizó la terminología y formuló reglas básicas para la

estandarización de los test y asumió como vigentes los siguientes tipos de validez: de contenido, de construcción, y la de criterio, en la que se utilizó el criterio de contenido y de construcción.

Con respecto a lo anterior, cabe señalar que se tuvo en cuenta el << **coeficiente** >> de validez de Aiken para la validación del instrumento, que consiste en computar como la razón de un dato obtenido sobre la suma máxima de la diferencia de los valores posibles. Puede ser calculado sobre las valoraciones de un juez respecto a un grupo de ítem. Así mismo, las valoraciones pueden ser politómicas (valores de 0 a 5), (Escrura, 1988), tal como es este caso. Haciéndose uso de la ecuación 20 se obtuvo dichos coeficientes que son expresados en el cuadro 1:

$$V = \frac{S}{(n(c - 1))} \quad (\text{Ec. 20})$$

Donde:

S = la sumatoria de S_i ; S_i = Valor asignado por el Juez; n = número de jueces

c = número de valores de la escala de valoración.

De acuerdo con Herrera (1998) «*el rango de validez para que el instrumento sea admitido debe de ser mayor o igual de 0,7, menores de ese valor la validez es baja hasta llegar a nula*».

Cuadro 1. Coeficiente de *V* de *Aiken* para cada uno de los ítems.

Item	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	<i>V</i> de <i>Aiken</i>
1	0,85	1	0,55	1	0,8	0,84
2	1	1	0,55	0,7	0,75	0,80
3	1	1	0,6	0,7	0,95	0,85
4	1	1	0,35	0,85	0,5	0,74
5	1	1	0,15	0,45	0,55	0,63
6	0,85	1	0,15	0,75	0,8	0,71
7	1	1	0,15	0,75	0,55	0,69
8	0,85	1	0,15	0,75	0,7	0,69
9	1	1	0,6	0,45	0,65	0,74
10	1	1	0,6	0,75	0,8	0,83
11	0,85	1	0,6	0,65	0,65	0,75
12	1	1	0,6	0,75	0,65	0,80
13	1	1	0,15	0,65	0,6	0,68

Como se puede apreciar, sólo el ítem 5, presenta un coeficiente bajo, pero no lo suficiente para omitirlo, así que se propuso a realizar las correcciones pertinentes. Sin embargo y teniendo en cuenta cada uno de los 5 criterios que los jueces valoraron, se obtuvo el mismo coeficiente para determinar cuál otro ítem debe ser mejorado.

7.1.1. Extensión adecuada:

Cuadro 2. Validación de las preguntas de acuerdo con la extensión.

Extensión Adecuada												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,9	0,95	0,95	0,8	0,7	0,75	0,7	0,75	0,9	0,75	0,9	0,85	0,7

Con respecto a este criterio, se dice que las preguntas oscilan entre 0,7 a 0,95, rango de la cual se correlaciona con excelente confiabilidad. Por ende, no existe ningún problema con la extensión en cada una de las preguntas.

7.1.2. El enunciado es correcto y comprensible

Cuadro 3. Validación de las preguntas de acuerdo con el enunciado es correcto y comprensible.

El enunciado es correcto y comprensible												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,75	0,7	0,85	0,7	0,55	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,55

Para este caso, se corrigieron cinco preguntas, debido a que están en una confiabilidad baja, por lo tanto, se tuvo en cuenta las siguientes correcciones:

- En la pregunta 1, se cambió totalmente, puesto que los expertos concordaron que era mejor que ellos definieran términos como cargas, campo eléctrico, campo magnético, potencial eléctrico, propiedades magnéticas, voltaje entre otras.
- En la pregunta 5, se corrigió el uso de las palabras en plural, y un término en la opción de respuesta (C), que era "...no afecta la experimentación.", por el uso de la visualización del campo eléctrico.
- En la pregunta 6, se tuvo en cuenta la sugerencia de un experto, que nos dijo, que no utilizáramos solución salina, ya que esta es más conductora que el agua de grifo y que se cambiara la palabra batería por fuente.
- En la pregunta 8, el experto 5 tuvo confusión al momento de interpretar la parte donde dice "... (María, Pedro, Pablo y Julián) ..." mencionaba si hace referencia a los nombres de los 4 grupos, por lo cual, en ese mismo enunciado se menciona que son los líderes de los cuatro grupos.
- En la pregunta 11, se sugiere que no se les dé enunciado sobre la definición de un espiral y que se tenga en cuenta que las opciones de respuestas deben de ir en tercera persona para este caso.

- En la pregunta 13, se tuvo en cuenta que se debe de escribir en tercera persona para que sea más entendible.

7.1.3. Buena ortografía y uso del lenguaje

Cuadro 4. Validación de las preguntas de acuerdo con la ortografía y lenguaje.

Buena Ortografía y uso del lenguaje adecuado												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,95	0,8	0,8	0,7	0,65	0,9	0,75	0,8	0,7	0,85	0,75	0,85	0,75

7.1.4. Mide lo que pretende

Cuadro 5. Validación de las preguntas de acuerdo con la relación de lo que se evalúa.

Mide lo que pretende												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,9	0,85	0,85	0,75	0,65	0,7	0,7	0,7	0,75	0,85	0,8	0,8	0,75

7.1.5. Induce a la respuesta

Cuadro 6. Validación de las preguntas de acuerdo con las respuestas.

Induce a la Respuesta												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,7	0,75	0,8	0,75	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,65

Con respecto a los tres últimos criterios de evaluación se pudo evidenciar que son confiables para la aplicación del instrumento y no es necesario realizar correcciones. Con respecto al análisis anterior, se concluye que el cuestionario es válido para ser ejecutado siempre y cuando se realice los cambios propuestos por los jurados.

De esta forma se estable el test con las correcciones pertinentes y validado por 5 jueces, el cual se puede apreciar en el **anexo A**.

7.2. Confiabilidad del Test

Para la confiabilidad del instrumento (test), fue necesario aplicar el cuestionario sobre otro grupo de características similares al del objeto de estudio. Como lo menciona Corral (2009) en su ensayo <<validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos>>, la prueba piloto se debe aplicar a un grupo de estudiantes distintos a los que se han de estudiar; esta población debe contar con características similares al grupo de estudio y para ello se debe tener en cuenta una muestra de 14 a 30 estudiantes para que la confiabilidad sea eficiente.

Así mismo, Fernández, Hernández y Baptista (2010), afirma que para calcular la confiabilidad en un instrumento de medición es necesario emplear fórmulas para obtener el coeficiente de fiabilidad. Estos métodos emplean solo dos opciones de respuesta que oscilan entre cero y uno, donde el coeficiente cero quiere decir que la confiabilidad es nula y uno hace referencia a un máximo de confiabilidad.

Cabe resaltar que el cuestionario que se aplicó consta de 13 ítems, la primera pregunta no se tuvo en cuenta puesto que es de tipo abierta, el resto son de selección múltiple con única respuesta. También se debe tener en cuenta que los ítems fueron calificados con uno (1) si estaba correcto y cero (0) si se encontraban incorrectas, tal como se puede apreciar en el **Anexo E**. Además, el presente cuestionario cuenta con una confiabilidad, porque correlaciona a través de proporciones de acierto y desaciertos y varianza total de aciertos, y así mismo comparar el puntaje obtenido con la de la Validación de Aiken, llegando posteriormente a un acuerdo de que tan viable es el cuestionario para su aplicación en el trabajo de grado.

Por otro lado, el método empleado para calcular la confiabilidad en esta investigación fue de KR_{20} (Kuder-Richarson 20), donde el coeficiente mínimo para medir la fiabilidad es de 0.70. Esta técnica es utilizada para instrumentos con respuestas dicotómicas, teniendo como

objetivo garantizar la confiabilidad de una medición en un cuestionario, una vez determinado y aplicado (Colmenares, 2010).

Por ende, se analizó el coeficiente de confiabilidad haciendo uso de la siguiente fórmula de KR_{20} :

$$KR_{20} = \frac{K}{K-1} \times \frac{Vt - \sum pq}{Vt} \quad (Ec. 21)$$

En donde KR_{20} representa el coeficiente de confiabilidad, K hace referencia al número de ítems que contiene el instrumento, Vt es la varianza total de la prueba por último la $\sum pq$ es la sumatoria de la varianza individual de los ítems. (Ruiz, 2015).

Para identificar este coeficiente general se tuvo en cuenta, el número de ítems K que fue de 12 preguntas, la sumatoria de la varianza individual ($\sum pq$) fue de 2.42 y varianza total de la prueba (Vt) que fue 10.87. Utilizando la ecuación 19 se obtuvo un valor de 0.84, el cual indica que la confiabilidad del test aplicado es muy alta por lo cual es apto para aplicarlo al grupo de investigación.

7.3. Análisis general de los resultados del pre -test

Para iniciar el trabajo de campo, se ejecutó la actividad diagnóstica con el fin de conocer las ideas previas de los estudiantes acerca de los conceptos relacionados con el campo eléctrico y magnético. Es así que se evidenció a nivel general que los estudiantes utilizan palabras claves tales como “fuerza”, “líneas”, “espacio” para referirse al campo eléctrico, pero esto, no nos permite asegurar que realmente comprenden el concepto con relación al fenómeno en cuestión; también conocen “instrumentos” que miden el voltaje, pero no especifican su funcionamiento; no definen con certeza los términos de campo eléctrico, campo magnético, carga eléctrica, voltaje, potencial eléctrico y fuerza eléctrica. A continuación, se muestra alguna de esas ideas de forma específica:

➤ **Campo eléctrico:**

La mayoría de los estudiantes respondieron que el campo eléctrico es un espacio donde se desplazan las líneas de fuerza, siendo esta una dificultad que presentan ellos, pues confunden la intensidad de campo con la fuerza eléctrica. Por otro lado, solo 2 de los 26, consideran que el campo eléctrico es un espacio de interacción de electrones y protones; esta idea ingenua coincide con la investigación realizada por Furio & Guisasola (2001), quienes mencionan que los estudiantes presentan dificultad con el concepto de campo eléctrico, pues lo confunden con la interacción eléctrica, afirmando que *<<la interacción eléctrica es una interacción entre cargas, siendo el campo eléctrico el vehículo de dicha interacción>>*. Por otro lado, Reyes (2014), menciona que para que exista una enseñanza en el concepto de campo eléctrico es necesario que los educandos comprendan el concepto de fuerza como interacción entre cuerpos, también, deben tener en cuenta la representación vectorial y la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo.

➤ **Campo magnético**

Al analizar las respuestas sobre el concepto de campo magnético, se logró evidenciar que ellos no hablan específicamente de lo que es el concepto como tal, pero tratan de acercarse a él, posiblemente por simple intuición o porque han experimentado con imanes en algún momento de sus vidas. Entre estas repuestas tenemos *<<El campo magnético es el espacio que extrae metales>>*, otros contestaron que *<< el campo magnético es generado por los imanes>>*, posteriormente el resto solo indicaron que *<<el campo magnético es un cuerpo con fuerzas de atracción>>*. Lo anterior indica que algunos estudiantes saben que el magnetismo hace que los materiales que son magnéticos sean atraídos por un imán. Esta dificultad no solo se registra a nivel de bachillerato, sino también a nivel universitario, tal como lo mencionan Guisasola, Salinas, Almudi & Velasco (2003) en su investigación denominada *<<Análisis de los procesos de aplicación de las Leyes de Gauss y Ampère por estudiantes*

universitarios de España y Argentina>>, quienes encontraron que los estudiantes presentan confusiones en el campo magnético, puesto que ellos dan una explicación de la atracción entre el hierro con el imán, atribuyéndole a la distribución de cargas, es decir, piensan que existe una transferencia de carga del hierro al imán para que los dos cuerpos estén cargados.

➤ **Carga**

Solo uno de los estudiantes afirmó que la carga *<<Es la cantidad de protones>>*. Es evidente que él maneja una idea errónea, al asociar la carga eléctrica con el número atómico de un elemento. Por otro lado, solo siete estudiantes, contestaron que la carga *<<son partículas positivas (protones), negativas (electrones) y neutras (neutrones), que se encuentran dentro del átomo>>*, aunque no definen el concepto, al menos tienen una noción previa. Estas ideas ingenuas coinciden con la investigación realizada por Nava, Arrieta & Flores (2008) en su artículo *<<Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios>>*, quienes mencionan que los estudiantes relacionan la carga eléctrica con la naturaleza a la cual proviene, debido a que en sus intuiciones indican algún elemento relacionado con las cargas negativas y positivas en términos de los elementos que conforman la materia.

➤ **Fuerza eléctrica**

En el momento de analizar las intuiciones de los estudiantes solo 4 de los 26, contestaron que la fuerza eléctrica. *<<Es aquella que ejerce fuerza entre dos cuerpos cargados que presentan atracción o repulsión>>*, el estudiante no define el concepto como tal pero se aproxima a ello. Según como lo plantean Melo, Buitrago, Cañada & Mellado (s.f), los estudiantes le asignan a la fuerza eléctrica una doble identidad, por la atracción y repulsión de los cuerpos cargados y como consecuencia de un campo eléctrico.

➤ **Voltaje**

Al analizar las ideas previas de los estudiantes la mayoría de ellos no respondieron a la pregunta, solo un 1 estudiante de 26 afirma que *<<El voltaje es la medida constituida por la fuerza eléctrica>>*, mientras para otros *<<es la cantidad de moléculas eléctricas que tiene un*

objeto>>. Sin embargo, existen otros 2 estudiantes con diferentes concepciones a las anteriores, según ellos <<*es un equipo de medición como lo es el voltímetro*>>. Por la cual, a nivel de bachillerato se deduce que la respuesta dada es incorrecta porque según González (2012) el voltaje es una expresión de la cantidad de trabajo que puede llegar a realizar una carga a lo largo del circuito que a su vez hace referencia a <<*la energía potencial eléctrica es la unidad de carga que experimenta el campo eléctrico*>>, por ende, está ausente la comprensión del término voltaje debido que lo relacionan con una medida o se confunden con un instrumento.

Con base a lo anterior, se registra que gran parte de los estudiantes respondieron con algunas dificultades y otros no respondieron nada, según ellos <<*nunca no lo han escuchado*>>. Sin embargo, sería un error decir que los estudiantes no conocen por completo del tema, puesto que de alguna u otra manera han escuchado sobre estos conceptos, solo que no los recuerdan o no los pueden explicar.

Por tal motivo es importante rescatar algunos conceptos, que, con profundización, se podrían organizar y aclarar, como por ejemplo el concepto de carga, ya que algunos mencionan <<*como están ionizados los elementos, estos pueden tomar cargas positivas, neutras y negativas*>>. De lo anterior se puede deducir que tienen ideas ingenuas, pero se logra observar un conocimiento, puesto que mencionan que las cargas son positivas y negativas. Además, catalán, Caballero & Moreira (2010) menciona que los estudiantes <<*No se imagina los fenómenos. No hay representación mental de fenómenos. No pueden visualizar mentalmente como es el fenómeno*>>. Por esta razón se debe trabajar en ello.

7.4. Aplicación de la secuencia didáctica

Para el desarrollo de la estrategia didáctica en cada una de las siete actividades experimentales se procedió de la siguiente manera:

- En primer lugar, se les explicó las reglas y normas que han de seguir en el laboratorio y las precauciones que se deben de tener en cuenta en algunas actividades experimentales. Seguidamente, a cada estudiante se les entregó las guías y se mostró los materiales para cada una de las actividades. Además, se dio una explicación del montaje sin llegar a emitir resultados, con el fin que ellos reconozcan los instrumentos y logren aclarar dudas e inquietudes que surgen frente a la experimentación, igualmente se mencionó el tiempo para cada una de las fases.
- En segundo lugar, cada actividad contó con preguntas problematizadoras que giraron en torno a la experimentación. Inmediatamente de forma individual, los estudiantes plantearon sus hipótesis de lo que posiblemente ocurriría en el experimento, con base a esa pregunta. Se les dio un tiempo prudente de 5 minutos para la realización de las predicciones, con el fin de que ellos sean críticos al momento de argumentar.
- En tercer lugar, se reunieron en grupo de tres estudiantes con un tiempo de 5 minutos, donde discutieron entre ellos las predicciones individuales, luego seleccionaron un relator o representante quien tenía como responsabilidad expresar la predicción a la cual llegó el grupo. Posteriormente, cada representante escribió en el tablero la predicción grupal y la sustentó, con el fin de dejar en claro lo que escriben. Para esto, el docente efectuó un dialogo entre todos, con el fin que cada grupo se entere de lo que predicen sus compañeros.
- En cuarto lugar, los estudiantes realizaron el experimento previamente montado por el docente, quien tiene como responsabilidad propiciar las herramientas adecuadas de acuerdo con cada una de las actividades experimentales y orienta a los estudiantes para la realización de la práctica. Cada uno escribió aspectos relevantes en sus respectivas guías, que le permitieron dar una explicación más

sólida del fenómeno en cuestión. Es aquí donde el educando se da cuenta de las falencias que tuvo en la predicción y son ellos mismos quienes corrigen las dificultades.

- Por último, los grupos volvieron a resolver las mismas preguntas problematizadoras, aproximándose al modelo científico. Para eso se les dio 5 minutos con el propósito que cada grupo llegara a un acuerdo. Finalmente, se generó un breve debate, donde el docente fue el mediador del conocimiento que colocó en tela de juicio aspectos relevantes que se aproximan al concepto dados por los estudiantes, y estos últimos son agentes activos, ya que son más críticos, reflexivos y constructores de su propio conocimiento.

En conclusión, se llegó a un consenso en cada actividad desarrollada, llegando al concepto que se deseaba orientar, gracias a que el estudiante es el protagonista de esta estrategia didáctica, puesto que construye su propio conocimiento de acuerdo con todas las herramientas dadas por el docente en cada una de las actividades experimentales.

7.5. Cuadros Descriptivos de los Experimentos Demostrativos

Lo que se describe a continuación son los conceptos y objetivo de cada una de las siete guías; así como las respuestas que asignaron antes (hipótesis) y después (síntesis) de cada experimento. Cabe recordar que las hipótesis y síntesis son las respuestas que daba a la misma pregunta predictiva en dos momentos. Con base a lo anterior, se presenta un análisis completamente cualitativo que buscó identificar el aprendizaje y dificultades que se generaron durante la intervención didáctica.

Cabe resaltar, que durante el desarrollo de cada guía (**Anexo C**) se formaron ocho grupos, integrados cada uno por tres estudiantes seleccionados a sus intereses.

7.5.1. Experimento N° 1. El péndulo loco

7.5.1.1. Conceptos esenciales:

Carga eléctrica y fuerza eléctrica

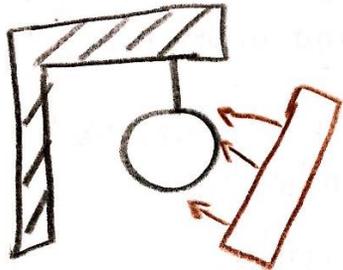
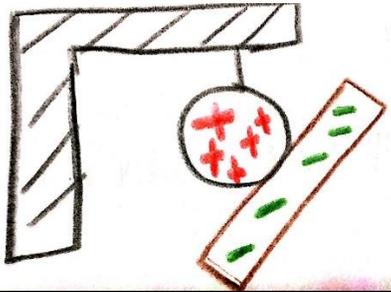
7.5.1.2. Objetivos:

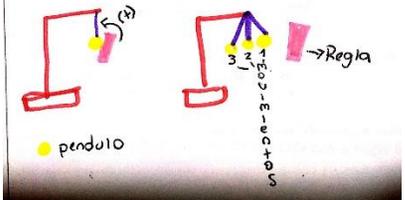
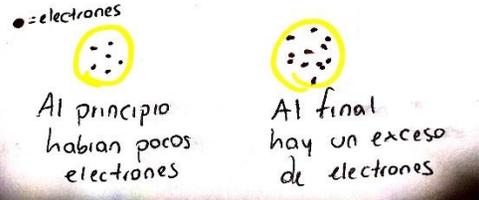
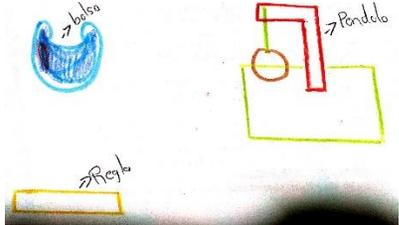
Establecer que la carga eléctrica se conserva y presenta cierta naturaleza de repulsión o atracción de acuerdo con el tipo de carga neta presentes en cada cuerpo (positivo o negativo).

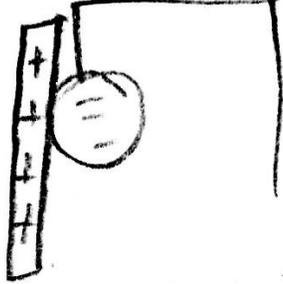
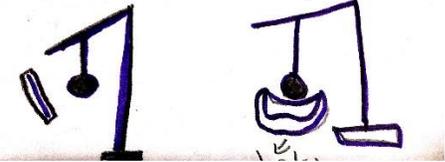
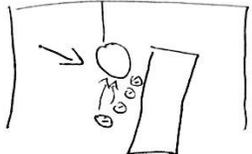
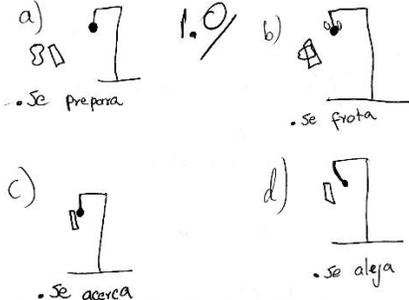
Hallar la relación entre la intensidad de fuerza a medida que se acercan dos cuerpos cargados eléctricamente, es decir, se podrá establecer las variables de la ley de Coulomb (carga eléctrica, distancia de separación entre las cargas y fuerza eléctrica que experimentan dichas cargas) de acuerdo con su proporcionalidad.

7.5.1.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida.

Cuadro 7. Predicción y explicación sobre lo que sucede con el péndulo al tocarlo con la regla acrílica una vez frotada con la bolsa.

PREGUNTA: a) ¿Qué crees que sucederá con el péndulo al momento de ACERCARLE la regla de acrílico después de haber sido frotada con la bolsa de plástico? Dibuje y explique lo sucedido.			
GRUPO	EXPERIMENTO 1		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	<p>Se atrae porque al frotar la regla con la bolsa se carga con carga opuesta al de la bolsa</p> 	<p>Al frotar la regla de acrílico con la bolsa, la regla queda cargada excesivamente con electrones, y la bolsa con déficit de electrones. Por ende, al momento de acercarla al péndulo, la regla transfiere los electrones quedando así mismo en equilibrio.</p> 	<p>Ellos concebían correctamente la idea de cargar algo por frotación, pero no especificaban qué es lo que se carga. Ahora entienden que lo sucedido se debe a un traslado de electrones. Además, tienen la idea correcta de equilibrio eléctrico.</p>
2	<p>La regla se atrae con la bola, porque al frotar la regla con la bolsa, la regla adquiere carga y por consiguiente la bola tiene una carga diferente a la de la regla. Se llega a la conclusión que si tenemos carga eléctrica diferente siente una atracción mutua.</p> <p>(No realiza dibujo)</p>	<p>Cuando al frotar la regla con la bolsa, la bolsa le transfiere electrones a la regla, esta siente una fuerza de atracción debido a que la regla le está transfiriendo electrones a la bola de icopor.</p> <p>(No realiza dibujo)</p>	<p>Tenían la idea correcta de cargar los elementos por frotación y que además una carga diferente se atrae, sin embargo, no especifican cuáles son esas cargas. Ahora conciben el electrón como el causante de la carga debido a su transferencia. Además, se apropian de la variable fuerza de atracción, la cual está relacionada con la ley de coulomb.</p>

3	<p>Al acercar la regla de acrílico al péndulo, se atrae hacia la regla, porque se manifiestan mediante fuerzas de atracción.</p> 	<p>Lo que sucedió fue que el péndulo se pegó a la regla, porque tienen diferentes cargas y se atraen. La bolsa sede electrones a la regla, quedando con un exceso de electrones, mientras la bola los pierde. Al acercarle la regla al péndulo, la regla le sede los electrones al péndulo y este queda en exceso de electrones, mientras la regla queda equilibrada.</p> 	<p>A pesar de que tenían la idea de fuerza de atracción, no especifican a qué se debe. Ahora conciben el electrón como la carga que causa dicha fuerza. Además, entienden la idea de equilibrio y de que es posible ceder electrones por frotación.</p>
4	<p>Al momento de acercar la regla de acrílico al péndulo se atrae hacia ella debido a que la regla después de haber sido frotada quedará cargada con una carga (+) y se dice que las cargas dependiendo de su signo se atraen o repelen.</p> 	<p>Cuando frotamos la regla de acrílico con la bolsa, esta le pasa la carga positiva a la regla, y al acercarla al péndulo, que tiene carga negativa, estas dos partes se pegan porque las cargas diferentes se atraen.</p> 	<p>Antes tenían la idea de una carga positiva, por ende, deben saber que hay otra negativa, pero no son explícitos cuándo se deben atraer o repeler. En cambio, ahora afirman que cargas de diferentes signos se atraen, sin embargo, no especifican cuáles son esas cargas.</p>
5	<p>Pensamos que el péndulo al momento de estar cerca de la regla que ha sido frotada con la bolsa de plástico, se genera una fricción, es decir, el péndulo se atrae a la regla de acrílico.</p> 	<p>La regla de acrílico fue frotada con la bolsa de plástico y quedo con electrones, entonces el péndulo quedo pegado a la regla porque le transfirió los electrones.</p> 	<p>No concebían la idea de carga eléctrica, pero ahora sí, ya que utilizan el término de electrón, el cual es transferido a partir de la frotación</p>

<p>6</p>	<p>Tendrá un movimiento de aceleración a la regla, ya que al frotar esta se carga magnéticamente y al contacto con el péndulo esta se pega.</p> 	<p>Al frotar la regla con la bolsa de plástico, esta se pega al péndulo, puesto que al tener polos opuestos sufren un fenómeno de atracción.</p> 	<p>Persiste la idea errónea del magnetismo, pues afirmaban que la frotación genera una carga magnética, y ahora utilizan el término de polos (y no cargas) opuestos para explicar la atracción.</p>
<p>7</p>	<p>El péndulo se acerca a la regla</p> 	<p>Los electrones son cedidos de la bolsa a la regla mediante el frotamiento, por tanto, la regla queda sobrecargada y es por eso por lo que el péndulo al acercarse la regla los electrones sobrantes de la regla pasan al péndulo quedando ella nivelada.</p> 	<p>Antes no podían explicar la hipótesis que planteaban. Ahora conciben la idea de ceder electrones por frotación el cual es el causante del fenómeno expuesto en la hipótesis.</p>
<p>8</p>	<p>Al acercar la regla de acrílico una vez haya sido frotada se formará un campo donde se atraen con el péndulo.</p> 	<p>Los electrones son cedidos de la bolsa a la regla mediante el proceso de fricción, por tanto, la regla queda sobrecargada y es por eso por lo que el péndulo al acercarle la regla.</p> 	<p>Usaban la palabra campo y la relacionan con una atracción. Ahora afirman que el causante de la atracción es el exceso de electrones que se seden por fricción.</p>

Es evidente que todas las hipótesis se aproximan al fenómeno que observaron posteriormente, sin embargo, no todos los grupos utilizan explicaciones convincentes de lo que predicen. Algunas de esas explicaciones se la atribuyen a que los cuerpos quedan cargados, pero no especifican con qué. Es interesante encontrar que dos grupos utilizan términos particulares; uno lo utiliza erróneamente con el magnetismo (a lo mejor porque lo asocian a la atracción de los imanes) y otro con el de campo (que a pesar de que es correcto, es dudoso que lo hayan usado conscientemente).

En el momento de la síntesis se puede ver una mejor explicación del por qué ocurre el fenómeno en cuestión, en el que la mayoría de los grupos conciben la idea de que la atracción se debe a una diferencia de electrones, los cuales se pueden ceder por fricción. Sin embargo, el único grupo en el que persiste una idea errónea de magnetismo es aquel que sigue confundiendo este concepto, ya que ahora están utilizando erróneamente el término de polos, en vez de cargas eléctricas de diferente signo.

7.5.2. Experimento N° 2. Semillas que experimentan el campo eléctrico.

7.5.2.1. Conceptos esenciales.

Flujo eléctrico, Campo eléctrico, Líneas de Campo eléctrico,

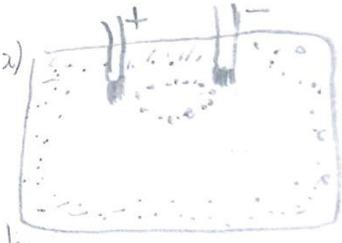
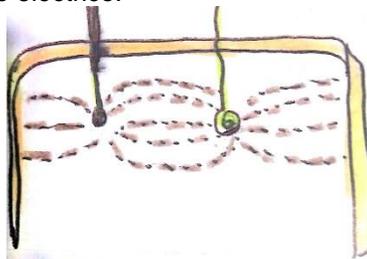
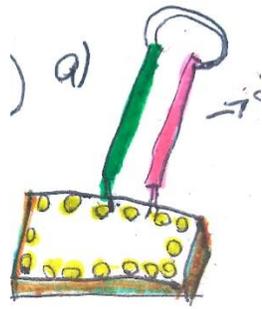
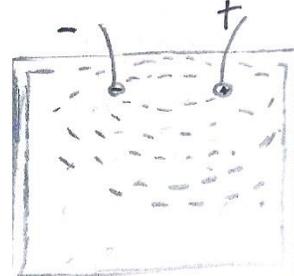
7.5.2.2. Objetivos.

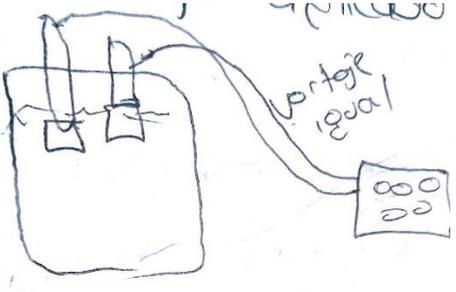
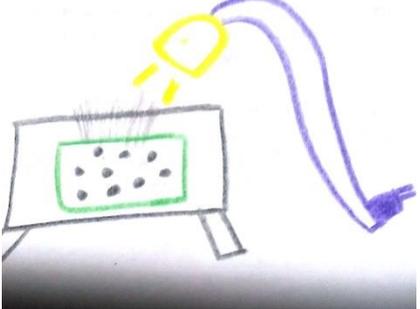
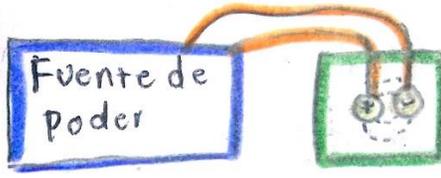
Deducir que la orientación que toman las semillas son líneas de campo eléctrico que muestran la dirección del campo eléctrico en cada punto del espacio, y su esparcimiento da una idea general de la magnitud del campo eléctrico en cada punto.

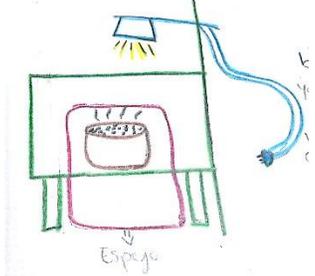
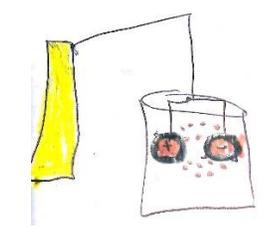
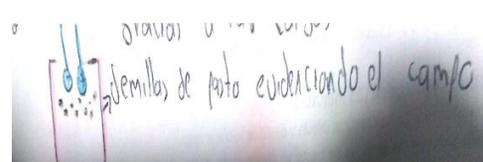
Diferenciar que la dirección del campo eléctrico en cada punto es tangencial a la dirección de la línea de campo eléctrico.

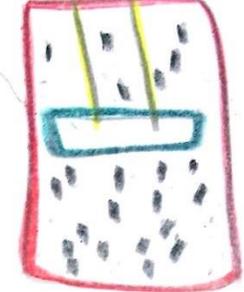
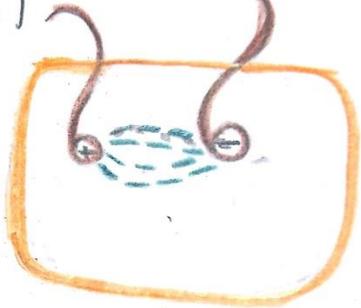
7.5.2.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida

Cuadro 8. Predicción y explicación sobre lo que sucede a las semillas de pasto una vez se conecta la fuente de poder.

PREGUNTA: a) ¿Qué crees que les sucederá a las semillas de pasto cuando se conecta la fuente de poder? Dibuje y explique lo sucedido.			
GRUPO	EXPERIMENTO 2		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	<p>Cuando se conecte la fuente de poder lo que sucederá a la semilla es que se quema por la energía que a esta se le aplica.</p> 	<p>Vemos que ir incrementando los Kv hasta 6 kv., las semillas van formando unas líneas imaginarias de extremo a extremo, que van de positivo a negativo formando así un campo eléctrico.</p> 	<p>El grupo tiene ideas erróneas de que las semillas se van a quemar por la energía que se le suministra, además mencionan que las líneas son imaginarias, sin embargo, después de la experimentación corroboran que estas semillas formaran las líneas de campo eléctrico.</p>
2	<p>Al encender la fuente de poder, las semillas se organizarán en la pared que las contiene debido al campo eléctrico. Por otro lado, una compañera no está de acuerdo porque ella piensa que las semillas se quemarán.</p> 	<p>Al encender la fuente de poder, las semillas se movían para visualizar el campo eléctrico, esto se debe a la fuerza eléctrica existente. Además, las cargas positivas hacían que las líneas de campo salieran y las cargas negativas hacían que entrarán las cargas visualizándose el campo eléctrico.</p> 	<p>Antes de la experimentación algunos estudiantes mencionan que las semillas se organizaran en las paredes del recipiente, es decir, piensan en la idea de fuerza que hace mover las semillas, sin embargo, una integrante tiene una concepción equivocada, pues afirma que estas se quemaran. Las ideas antes mencionadas fueron mejoradas con ayuda de la síntesis, indicando que las semillas se moverán por la fuerza eléctrica. Además, les quedó bastante claro que las líneas de campo eléctrico son salientes y cuando existe una carga positiva estas entran, a pesar de que eso no se puede ver.</p>

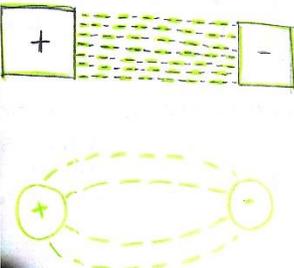
3	<p>Nuestra predicción es que las semillas se van a rostar porque el voltaje es mayor al que estas pueden soportar.</p> 	<p>Las semillas se movían por la fuerza eléctrica, visualizando así el campo eléctrico lo cual la orienta del positivo al negativo.</p> 	<p>Antes no lograban dar explicación a la hipótesis que se planteó, ahora concibe a idea de que las semillas se movían por la presencia de un campo eléctrico.</p>
4	<p>La electricidad se esparcirá por toda la cubeta y como la electricidad genera calor, el aceite se calentará haciendo que las semillas se acerquen a los terminales.</p> 	<p>Las semillas se alinean porque las cargas generan un campo eléctrico y la fuerza eléctrica hace que las semillas se muevan formando así las líneas de campo eléctrico.</p> 	<p>Conciben la idea de que la electricidad genera calor, haciendo que las semillas se muevan hacia los terminales; la cual indica que este grupo plantea una hipótesis errónea. Una vez terminada la síntesis esta idea fue aclarada, concibiendo que la carga genera un campo eléctrico y que las semillas forman las líneas de campo por la fuerza eléctrica.</p>

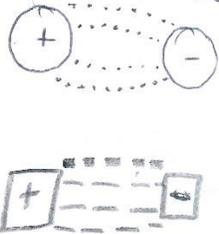
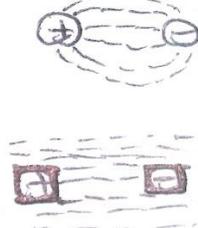
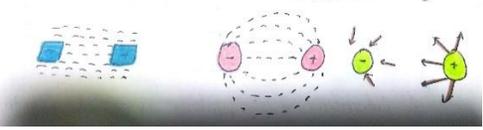
5	<p>Nosotros creemos que las semillas de pasto se explotarán porque no resisten a tanta energía.</p> 	<p>Las semillas de pasto se alinean porque hay fuerza y campos eléctricos que hacen que se alineen.</p> 	<p>Antes no concebían la idea de que las semillas se iban a organizar formando las líneas de campo eléctrico, debido a la fuerza eléctrica existente. Después de la experimentación fue corroborada esta idea.</p>
6	<p>Las semillas de pasto van a quemarse porque la cantidad de electricidad que genera la fuente de poder es muchísima.</p> 	<p>Las semillas van a alinearse formando un campo eléctrico.</p> 	<p>Los estudiantes tienen una idea errónea de lo que sucederá a las semillas de pasto, pero esta idea se vuelve más sólida y fuerte cuando se realiza la experimentación y síntesis, afirmando que estas se alinearan formando las líneas de campo eléctrico.</p>
7	<p>El aceite al ser un conductor hará que las semillas adquieran más energía eléctrica</p> 	<p>Las semillas de pasto se mueven y se quedan ubicados en la parte del campo eléctrico gracias a la fuerza producida por este, es decir, lo evidencia de una forma visual. El campo se produce gracias a las cargas; se evidencia gracias a que hay distancia mínima entre los dos terminales.</p> 	<p>Antes de la experimentación, el grupo presenta una idea equivocada, mencionando que las semillas ganaran más energía por el aceite, sin embargo, esto fue corroborado después de la síntesis aclarando mejor los conceptos.</p>

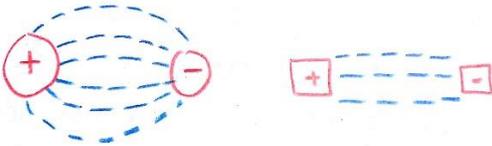
8	<p>Lo que pensamos es que al momento de conectar la fuente de poder se van a quemar las semillas de pastos.</p> 	<p>Las semillas de pasto se empezarán a mover alineadamente por la fuerza eléctrica.</p> 	<p>Antes tenían la idea de que las semillas de pasto de irían a quemar, pero esta concepción fue mejorada con la síntesis, afirmando que ellas formaran las líneas de campo por la fuerza eléctrica.</p>
---	---	---	--

Se logra observar que las hipótesis planteadas se encuentran en un error, puesto que todos los estudiantes mencionan que las semillas se queman gracias al voltaje aplicado. En el momento de la síntesis se logra evidenciar un mejoramiento de las ideas planteadas, ya que conciben que el campo eléctrico es generado por cargas que hay en los terminales, donde se ejercen fuerzas eléctricas. Además, indican que las líneas de campo eléctrico son salientes si la carga de la cual proviene es positiva y es entrante si la carga es negativa, a pesar de que eso no se puede ver. Por lo que se puede afirmar que a la hora de realizar la síntesis los estudiantes escucharon atentamente esta idea.

Cuadro 9. Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de cambiar los terminales.

PREGUNTA: b) ¿Qué crees que sucederá si se cambian los terminales esféricos por unos planos? Dibuje y explique lo sucedido.			
GRUPO	EXPERIMENTO 2		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	Si se cambian los terminales no sucederá nada, ya que tendrán la misma posición y las semillas también se quemarán.	<p>Las semillas toman esa forma por la manera en que se ilustran el terminal como tiene formas circulares hará que las líneas se vean curvas, cuando se cambia el terminal de forma rectangular las semillas tomarán líneas rectas en el medio.</p> 	La hipótesis planteada por los estudiantes antes de la experimentación se encuentra en un error, puesto que afirman que las semillas se quemarán, ya que observan que estas son sometidas a un voltaje. Una vez realizada la síntesis, la idea queda un poco más clara, mencionando que las semillas adoptan la forma del terminal de manera perpendicular.
2	Al cambiar los terminales, las semillas vuelven a su estado normal (desorganizada). Una compañera no está de acuerdo con la respuesta, ella cree que no sucederá nada.	<p>Se disponen de manera circular porque la forma del terminal es circular, y así mismo el campo eléctrico será de forma circular, pero cuando se cambia el terminal a unos rectangulares las semillas se alinean de forma lineal.</p> 	Los estudiantes entran en el error afirmando que las semillas vuelven a su estado normal cuando se le cambia la forma del terminal. Una vez planteada la síntesis aclaran la idea, afirmando que las semillas adoptan la forma del terminal.
3	No afecta nada, ni cambia nada porque el voltaje sigue siendo igual.	<p>Las semillas de pasto se dispersan según la forma de los terminales porque el voltaje aplicado hace que se cree un campo eléctrico en el centro de ellos.</p> 	Antes no lograban plantear la hipótesis planteada. Ahora conciben la idea que las semillas adoptan la forma del terminal.

4	Ocurre lo mismo porque no se está aumentando los voltajes	<p>Las semillas toman la forma del campo eléctrico que depende de los terminales.</p> 	Los estudiantes entran en el error afirmando que a las semillas no les pasara nada. Después de la síntesis la idea quedo aún más clara.
5	Creemos que no va a pasar nada, porque se va a seguir pasando la energía.	<p>Las semillas de pasto se empezarán a alinearse similar a la forma de los terminales.</p> 	No ocurre nada, es la expresión de los estudiantes antes de realizar el experimento, pero se dan cuenta que sí pasa algo, aclarando que las semillas se alinean de forma similar al terminal.
6	Las semillas se quemarán, ya que la electricidad es poca, pero la quemará	<p>Las semillas de pasto en vez de incurvarse formarán un campo eléctrico lineal siempre y cuando sean electrodos rectangulares.</p> 	Los estudiantes para este caso afirman que estas semillas se quemaran ya que la influencia de la electricidad y aceite hacen que se quemen, pero caen en cuenta que esto no ocurre, puesto que estas se alinean de acuerdo con los terminales.
7	La carga va a disminuir	<p>Las semillas se siguen moviendo igual manera ya que aún hay energía eléctrica, pero alineándose de acuerdo con los terminales.</p> 	Inicialmente hablan de una carga, pero no se sabe a qué hacen referencia, por ende, la hipótesis es errónea. Después de la síntesis mencionan, que las semillas presentan un movimiento debido a la energía eléctrica, tal vez el estudiante confunde dicho -término con la fuerza eléctrica, siendo esta la responsable de la alineación. Además, afirman que las semillas adoptan la forma del terminal.

8	Al momento que suceda el cambio de los terminales es que las semillas se van a pegar a estas.	<p>Porque depende del tipo del terminal.</p> 	Antes del experimento toman como referencia los terminales del montaje, puesto que hablan de que las semillas se van a pegar a los terminales (tienen la idea de fuerzas), sin decir que hay una alineación de las semillas, por lo tanto, la hipótesis se encuentra con debilidades. Después de la síntesis, mencionan que las semillas se pegan dependiendo del tipo del terminal.
---	---	---	--

Al analizar las hipótesis planteadas, es correcto afirmar que 2 de los 8 grupos de trabajo concuerdan de manera errónea, puesto que no se aproximan al fenómeno, incluyen en sus respuestas que <<las semillas de pasto se quemaran cuando se le aplique el voltaje >>, mientras para los otros no le sucederá nada. Además, dos grupos emplearon terminología poco adecuadas para explicar dicho experimento como: la energía eléctrica, tal vez para referirse a la fuerza eléctrica presente.

En el momento de la síntesis se logra ver una mejor explicación del fenómeno en cuestión, la mayoría de los estudiantes tienen una idea más clara y convincente, afirmando que las semillas se organizan tomando la forma del campo eléctrico, que depende de la forma del terminal, esto indica que los estudiantes mejoraron sus hipótesis y corroboraron lo que habían argumentado antes de la experimentación.

7.5.3. Experimento N° 3. Mapa Energético en una cubeta

7.5.3.1. Conceptos esenciales.

Líneas equipotenciales, Potencial eléctrico.

7.5.3.2. Objetivo.

Identificar las líneas equipotenciales por medio de las mediciones de un voltímetro, relacionándola con las líneas de campo eléctrico, ya que dichas líneas son perpendiculares a la superficie equipotencial.

Evidenciar que el potencial eléctrico puede cambiar si dicha carga pasa a otra superficie, siendo más intenso cuando la superficie equipotencial está más cerca a la fuente de campo eléctrico (terminales).

7.5.3.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida.

Cuadro 10. Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento en que se aleja el cable rojo del electrodo.

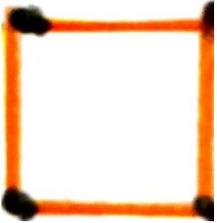
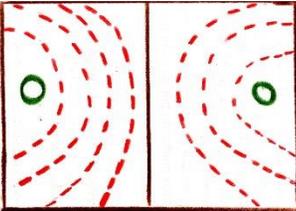
PREGUNTA: a) ¿Qué crees que sucederá en el voltímetro a medida que el cable rojo se aleja del electrodo que está conectado al cable negro? Explique.			
GRUPO	EXPERIMENTO 3		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	Disminuye la carga eléctrica	En el momento de alejar el cable rojo que es positivo, se pudo evidenciar que el voltaje aumenta a medida que se acerca al cable negro que es el negativo.	Las hipótesis planteadas por los estudiantes tenían la noción, que la carga eléctrica disminuía al alejarse del cable negro, entrando en un error. Una vez realizada la síntesis se dieron cuenta que no era correcta la argumentación, indicando que el voltaje aumentaba, pero no se conoce su explicación.
2	Disminuye la carga eléctrica	En el momento de alejar el cable rojo que es positivo, se pudo evidenciar que aumenta a medida que se acerca al cable negro que es el negativo.	Antes del experimento, los estudiantes entran en el error afirmando que la carga eléctrica disminuye al alejarse del cable negro. Una vez realizada la síntesis se dieron cuenta que no era correcta la hipótesis. Además, no es muy clara la idea planteada, puesto que no dan explicaciones, ni tampoco mencionan que se pueden encontrar potenciales iguales en diferentes regiones.
3	Nosotros creemos que, al alejar el cable rojo del negro, tendrá menos voltios porque hay aislamiento de corriente eléctrica, y no hay igualdad entre ellos.	En el momento de alejar el cable rojo que es positivo, se pudo evidenciar un aumento en el voltaje.	Antes no lograban concebir la hipótesis que planteaban, una vez realizada la síntesis se quedan cortos en la explicación, tal vez no fue muy claro el fenómeno.

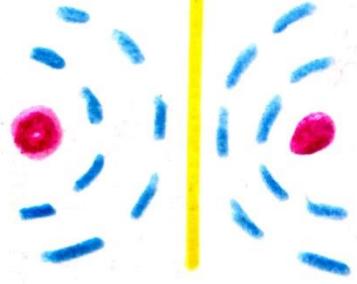
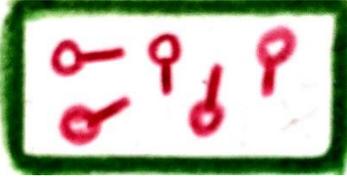
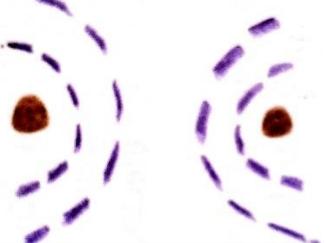
4	La carga se disminuirá cuando se acercará a la carga negativa	Pudimos observar que el voltaje aumenta.	Es evidente que los estudiantes tienen una idea errónea para argumentar la hipótesis que plateaban, además no fue muy clara la idea, puesto que se quedan cortos en la argumentación.
5	En el voltímetro van a empezar a salir números que indican la carga eléctrica y la energía va a empezar a variar	La medida del voltímetro aumenta cuando el cable rojo se aleja del electrodo.	Los estudiantes se dan cuenta que el valor del voltímetro aumenta cuando se alejan el cable rojo del negro indicando un valor del voltaje en el sistema. Pero no logran una explicación más sólida a la hipótesis que planteaban. Por lo tanto, la idea está un poco corta.
6	Se eliminará cargas del electrodo cuando el cable rojo se aleja.	Pudimos observar que el voltaje aumenta.	Este grupo concuerda con las mismas hipótesis y síntesis con la del grupo 4, por lo cual el análisis es el mismo.
7	Ocurrirá que, al alejarse del electrodo, se observará una medida en el multímetro dando como resultado pérdida de fuerza.	Sucede que al alejar el cable rojo los voltajes aumentan.	Se dan cuenta que el valor del voltímetro aumenta cuando alejan el cable rojo del negro, indicando un valor del voltaje en el sistema que no es preciso con lo que realmente mide (según ellos, se mide la fuerza y no el trabajo que puede llegar a realizarse en una carga de prueba). Después piensan que ese voltaje cambia, cerca de la fuente de campo eléctrico (terminales).
8	En el momento de alejar el cable rojo con carga positiva del negro con carga negativa aumenta.	Aumenta el voltaje.	Este grupo coincide en la predicción con la explicación, sin llegar a un argumento más sólido y convincente.

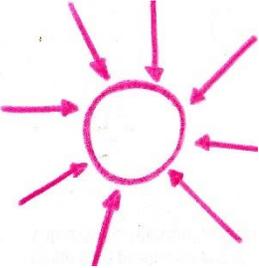
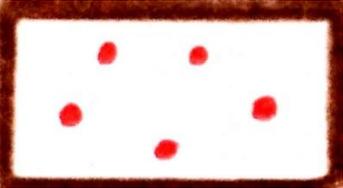
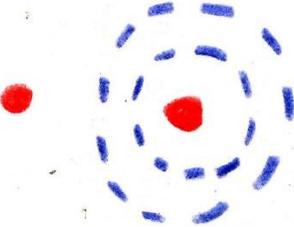
Se logra observar que las hipótesis planteadas por los estudiantes se encuentran en un error al afirmar que el voltaje disminuirá cuando se aleja el cable rojo del negro, sin llegar a una explicación de lo sucedido.

En el momento de la síntesis se puede ver que algunos grupos se aproximan al fenómeno en cuestión, en el que la mayoría atribuye a la idea que el voltaje aumenta y miran al voltímetro como un instrumento de medida, sin embargo, no realizan una sólida explicación a lo sucedido; ningún grupo menciona que además de la formación de un campo eléctrico, para esta experiencia se encuentran los potenciales eléctricos, ni mucho menos asociaron los puntos que se tomaron para referirse al trabajo que puede realizarse a una carga de prueba que se ubique donde se toma el registro. Tampoco indicaron que las líneas equipotenciales son perpendiculares a las líneas de campo eléctrico, a pesar de que se les dijo en la síntesis. Por lo tanto, se llega a la conclusión, que aun quedaron falencias en el fenómeno estudiado e igualmente se ha de reconocer que no es una experimentación adecuada para el propósito buscado.

Cuadro 11. Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de cambiar los terminales.

PREGUNTA: b) ¿Qué figuras crees que se van a formar con los alfileres donde el voltímetro muestre el mismo voltaje de 12 voltios? Explique lo sucedido			
GRUPO	EXPERIMENTO 3		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	<p>Esto puede formar un cuadrado porque hay cuatro puntos.</p> 	<p>Se pudo evidenciar que al momento de unir los alfileres en cada voltaje del valor deseado va a estar en los puntos unidos por una circunferencia</p> 	<p>Antes no podían dar explicación a la hipótesis que planteaban, pues mencionaban que la figura resultante era un cuadrado. Una vez realizada la síntesis se dan cuenta que entraron en un error. Lograron ver la forma como están dispuestas las líneas equipotenciales y su dirección.</p>

<p>2</p>	<p>La figura que se formará será la de un pentágono ya que se van a tomar 5 voltajes.</p> 	<p>Cuando unimos los alfileres se formará un círculo.</p> 	<p>En este caso dicen que es un pentágono, puesto que lo relacionan con los 5 voltajes que tenían que ubicar. Al momento de la síntesis corroboran el error y plantean que la figura que se forma es un círculo. Los estudiantes lograron ver la forma como están dispuestas las líneas equipotenciales y su dirección, sin llegar argumentar lo sucedido.</p>
<p>3</p>	<p>La figura que se formará será la de un pentágono.</p> 	<p>Cuando unimos los alfileres se formará un círculo.</p> 	<p>Este grupo concuerda con las mismas hipótesis y síntesis con la del grupo 2, por lo cual el análisis es el mismo.</p>
<p>4</p>	<p>Los alfileres se organizarán en todo el recipiente.</p> 	<p>Cuando unimos los alfileres se formará un círculo.</p> 	<p>Antes tenían una idea errónea, puesto que no mencionaron que figura podría resultar al unir puntos iguales. En el momento de la síntesis quedó aún más clara la idea, indicando que se formara un círculo.</p>

<p>5</p>	<p>La figura que se va a formar seria como especie de sol donde encontraremos un circulo y flechas entrando hacia el circulo.</p> 	<p>Cuando unimos los alfileres se formará un circulo.</p> 	<p>Los integrantes del grupo antes de la experimentación plantean que la figura resultante será un solo, muy seguramente en ese momento confundieron las líneas equipotenciales con las líneas de campo eléctrico, al afirmar que las líneas que conforman la figura estarán dirigidas hacia el centro del sol. Una vez realizada la síntesis, aclaran la idea afirmando que se forma un circulo.</p>
<p>6</p>	<p>Los alfileres no tendrán forma diferente que al que estar en grupo como un ovalo o de rectángulo</p> 	<p>Cuando unimos los alfileres se formará un circulo.</p> 	<p>Los estudiantes aluden que es un ovalo o rectángulo, entrando en un error. Una vez presentada la síntesis corroboran lo planteado, mencionando que la figura resultante es un círculo.</p>
<p>7</p>	<p>Se forman líneas ya que se evidencia los campos.</p> 	<p>Cuando unimos los alfileres se formará un circulo.</p> 	<p>Los estudiantes no logran contestar a la pregunta, tal vez fue un poco confusa. Después de la síntesis mencionan que es un círculo, sin llegar a mencionar una explicación al fenómeno.</p>
<p>8</p>	<p>no contesta la actividad</p>	<p>no contesta la actividad</p>	<p>Para este grupo no hubo un aprendizaje, tal vez el fenómeno evidenciado no fue muy claro para ellos</p>

Respecto a las hipótesis planteadas por los estudiantes, se logra evidenciar que existe concordancia con los grupos, debido a que todos concuerda de forma errónea, afirmando, según el grupo 1, que la figura que se formará será un cuadrado, para los grupos 2 y 3 es un pentágono, tal vez porque lo relacionaban con los voltajes que tenían que ubicar; para el grupo 5, que indican que la figura será un sol, muy posiblemente están confundiendo las líneas del campo eléctrico con las líneas equipotenciales, según ellos las líneas del sol van dirigidas hacia el centro del círculo (por lo tanto pensarán que lo que mide el voltímetro de forma directa es el campo eléctrico). Por otro lado, el grupo 8, no plantearon las hipótesis a la pregunta en cuestión, esto se podría deber a que no fue muy evidente el fenómeno estudiado para ellos.

Una vez realiza la síntesis se logra ver un poco de mejoría en la mayoría de los grupos, ya que no llegaron a una explicación del fenómeno, a pesar de que todos concordaron que la figura que se formara es un círculo (por lo menos hay una buena observación y descripción). Es así como recomendamos adaptar un poco más esta pregunta para poder relacionar el concepto de líneas equipotenciales con el de líneas de campo eléctrico, de tal forma que se pueda establecer una explicación más aproximada del fenómeno estudiado, ya que está estrechamente relacionado con fuerza, por ende, por trabajo que se realiza en una unidad de carga de acuerdo a su posición.

7.5.4. Experimento N° 4. Desviando el Electrón.

7.5.4.1. Conceptos esenciales.

Fuerza Magnética, Campo Magnético y Ley de la mano derecha.

7.5.4.2. Objetivo.

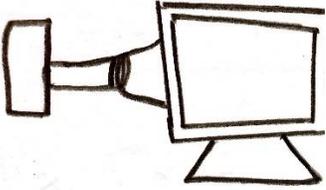
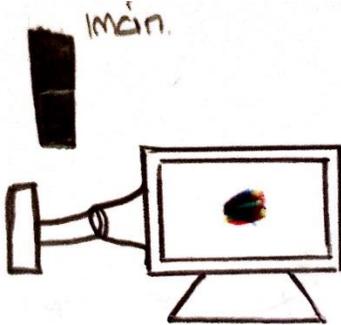
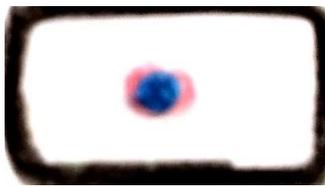
Demostrar que las emisiones de un haz de electrones producidos en un tubo de rayos catódicos pueden ser perturbados por la presencia de un campo magnético, el cual genera una fuerza magnética que los desvía solo si se encuentran en movimiento.

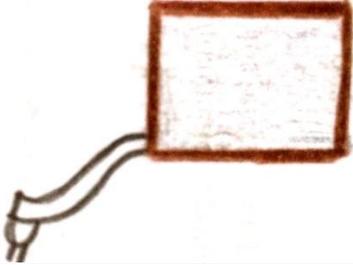
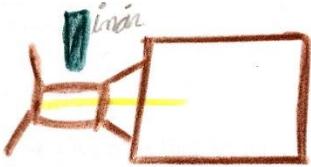
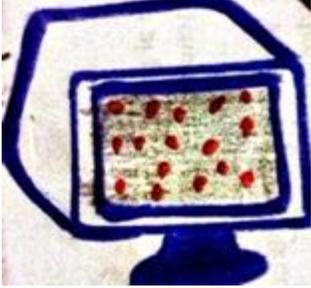
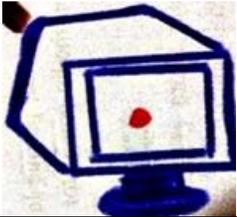
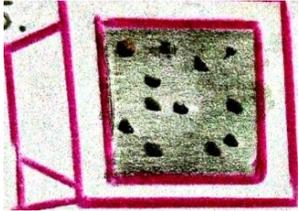
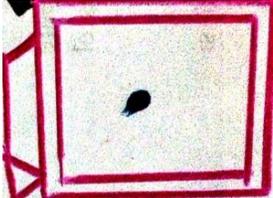
Aplicar la regla de la mano derecha que indica el sentido vectorial de la velocidad de los electrones, fuerza magnética y campo magnético.

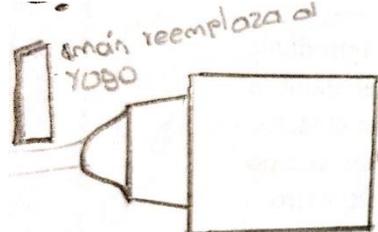
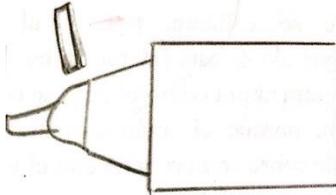
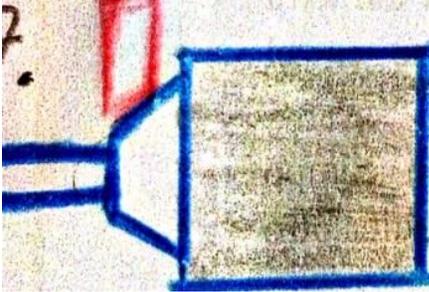
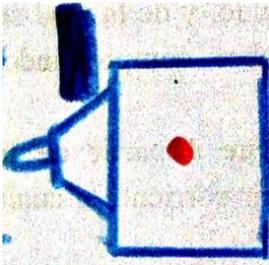
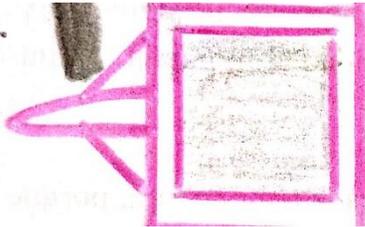
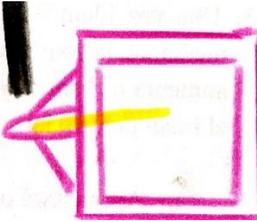
Deducir que una corriente de cargas crea un campo magnético circundante (además de un campo eléctrico) que permitirá explicar microscópicamente la naturaleza de los imanes permanentes.

7.5.4.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida.

Cuadro 12. Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de acercar el imán al tubo de rayos catódico.

PREGUNTA: a) ¿Qué crees que va a suceder a la imagen que se ve en la pantalla una vez quitado el yugo cuando se le acerque un imán en el tubo? Explique lo sucedido			
GRUPO	EXPERIMENTO 4		
	ANTES (HIPÓTESIS)	DESPUÉS (SÍNTESIS)	ANÁLISIS
1	<p>Se formará un campo electromagnético, el cual estará visible gracias al imán.</p> 	<p>Se logro observar que al acercarle el imán hubo un cambio en los electrones, y un cambio en el color de la luz que proyecta la pantalla.</p> 	<p>El grupo, incluye un término fundamental que es la del electromagnético, puesto que para ellos conciben una relación entre los dos campos (eléctrico y magnético), pero no dan explicación alguna el por qué incluyen este término para dar explicación a su hipótesis. También consideran que ese campo se debe ver por causa del imán, implicando que ellos tienen una idea de que los imanes producen campos. Ahora, ellos evidencian que lo que hace el imán (campo magnético) es una perturbación en el haz de electrones, percibiéndose en la pantalla, debido a la separación de los colores azul, rojo y verde.</p>
2	<p>Habrà una interrupción en la imagen y cuando se le acerque el imán, las ondas de interferencia seguirán al imán por el campo magnético.</p> 	<p>Al acercar el imán al tubo, se generó una perturbación en los electrones, además se formó un campo magnético evidenciándose un movimiento en el haz de luz. Aplicándose la ley de la mano derecha.</p> 	<p>Ellos mencionan un término de ondas de interferencia sin saber a qué hace referencia para este experimento, por ende, tienen una idea totalmente errónea, a excepción que mencionan el campo magnético como un factor que interviene en él. Estas ideas fueron confrontada y aclaradas durante la experimentación, puesto que en la síntesis explican con mayor claridad lo sucedido, atribuyéndose al campo magnético como principal causante de la perturbación del haz de electrón, además mencionan la ley de la mano derecha, pero, no dan explicación a ella ni la relacionada con lo sucedido.</p>

<p>3</p>	<p>Se va a ver borrosa y distorsionada.</p> 	<p>Lo que causa el cambio en la imagen es el campo magnético que genera el imán y altera a los electrones que se encuentran en movimiento que están en el tubo.</p> 	<p>Ellos no dan explicación alguna sobre lo que ha de suceder, además, la hipótesis es algo confusa puesto que se podría interpretar a que se va a dar una imagen, sin involucrar el efecto del campo magnético en el haz de electrones. Así mismo, se evidencia en la síntesis, que el imán hace un cambio de imagen sin entrar en detalles, por lo cual es algo errónea la explicación que dieron.</p>
<p>4</p>	<p>Se ira a observar puntos.</p> 	<p>Al viajar los electrones por el tubo, estos se adhieren a la pantalla generando la imagen, pero al desconectar el yugo ellos se concentran en un solo punto. Al acercarle el imán, se genera una perturbación haciendo que estos se desplacen.</p> 	<p>Los estudiantes no tienen la capacidad argumentativa para poder justificar sus hipótesis, evidenciándose que no poseen conocimiento de lo que verdaderamente podrá suceder. En la síntesis, de manera más concreta dan explicación al fenómeno, atribuyéndose al imán que hace que genere una perturbación al haz de electrones, sin embargo, no explican con exactitud lo sucedido.</p>
<p>5</p>	<p>No va a haber imagen, debido a que el yugo se desconecta y el color que aparece en la pantalla se va a distorsionar en puntos.</p> 	<p>Como el yugo se encuentra desconectado, los haces de electrones pasan directamente a la pantalla observándose un punto que al acercarle el imán este se desplaza en el mismo sentido que se mueve el imán.</p> 	<p>Antes, se puede decir que los estudiantes conciben que el imán va a provocar una distorsión en el punto, por ende, esta hipótesis no está del todo mal, como se evidencia en la síntesis, el imán provoca un movimiento del haz, sin embargo, no son explicito con sus argumentaciones.</p>

<p>6</p>	<p>el imán será un tipo de reemplazo del yugo.</p> 	<p>Se crea un campo magnético por el imán, este perturba los electrones que viajan por el tubo, aplicándose la ley de la mano derecha.</p> 	<p>Ellos conciben la pregunta de manera errónea, puesto que creen que el imán reemplazará al yugo. Ahora, conciben manera más explícita lo sucedió, debido a que argumentan que el imán por poseer un campo magnético perturba los electrones, afirmando también la ley de la mano derecha sin entrar en detalle en ella.</p>
<p>7</p>	<p>No pasara nada puesto que el imán reemplazara al yugo.</p> 	<p>Al desconectar el yugo los electrones se agrupan en un solo punto, al introducir el imán, es decir un campo magnético y su fuerza magnética hará que el haz de electrones sea perturbado.</p> 	<p>Los estudiantes, comprendieron mal la pregunta, puesto que creen que el imán se colocará dónde estaba el yugo, más no cerca del tubo del rayo catódico. Sin embargo, esta concepción cambia, al momento de experimentar, ya que se evidencia en la síntesis una explicación más concisa al respecto, afirmando que el imán genera un campo magnético, y que cerca al tubo de R. C. hace que el haz de electrones que están viajando por él, varíen de acuerdo con la fuerza. Es importante resaltar que los estudiantes ven por separado, a pesar de que se relacionan, el concepto de fuerza y campo magnético.</p>
<p>8</p>	<p>No pasara nada puesto que el imán reemplazara al yugo.</p> 	<p>Cuando se le cerca el imán, este genera un campo magnético sobre el haz de electrones produciendo una perturbación, haciendo que estos se desplacen con forme se mueve el imán.</p> 	<p>Este caso es similar a las hipótesis y síntesis al grupo 7, por lo cual la síntesis es similar a la del grupo 7.</p>

Con respecto a las hipótesis, se puede evidenciar que no existen gran concordancia con los grupos, puesto que tres de los ochos grupos, concuerdan de manera errónea, debido a que no comprenden la pregunta, porque creen que el imán reemplazará la posición del yugo, el grupo 1, incluye la terminología << *campo electromagnético* >>sin comprender a que hace referencia, puesto que no dan explicación a lo sucedido, y cuatro de los ocho grupos atribuyen a que el imán es el causante de la perturbación de la imagen, evidenciándose que no tienen una buena argumentación para confrontar las concepciones frente al experimento.

En el momento de la síntesis se puede ver una mejor explicación por qué ocurre el fenómeno en cuestión, en el que la mayoría de los grupos atribuyen a la idea de que esto sucede porque al momento de acerca el imán que posee un campo magnético, hace que los haz de electrones experimente una perturbación, sin embargo la mayoría no dan una explicación más completa, ni mucho menos tienen en cuenta la ley de la mano derecha para comprender lo sucedido; pero hay un grupo que reconoce las variables de fuerza magnética y campo magnético de forma independiente, a pesar de que se relacionan en este experimento.

7.5.5. Experimento 5. Ordenando las limaduras de hierro.

7.5.5.1. Conceptos esenciales.

Campo magnético, Líneas de Campo magnético y flujo magnético.

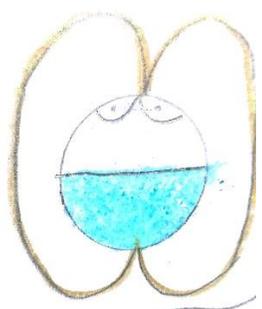
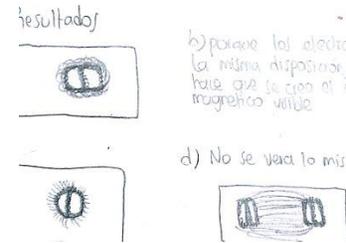
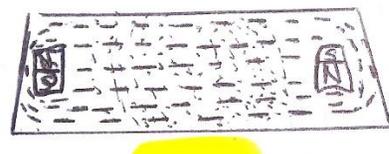
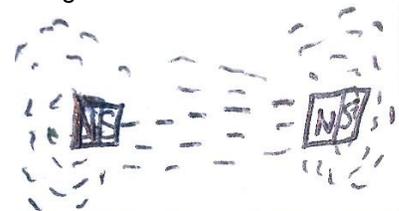
7.5.5.2. Objetivos.

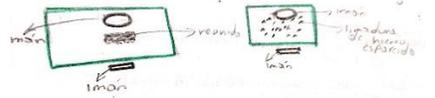
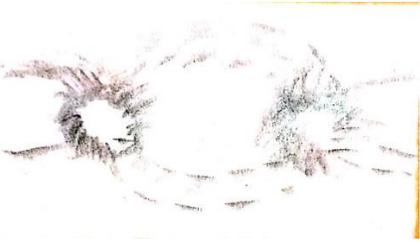
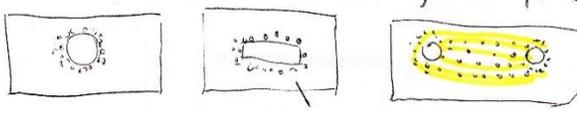
Observar la simetría de las líneas de campo magnético de tal forma que no solo se pueda establecer patrones en las líneas, sino también la polaridad de los imanes con ayuda de las limaduras de hierro.

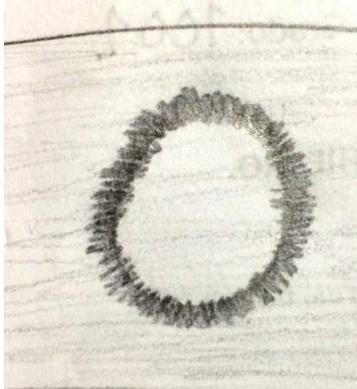
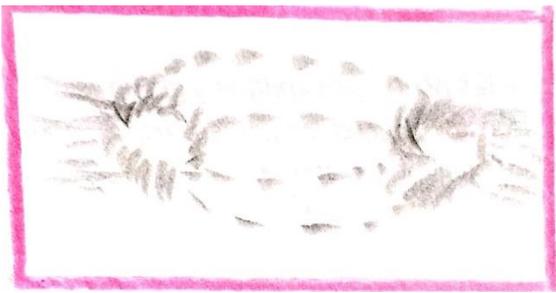
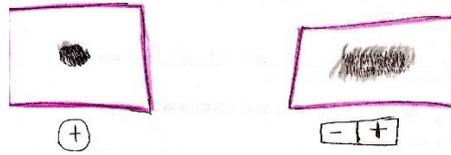
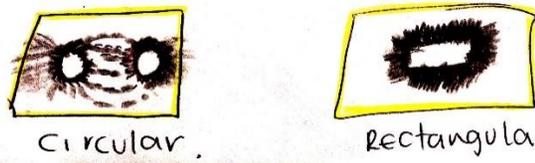
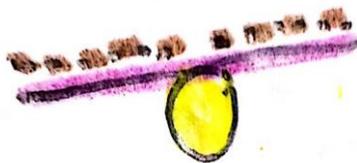
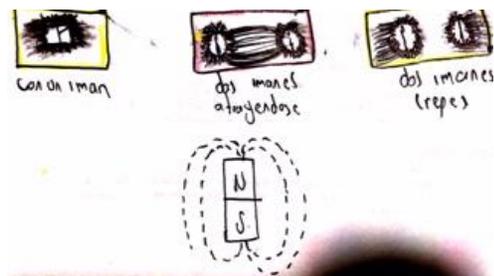
Comprender que las líneas de campo magnético visualizadas durante el experimento no son las mismas líneas de fuerza debido a que son perpendiculares.

7.5.5.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida.

Cuadro 13. Predicción y explicación sobre lo que sucede a las limaduras de hierro al momento de esparcirlas.

PREGUNTA: a) Después de esparcir las limaduras de hierro ¿Qué crees que le ocurrirá? Explique y grafique.			
GRUPO	EXPERIMENTO 5		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	<p>Al esparcir las limaduras de hierros sobre el cartón, las limaduras de hierro optarán la forma del campo magnético del imán.</p> 	<p>Porque los electrones del imán toman la misma disposición, y esto hace que se cree el campo magnético y con ayuda de las limaduras nos lo hace visible.</p> <p>resultados</p>  <p>hipótesis los electrones toman la misma disposición, sin haber que se crea el campo magnético visible</p> <p>d) No se veía lo mismo, queda</p>	<p>Antes, los estudiantes concebían correctamente lo que sucederá a las limaduras de hierro, puesto que estos se ordenarán de acuerdo con las líneas de campo magnético, sin embargo, al momento de la síntesis, comprenden que de una forma más clara que a partir de la alineación de los electrones en movimiento formará un campo magnético que es visible gracias a las limaduras, concluyendo que no obtienen una mejor capacidad argumentativa.</p>
2	<p>Al momento de echar la limadura de hierro, se visualizará el campo magnético y las líneas de fuerza que hacen formar los imanes.</p> 	<p>La materia está compuesta por átomos, el movimiento de los electrones en el interior de los átomos produce corrientes eléctricas, si estas corrientes se orientan según los polos. Los imanes crean un campo magnético, este campo se crea mediante unas líneas de campo cerradas que van del polo Norte al Sur, y es por eso por lo que las limaduras de hierro tomaron la forma del imán por el campo magnético.</p> 	<p>Ellos mencionan que lo que se cree que se visualizará son las líneas de fuerza, cosa por la cual es incorrecta debido a que estas no son fáciles de ver, ya que depende la cantidad de carga en movimiento y del campo. Por eso, se considera que tienen una confusión con las líneas de fuerza eléctrica que sí apunta en la misma dirección del campo eléctrico. Ahora ellos conciben una idea más clara y concisa con lo que sucede, puesto que explican el motivo por la cual se ha de formar el campo magnético, aclarando a su vez que éstas son cerradas. Evidenciándose un mejoramiento en su aprendizaje.</p>

<p>3</p>	<p>Al esparcir las limaduras de hierro y al colocar los dos imanes debajo del cartón, las limaduras de hierro se van a alinear por el campo magnético generado por los imanes.</p> 	<p>Los átomos están formados por electrones que al estar organizados y en movimiento crean un campo magnético, algunos materiales tienen más fuerza que otros porque sus electrones están más organizados y cada electrón tiene su propio campo magnético.</p> 	<p>Los estudiantes conciben una idea correcta, puesto que afirman que las limaduras de hierro se alinearán de acuerdo con el campo magnético generado por el imán, evidenciándose, posteriormente una buena explicación en la síntesis, puesto que ahora conciben una idea más clara al argumentar que el campo magnético se crea a partir de la organización de los electrones en movimiento.</p>
<p>4</p>	<p>Después de esparcir las limaduras de hierro y poner el imán, sus electrones se van a sentir atraídos formando un campo magnético, así que, si el imán se mueve, la limadura también.</p> 	<p>El imán tiene sus electrones organizados y en movimiento haciendo que se provoque la atracción con las limaduras de hierro, que también tienen sus electrones organizados.</p> 	<p>La hipótesis que expresaron los estudiantes es algo confusa, puesto que afirman que los electrones se van a sentir atraídos sin aclarar el motivo y cuál de los dos materiales (imán o limadura) formará el respectivo campo magnético, solo aclaran la existencia de una fuerza magnética al decir que las limaduras se moverán de acuerdo con el movimiento del imán. Por consiguiente, estas confusiones se aclaran y se evidencia en la síntesis, puesto que ahora conocen que el imán produce un campo magnético debido a la organización y movimiento de los electrones, lo cual causa el orden de las limaduras.</p>

<p>5</p>	<p>Sus electrones se van a atraer formando un campo magnético.</p> 	<p>Por la organización de los electrones en el imán se formará un campo magnético que será visible a las limaduras de hierro.</p> 	<p>La hipótesis propuesta por los estudiantes no es tan clara, puesto que mencionan que se formará un campo magnético debido a los electrones, sin aclarar cómo se produce este fenómeno ni mucho menos mencionan cuál de los dos materiales tiene dicha propiedad (imán o limadura), faltando ser más explícitos. Sin embargo, en la parte de la síntesis, los estudiantes comprenden lo que sucede y provoca el campo magnético, diciendo que esto se debe a la organización de los electrones, evidenciándose gracias a las limaduras.</p>
<p>6</p>	<p>No les va a ocurrir nada porque aún no se les ha puesto el imán.</p> 	<p>Las limaduras van a levantarse ya que los electrones se pegan con el imán también pueden formar campo magnético.</p> 	<p>Evidentemente en la hipótesis, los estudiantes no comprendieron la pregunta realizada, y en la síntesis los estudiantes no dan una explicación adecuada.</p>
<p>7</p>	<p>Con dos imanes y la limadura arriba estas mostrarán las líneas de campo magnético.</p> 	<p>Estas mostrarán las líneas de campo magnético, tomando la forma del campo magnético correspondiente al imán.</p> 	<p>Antes, los estudiantes conciben que lo que sucederá es la visualización de las líneas de campo magnético sin dar explicación, igualmente sucede en la síntesis, resaltando en este apartado que las líneas de campo magnético varían de acuerdo a la forma del imán.</p>

8	<p>Las limaduras se van a sentir atraídas por el imán mostrándose el campo magnético.</p> 	<p>Porque los electrones del imán están organizados y en movimiento creará un campo magnético de la cual la podemos ver gracias a las limaduras de hierro.</p> 	<p>Lo que ellos mencionan en la hipótesis es correcto, sin embargo, no se evidencia una argumentación a lo sucedido. Pero en la síntesis, los estudiantes de una manera más explícita mencionan que el campo magnético se crea a partir del movimiento organizado de los electrones, visualizándose gracias a las limaduras de hierro.</p>
---	---	---	--

Es evidente que todas las hipótesis se aproximan al fenómeno que observaron posteriormente, sin embargo, no todos los grupos utilizan explicaciones convincentes de lo que predicen. Algunas de esas explicaciones se la atribuyen a que se debe al campo magnético, sin dar explicación. Por otro lado, es importante resaltar que para el grupo 6 la pregunta fue algo confusa, afirman que no pasará nada en este experimento, puesto que ellos piensan que el imán no se ha ubicado debajo del cartón paja. Hay otro grupo que confunden las líneas de campo magnético con las líneas de fuerza magnéticas, posiblemente se deba a que los relacionan con las líneas de campo eléctrico que si tienen la misma dirección de la fuerza eléctrica.

Con respecto a la síntesis, se puede ver un gran avance en la parte argumentativa, debido a que dan una buena explicación del por qué ocurre el fenómeno en cuestión, en la que la mayoría de los grupos conciben con la idea de que esto se debe a que las limadas de hierro ayudarán a visualizar el campo magnético provocado por el imán, y que esto a su vez, dependerá de la corriente de electrones.

7.5.6. Experimento 6. Pega y despega.

7.5.6.1. Conceptos Esenciales.

Ley de Biot y Savart

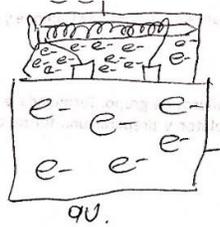
7.5.6.2. Objetivos.

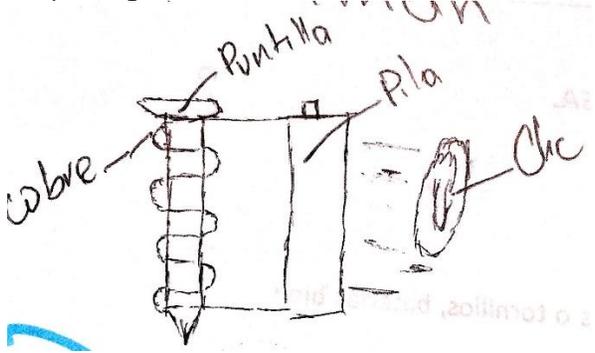
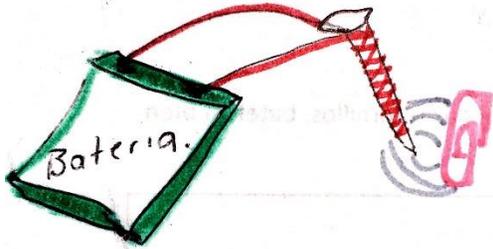
Demostrar la relación que hay entre el campo magnético con una corriente eléctrica que pasa por un conductor, la cual se produce por campos eléctricos.

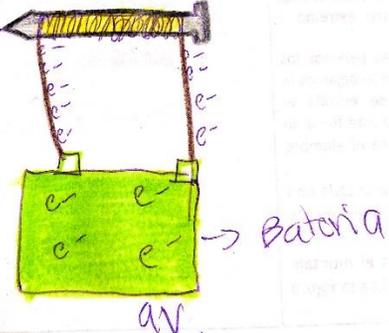
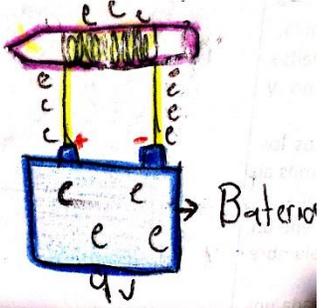
Establecer la relación que hay entre la intensidad constante del campo magnético que se puede producir cuando pasa a través de un número determinado de espiras una corriente eléctrica que debe ser relacionada con el campo eléctrico que mueve las cargas en cierto sentido.

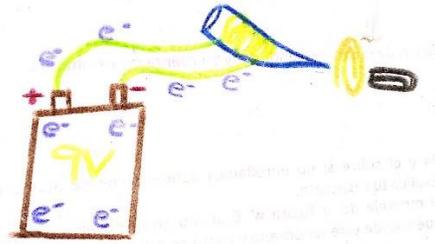
7.5.6.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida.

Cuadro 14. Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de acercar la puntilla previamente conectada a la batería hacia el clip.

PREGUNTA: a) ¿Qué sucederá con el clip cuando acerco la punta de la puntilla? Explique y grafique			
GRUPO	EXPERIMENTO 6		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	La puntilla de acero atraerá el clip hacia la puntilla de esta.	<p>Cuando se acerca la puntilla al "Clip" este se pegará por una propiedad magnética, que se crea al momento en que el cobre entra en contacto con la corriente (pila), y está dirigida por la Ley de Biot y Savart, la cual dice que habrá mayor campo magnético si hay más números de espiras y corriente.</p> 	Es evidente que antes los estudiantes conocían lo que sucederá, pero no dan una explicación a lo que ha de suceder, por lo cual en el después, los estudiantes comprenden el por qué se crea un campo magnético a partir del flujo de corriente junto con sus factores intrínsecos.
2	Al acercar el clavo al clip, este se adhiere a la puntilla porque un conductor (cable) por el que circula corriente experimenta un campo electromagnético	<p>Este fenómeno sucede por el flujo de electrones y si hay electrones en movimiento se crea un campo magnético. De la cual el campo magnético es igual al número de espiras, y a la corriente proporcionada. (Ley de Biot y Savart).</p> 	Los estudiantes mencionan el fenómeno electromagnético, como el producto de la corriente al momento de conducirla en un cable conductor, produciendo así mismo magnetismo, puesto que mencionan que se adhieren, en la que se evidencia una explicación más explícita después de la experimentación, en la que dicen que se provoca un campo magnético debido al flujo de electrones.

<p>3</p>	<p>Lo que sucederá es que el clip será atraído por la puntilla, ya que este se comporta "como un imán" ya que al enrollar la puntilla con el alambre genera energía, los electrones se alinearán.</p>	<p>El campo magnético se forma gracias a la batería y a la puntilla enrollada por el alambre de cobre. El clip se pega a la puntilla por la fuerza de atracción que esta forma. Y si no enrollamos suficiente alambre de cobre abra menos fuerza de atracción, no se producirá el mismo efecto. ya que al aumentar más alambre ampliamos más el campo magnético.</p> 	<p>Para ellos, se produce corriente al momento de enrollar el alambre en la puntilla sin tener en cuenta que lo que provoca esto es la batería. Por lo cual, se muestra en el después un cambio eficiente, debido a que aclaran la confusión que tenían al momento de afirmar que gracias a la batería y al alambre enrollado provoca un campo magnético.</p>
<p>4</p>	<p>Se acercará y se pegará a la punta de la puntilla ya que se crea un campo magnético.</p>	<p>La batería le proporciona carga al alambre y hace que sus electrones se organicen haciendo que se cree un campo magnético y la puntilla quede pegada como un imán atrayendo a un clip.</p> 	<p>Ellos concebían correctamente lo que sucedió en el experimento, puesto que mencionan que se crea un campo magnético, pero no dan una explicación al respecto, tal como se registra en el después, ya que son más explícitos al momento en que dicen que sucede un flujo de cargas en el alambre creando una organización en ellos, en la que se crea un campo magnético. Sin embargo, no se registra con claridad los factores que intervienen en el fenómeno, tal como: la corriente, número de espiras, longitud del circuito magnético.</p>

<p>5</p>	<p>La batería le da energía a la puntilla y hace que el clic se pegue.</p>	<p>Se creará un campo magnético que es directamente proporcional al número de espiras y a la corriente de electrones.</p> 	<p>Los estudiantes presentan una dificultad de comprensión, puesto que creen que la batería les proporcionará la carga directamente a la puntilla dejando a un lado el alambre de cobre (medio conductor), pero, están en lo correcto en decir que la puntilla se adhiera al clic, sin decir que se debe a la creación de un campo magnético. Por lo cual, en el después afirman es que se crea un campo magnético dependiendo al número de espiras y a la corriente de electrones.</p>
<p>6</p>	<p>El clip se va a pegar a la puntilla ya que está actuando como un imán</p>	<p>El clip se va a pegar a la puntilla ya que está actuando como un imán</p> 	<p>A pesar de que tenían la idea de lo que sucede en el experimento, no especifican a qué se debe, igualmente sucede en el después.</p>
<p>7</p>	<p>La puntilla de acero atraerá el clip hacia la puntilla de esta.</p>	<p>Se creará un campo magnético que va a ser proporcional al número de espiras y a la corriente que se proporciona, haciendo que la puntilla se adhiera al clic.</p> 	<p>A pesar de que tenían la idea de lo que sucede en el experimento, no especifican a qué se debe. Ahora, conciben que gracias a la corriente que fluye en el alambre se provoca un campo magnético que dependerá al número de espiras.</p>

8	Se atrae el clip a la puntilla	<p>La puntilla se vuelve un imán porque al inducirle energía eléctrica se alinearán los electrones de la puntilla, haciendo que adquiera la propiedad magnética.</p> 	<p>Los estudiantes concuerdan en lo que sucede en el experimento, sin conocer a qué se debe esto. Sin embargo, esto queda en el paso, al momento de evidenciarlo, ya que afirman ahora que esto se debe gracias a la alineación de los electrones, puesto que así mismo se creará un campo magnético.</p>
---	--------------------------------	---	---

Es evidente que todas las hipótesis se aproximan al fenómeno que observaron posteriormente, sin embargo, no todos los grupos utilizan explicaciones convincentes de lo que predicen, debido a que no dan explicaciones a nivel microscópico, existiendo excepción en el grupo 3, 4 y 6 respectivamente. Por lo cual, el primero (grupo 3), relacionan el fenómeno con el electromagnetismo, pero no dan una explicación concisa a lo que hace referencia este término. El segundo (grupo 4), tiene claridad que esto se debe a la creación de un campo magnético, al momento de pasar corriente (batería) al alambre (medio conductor) y que hace que se adhiera la puntilla al clic, tal como lo menciona el tercero (grupo 6), que lo relaciona como si fuera un imán sin dar ninguna otra explicación.

En el momento de la síntesis se puede ver una mejor explicación del por qué ocurre el fenómeno en cuestión, en el que la mayoría de los grupos conciben que se crea un campo magnético, gracias al flujo de electrones de la batería al alambre (medio conductor), y que a su vez el campo magnético depende de la corriente y del número de espiras. Sin embargo, el grupo 6 persiste con la idea de la hipótesis, puesto que no dan una explicación más explícita a lo sucedido.

7.5.7. Experimento 7. ¿Magnetismo que produce electricidad?

7.5.7.1. Concepto esencial.

Ley de Faraday

7.5.7.2. Objetivo.

Demostrar el fenómeno de una corriente inducida por la presencia del flujo de un campo magnético.

7.5.7.3. Análisis de la comparación entre la hipótesis y la síntesis adquirida.

Cuadro 15. Predicción y explicación sobre lo que sucede al momento de introducir un imán en una bobina de 200 espiras.

PREGUNTA: a) ¿Qué crees que vas a observar en el multímetro cuando se mueva el imán constantemente hacia adentro y hacia a fuera en la bobina de 200 espiras? Explique lo sucedido			
GRUPO	EXPERIMENTO 7		
	ANTES	DESPUÉS	ANÁLISIS
1	No sucederá nada, ya que no hay cosa alguna que genera algo	Observamos una marcación en el multímetro queriendo decir que hay un voltaje.	Ellos creían que no se podría generar corriente mediante el flujo magnético del imán, ya que no se contaban con los materiales de producir corriente. Ahora, evidencian la generación de corriente inducida gracias al voltímetro, pero, no tienen la capacidad de explicar por qué se observa esas variaciones.
2	Los voltajes aumentarán y disminuirán al momento de sacar e introducir el imán, es decir, que se producirá un voltaje.	Se observó una serie de números en el multímetro cada vez que se introduce el imán dando un pequeño voltaje.	Los estudiantes tenían la idea correcta, al momento de afirmar que se producirá corriente inducida que dependerá del movimiento del imán, pero, no especifica con claridad que esto se debe gracias al flujo magnético en variación del tiempo junto con el número de espirales, esto se evidenció al momento de observarlo en el multímetro.
3	Al introducir el imán este produce energía eléctrica junto con las espiras haciendo que el voltímetro se evidencie algunos números.	Se observó un voltaje ya que el voltímetro da una serie de números.	Se puede evidenciar que los estudiantes tenían la concepción ingenua de que se producirá energía eléctrica (y no corriente), al momento de introducir el imán al solenoide y que a su vez depende del número de espiras. Ahora aclaran que sus hipótesis son verdaderas, pero, le faltan más explicación frente al fenómeno.

4	Varia el voltaje cada que se mueva el multímetro.	se observa una serie de números ósea voltaje producido por la bobina e imán.	Tenían la concepción de que el Voltímetro era el responsable de producir el voltaje, pero, ahora, esa idea se cambia, ya que mencionan que esto se debe al imán y a la bobina, sin embargo, no les queda claro el por qué y cómo se produce este fenómeno.
5	Se produce energía eléctrica gracias al magnetismo.	Nosotros observamos unos números.	Antes, daban la explicación del fenómeno, cuya hipótesis estaba en lo correcto, pero, les faltó aclarar los factores que intervienen en la producción de la corriente inducida, sin embargo, tenían una concepción próxima a lo sucedido, que comparación del después, lo estudiante les faltó explicar lo sucedió, solo mencionan que se produce la corriente, puesto que se observa la variación del voltaje en el multímetro.
6	Lo que va a pasar es cuando se mueva el imán hacia el fondo habrá más energía eléctrica y si se saca disminuye.	Se observa una marcación en el voltímetro o sea que es un voltaje ya que el voltímetro mide voltaje.	Conciben una idea correcta de que la corriente inducida aumenta al momento de introducir el imán en el solenoide, y viceversa. Ahora, conceden que el imán es capaz de producir voltaje, ya que se puede observar una variación de voltaje en el voltímetro.
7	Produce energía eléctrica gracias al magnético.	Se observa unos números en el voltímetro cuando el imán está en movimiento.	Para ellos la energía eléctrica es la misma corriente inducida, y que es provocada por el magnetismo, en la que se puede afirmar que tenían una concepción correcta, y que gracias al experimento se logró evidenciar que así era, puesto que se observaba variación de voltaje en el voltímetro.

8	Cuando se introduzca el imán hacia a dentro de las espiras este dará una energía eléctrica y cuando se saca disminuirá esta energía.	Nosotros observamos unos números.	Se podría afirmar que este grupo produjo un plagio al grupo 6, por la similitud de las respuestas.
---	--	-----------------------------------	--

Se evidencia que, en las hipótesis, siete de los ocho grupos, se aproximan al fenómeno que observaron de manera descriptiva y no explicativa, a excepción del primer grupo que creían que no sucederá nada. Sin embargo, los grupos que se aproximan a dar una explicación no conocen con exactitud lo que se produce al momento de introducir y sacar el imán de la bobina, e igualmente que la cantidad de espiras influye en dicho fenómeno, en la que se concuerda con que se producirá energía eléctrica en lugar de corriente inducida.

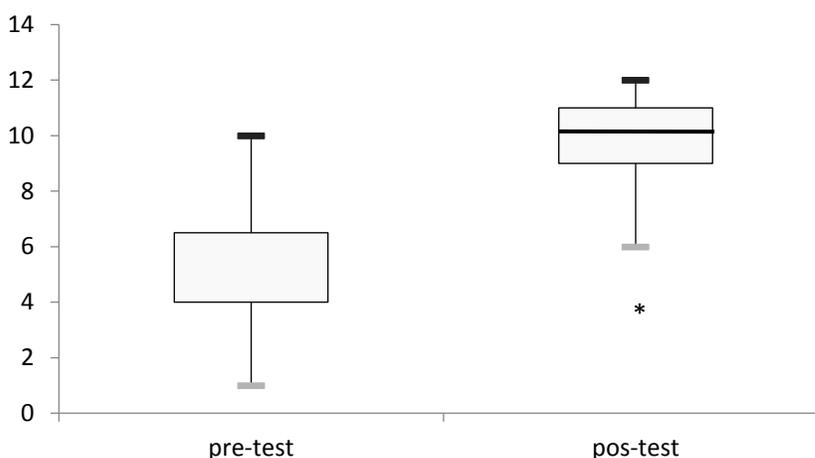
En el momento de la síntesis se puede ver que el primer grupo, explican que verdaderamente sucede algo, puesto que se evidencia una variación de voltaje en el voltímetro, esta respuesta es la que concuerda con los demás grupos. Sin embargo, a los ocho grupos le faltó dar una buena explicación de lo que sucede en el fenómeno, solo mencionan eso, pero no dan explicación de que la corriente inducida es provocada por la variación del flujo magnético al momento de introducir y sacar el imán, y que a su vez dependerá el número de espiras que contiene la bobina, afirmándose que los estudiantes aún les faltan la capacidad argumentativa frente a los fenómenos científicos.

7.6. Validez del aprendizaje a partir de la comparación del pre-test con el post-test.

7.6.1. Box-Plot.

Antes de aplicar las actividades experimentales se identificaron los resultados del pre-test; una vez finalizadas las actividades se aplicó el post – test, y de igual forma se obtuvo sus resultados, para compararlos y así establecer la validez del aprendizaje. Esto se logra visualizar mediante el gráfico en el formato Box-Plot (Ver figura 34).

Figura 34. Resultados generales del pre–test y post–test a partir de un gráfico Box-Plot



Con base a la gráfica anterior se pueden mencionar cuatro aspectos:

- A pesar de que en el pre-test se evidencia un grupo relativamente homogéneo debido a que su rango inter-cuartílico fue de 2,5 y en el post-test el grupo fue más homogéneo pues el rango inter-cuartílico fue de 2,0. Esto quiere decir que la estrategia didáctica utilizada les sirvió para el aprendizaje en los conceptos de campo eléctrico y magnético a la mayoría de los estudiantes.
- Se percibe claramente una mejoría en el post-test, debido a que el 50% de la población respondió correctamente 10 puntos, en cambio en el pre- test ese 50%

se obtuvieron 4 puntos.

- Aunque en el pre-test hay estudiantes que obtienen un máximo de 10 puntos, también hay estudiantes que sólo responden correctamente una pregunta. En cambio, en el post-test hay estudiantes que como mínimo obtienen 6 respuestas correctas y 12 respuestas como máximo.
- Cabe resaltar que hay un valor atípico en el post-test, el cual obtuvo 4 puntos, pero suponemos que esto se debe a que en el momento de que él resolvió el cuestionario se encontraba indispuesto, afirmándose de acuerdo con lo observado durante el desarrollo de las actividades experimentales.

De acuerdo con el análisis anterior, se adquirió un aprendizaje en el campo eléctrico y magnético, el cual fue evidenciado en la comparación de los test, sin embargo, hay que resaltar que se encontró mayor dificultad con la pregunta número 3 (Ver Anexo A), posiblemente se deba a que no comprendieron la pregunta o aún no está claro el concepto de fuerza eléctrica y carga eléctrica.

7.6.2. Análisis de normalidad.

Para poder establecer una diferencia significativa entre los resultados del pre-test con los del post-test a partir de la prueba de T Student para muestras relacionadas, es fundamental conocer si realmente dichos resultados presentan una distribución normal. Para conocer eso se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk, ya que la muestra es inferior a 50 datos (son específicamente 23 estudiantes). Entonces las hipótesis son:

H₀: La variable resultados del pre-test presenta una distribución normal.

H_i: La variable resultados del pre-test

N₀: presenta una distribución normal.

Si la significancia (sig.) es mayor a 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula (H₀), de lo contrario se rechaza y se tomaría la hipótesis alternativa.

Cuadro 16. Prueba de normalidad de los resultados obtenidos en el pre-test y pos-test.

	Prueba de Shapiro-Will		
	Estadístico	gl	Sig.
Grupo pre-test	0,930	23	0,111
Grupo post-test	0,214	23	0,080

Del cuadro anterior se puede afirmar que los resultados del pre-test y post-test presentan una distribución normal, por lo que es aceptada la prueba T-Student para reconocer estadísticamente la diferencia entre esos resultados y así validar la estrategia didáctica utilizada.

7.6.3. Análisis con prueba de T-Student.

La prueba T Student para muestras relacionadas permite comparar las diferencias entre dos variables numéricas (resultados total pre-test y total post-test), y estimar la probabilidad de que en realidad los dos grupos de datos vengan de una única distribución, obtenidos en dos momentos (antes y después de la aplicación de las actividades experimentales); es decir, la probabilidad de que los estudiantes hayan mejorado su aprendizaje después de la intervención didáctica.

El intervalo de confianza con el que se trabajó para el análisis es del 95%, y las hipótesis a contrastar son:

H₀: No hay diferencia significativa en las medias de los resultados obtenidos antes y después de aplicar las actividades experimentales.

H₁: Hay diferencia significativa en las medias de los resultados obtenidos antes y después de aplicar las actividades experimentales.

Si la significancia (sig.) es mayor a 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula (H₀), de lo contrario se rechaza y se tomaría la hipótesis alternativa.

Cuadro 17. Estadístico descriptivo del resultado pre-test y post-test.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Grupo pre-test	5,26	23	2,158	0,450
	Grupo post-test	9,78	23	1,953	0,407

Cuadro 18. Prueba de T-Student para muestras relacionadas de los resultados del pre-test y el post-test.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Grupo pre-test - Grupo post-test	-4,522	2,745	0,572	-5,709	-3,335	-7,901	22	0,000

De los cuadros 17 y 18 se puede afirmar que toma la hipótesis alternativa, lo que significa que hay diferencia significativa entre las medias de los resultados obtenidos del pre-test y post-test, debido a que la $Sig \leq 0,05$, , además es evidente (en los estadísticos descriptivos) que la media sube en más de 4 puntos, lo que confirma que la estrategia didáctica utilizada mejoró el aprendizaje de los estudiantes sobre los conceptos de campo eléctrico y campo magnético.

8. Conclusiones

- Los estudiantes adquirieron un aprendizaje sobre los conceptos de campo eléctrico y campo magnético, debido a que la mayoría de ellos concebían que << el campo eléctrico es un espacio de concentración de electrones y protones, también es un espacio donde se desplazan las líneas de fuerza >>, estas concepciones fueron cambiadas por una idea más elaboradas acorde al modelo científico, ya que después de la intervención didáctica, definen que << el campo eléctrico es el espacio en donde interactúan las cargas>>. Otras ideas ingenuas que ellos plantean es que <<El campo magnético es el espacio que extrae metales>>, otros contestaron que << el campo magnético es generado por los imanes>>, es evidente que estos juicios fueron modificados una vez realizada la investigación, ya que ahora mencionan que << el campo magnético es el espacio en donde interactúan las cargas que están en movimiento y que sus electrones están alineados entre sí >> demostrado en las explicaciones dadas en cada una de las actividades realizadas.
- Las guías son muy importantes a la hora de desarrollar los respectivos experimentos demostrativos, puesto que ayudaron a orientar los conceptos, manteniendo activo el rol del estudiante; además las guías adecuaron la secuencia de enseñanza para poder trabajar en orden y con tiempos adecuados. Por eso se tuvieron fases obligatorias como predicción individual, predicción grupal, realización de la práctica, discusión de preguntas y síntesis, donde participa tanto el docente como el estudiante en cada una de ellas.
- La experimentación es base fundamental para que los estudiantes mejoren conceptos ingenuos, porque con ella se logró observar que los fenómenos magnéticos y eléctricos se pueden explicar a pesar de su nivel de abstracción, el cual requiere de un conocimiento teórico a nivel microscópico, sin embargo, esta práctica facilita que el estudiante relacione su conocimiento intuitivo con lo práctico, puesto que en ellas se interactúa y construye conocimiento con base a lo que observa, describe y explica.

- Se logró conocer las hipótesis grupales y síntesis final de cada predicción para identificar el aprendizaje y las dificultades de los conceptos trabajados. Sin embargo, y a pesar que se evidenció el aprendizaje de estos conceptos porque se notó una terminología técnica y una habilidad para explicar coherentemente la síntesis bajo la luz de la teoría, persistió dificultades debido a conceptos abstractos y fenómenos que son visualmente parecidos, los cuales confunden la idea correcta de campo eléctrico y magnético, tal como se pudo evidenciar con las guías de los experimentos 3 y 4; denominados “mapa energético en una cubeta” y el del “desviando al electrón”, respectivamente. El primero mostraba la identificación de las superficies equipotenciales, pero, los estudiantes lo relacionaban con el experimento 2 de las líneas de campo eléctrico, por lo que confundían estos dos conceptos, ya que son visualmente parecidos; y el segundo mostraba que los electrones producidos en un tubo de rayos catódicos pueden ser perturbados por la presencia de un campo magnético, el cual genera una fuerza magnética que los desvía, pero los estudiantes no lo lograron comprender por la abstracción de la regla de la mano derecha, trayendo una confusión entre las líneas de campo con las de fuerza magnética.
- Se diseñó un test coherente con los conceptos que se desarrollaron en cada actividad experimental, en el que se pudo establecer que esas actividades son válidas para mejorar el aprendizaje del campo eléctrico y campo magnético, ya que la prueba de T Student para muestras relacionadas estableció que las medias entre el pre-test y post-test fue significativamente diferente, superando los resultados en el último test en más de cuatro puntos.
- Es importante mencionar que este tipo de trabajos le ayudan a tener más claro al docente en formación que no es necesario recurrir a aparatos de última tecnología para mostrar, por ejemplo, las líneas de campo eléctrico o magnéticos, ya que con materiales caseros se puede lograr, por eso en muchos casos se necesita de nuestra recursividad.

- Una revisión sobre la historia y epistemología del tema a tratar permite al docente fortalecer la parte conceptual y no caer en el error de enseñar los temas superficialmente; además permite identificar posibles ideas intuitivas de los estudiantes, ya que algunas de estas ideas coinciden con las que tenían los científicos de la historia, como es el caso de no concebir la relación entre electricidad y magnetismo. Por eso, dicha revisión le permite al docente anticiparse a posibles discusiones en el aula.

9. Recomendaciones

- Se recomienda a las personas que tomen como base este trabajo de grado debe tener cuidado al momento de aplicar las guías debido a las dificultades que expresaron los estudiantes. Estas guías son la de los experimentos 3 y 4; denominados “mapa energético en una cubeta” y del “desviando al electrón”, respectivamente. Por eso se recomienda que estos dos experimentos sean mejorados con otra estrategia para facilitar el aprendizaje.
- Por otro lado, se recomienda que a la hora de diseñar este tipo de guías se realice sólo una pregunta que tenga las cualidades de predicción y que responda al concepto que se desea transmitir, puesto que, facilita al estudiante ser más conciso al momento de argumentar lo sucedido y así mismo no tener confusión con otras preguntas que transmiten lo mismo.
- También se recomienda al docente, que antes de iniciar cualquier actividad que requiera la argumentación de las respuestas dadas por los estudiantes, se realice control de lectura u otras actividades en la que el estudiante esfuerce su capacidad argumentativa, ya que esta es una de las principales dificultades que se encontraron en este trabajo. También, el docente debe de ser explícito al solicitar la explicación de las predicciones, puesto que los estudiantes por terminar pronto no realizan eficientemente lo solicitado, sin evidenciarse la parte explicativa y argumentativa del fenómeno sucedido.

10. Anexos.

Anexo A. Pre-test y post-test.

 <p>Universidad Surcolombiana</p>	
Universidad Surcolombiana	
Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología	
Proyecto de Investigación: Enseñanza del Concepto de Campo Eléctrico y Campo Magnético a partir de la Experimentación con los estudiantes del grado 1001 de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva.	
CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS ESTUDIANTES DE 1001 DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA LIBRADA DE NEIVA.	
Identificación	
Nombre: _____ Sexo: ___ Edad: ___ Fecha: _____	
Actividad:	
Contesta las siguientes preguntas de forma individual de acuerdo a las ideas que tienes, es decir, mediante las experiencias que has vivido, lo que has escuchado, lo que has compartido en clase sobre el concepto de campo eléctrico, magnético y electromagnético.	
1. Defina los siguientes términos:	
a) Campo Eléctrico:	

b) Campo Magnético:	

c) Cargas:	

d) Voltaje:	

e) Potencial Eléctrico:	

f) Fuerza Eléctrica:	



g) Menciones las propiedades magnéticas

h) Espiras: _____

2. Fernanda tiene una esfera elaborada con una bola de icopor envuelta en papel aluminio (Ver Figura 1). Luego, frota con una bolsa plástica una regla de acrílico hasta que ésta queda cargada eléctricamente. Fernanda, se cuestiona lo siguiente: ¿Qué sucederá con el péndulo al momento de acercar la regla de acrílico que está cargada eléctricamente?

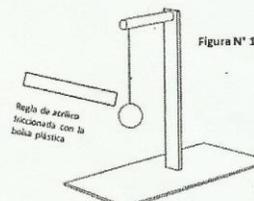


Figura N° 1

- Se atrae tocando la regla y luego se aleja de ella, porque la regla de acrílico ha ganado electrones, que una vez acercado al péndulo los cede.
 - Se atrae tocando la regla y luego se aleja de ella, porque la regla de acrílico ha ganado protones, que una vez acercado al péndulo los cede.
 - Se aleja de la regla y luego se atrae a ella, porque la regla de acrílico ha perdido sus cargas.
 - No pasa nada, porque las cargas no se pueden ceder de un cuerpo a otro.
3. Fernanda repite el mismo paso de la pregunta 2, y nuevamente frota la regla de acrílico con la bolsa de plástico. Esta vez acerca la bolsa de plástico en vez de la regla de acrílico, por lo tanto, Fernanda evidencia dicho fenómeno y formula la siguiente pregunta a sus amigos ¿Qué cree que sucederá con el péndulo que está cargado eléctricamente al acercar la bolsa de plástico?

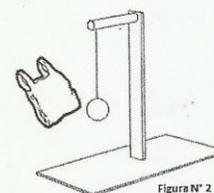


Figura N° 2

- Se aleja, porque la bolsa plástica ha ganado electrones igual que el péndulo.
 - Se aleja, porque la bolsa plástica ha perdido átomos y el péndulo ha ganado protones.
 - Se atrae, porque la bolsa plástica ha perdido electrones y el péndulo ha ganado electrones.
 - No pasa nada, porque las cargas no se pueden ceder de un cuerpo a otro.
4. Imagina que se pone en un recipiente cerrado, aceite y semillas de pasto. Sobre los extremos del recipiente se disponen dos electrodos metálicos esféricos (terminales) separados a una distancia de 3 cm (Ver figura 3) y se conecta un electrodo (terminal) a una fuente generadora de cargas y el otro terminal se conecta a tierra.



Teniendo en cuenta lo anterior, ¿Qué sucederá con las semillas de pastos cuando se le aplique voltaje?

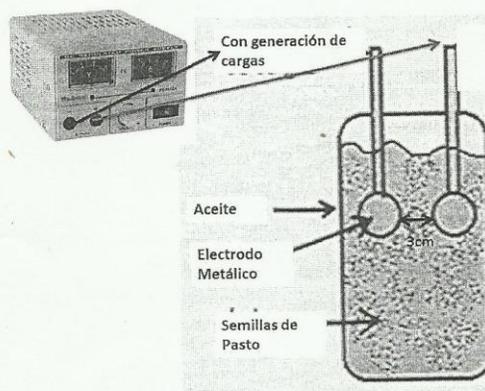


Figura N° 3

- Las semillas se freirán, porque el campo eléctrico hace que haya un aumento de temperatura en el medio en que se encuentran.
- Las semillas crecerán, porque el campo eléctrico estimula el embrión de las mismas.
- Las semillas se esparcirán, porque el campo eléctrico hace que éstas se desordenen.
- Las semillas se alinean, porque toman la forma del campo eléctrico.

5. De acuerdo con el montaje anterior, ¿Qué sucederá si se le cambia la forma de los terminales? Teniendo en cuenta que antes eran esféricos y ahora planos. (figura 4).



Figura 4

- Aumente o disminuye el campo eléctrico, porque el campo eléctrico es directamente proporcional a la forma de los terminales.
- Cambien las líneas del campo eléctrico, porque son directamente proporcionales a las formas de los terminales.
- No pasa nada, porque la forma de los terminales no afecta en la visualización del campo eléctrico.
- Aumenta o disminuye la temperatura, porque los terminales poseen propiedades térmicas.



6. Carlos añade agua de grifo dentro de un recipiente y coloca unos electrodos metálicos (terminales) conectados a una fuente de 12 Voltios (Figura N 5). Con la ayuda de un voltímetro (dispositivo que mide el voltaje entre dos puntos del espacio) mide el mismo voltaje en diferentes regiones de la solución. A estas regiones se le denominan líneas equipotenciales. ¿Cuál gráfico cree que Carlos irá a dibujar?

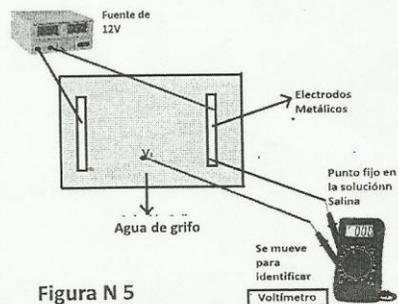
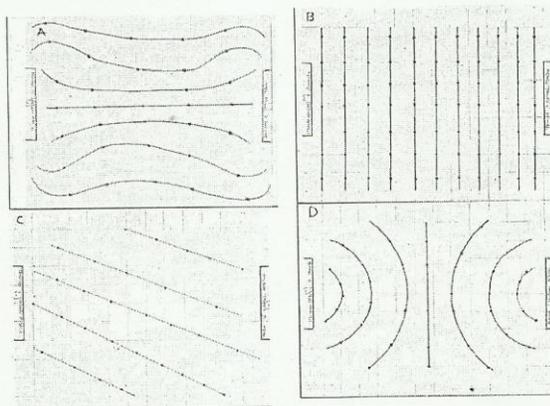


Figura N 5



7. En una clase de física, el docente le pregunta a Santiago ¿Qué sucede si se le acerca un imán al cátodo de un tubo de rayos catódicos de un Televisor encendido? Para lo cual, el docente le enseña la siguiente imagen y le recuerda que los electrones están viajando desde el extremo del cátodo hasta el extremo de la pantalla fosforescente

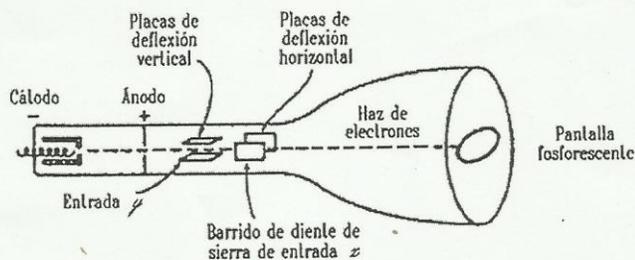
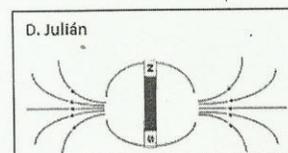
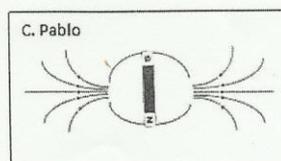
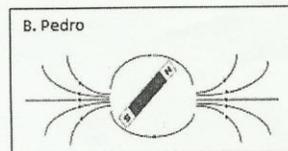
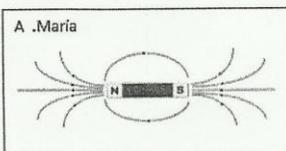


Figura N 6 Tubo de Rayos Catódicos

De acuerdo con lo anterior, Santiago tiene en mente las siguientes opciones. Por ende, ¿Cuál cree que es la opción correcta que debería tomar Santiago?

- a. Desviación del haz de los electrones, porque el campo magnético del imán genera una fuerza magnética haciendo que se perturbe el sentido en que se dirige los electrones.
 - b. Explote el Televisor, porque el campo magnético del imán genera una fuerza de la cual hace que se concentre una mayor cantidad de energía.
 - c. Obstaculización de los electrones, porque el campo magnético genera una fuerza magnética que hace que los electrones no fluyan, si no que se concentren en el cátodo.
 - d. Atrae los materiales ferromagnéticos, porque el imán posee un campo magnético y que por ende atraerá todos los materiales ferromagnéticos que estén en el tubo de rayos catódico.
8. El profesor de física, desea realizar un experimento que consiste en colocar un imán debajo de un cartón paja y encima se dispersen limaduras de hierro. Para eso, el profesor les solicita a los líderes de los cuatro grupos (María, Pedro, Pablo y Julián) que diseñen de forma gráfica lo que ellos creen que sucederá al momento de dispersar la limadura hierro. Los siguientes diseños obtenidos se encuentran a continuación, pero, para eso el docente necesita de su colaboración. Por ende, el docente te pregunta ¿Cuál de los cuatros diseños obtenidos crees que sea el correcto?

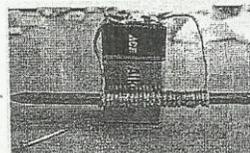


9. El profesor le pide a María José que por favor le traiga los imanes de barra (Ver figura 7) que están ubicados en uno de los mesones de laboratorio. Cuando ella se está acercando hacia el docente, María José tropieza con un pupitre y los imanes de barra caen al suelo partiéndose por la mitad. ¿Qué le pudo suceder a los imanes de barra después de estar partidos por la mitad?



Figura N 7

- a. No sirven, porque cuando estos se rompen pierden sus propiedades magnéticas.
- b. Se vuelven más potentes, porque el suelo tiene unas propiedades magnéticas que hacen que este sea más poderoso.
- c. formación de nuevos imanes, porque este no pierde sus propiedades magnéticas, pero sí disminuye su intensidad magnética.
- d. Queden iguales, porque este está hecho por un material especial que hace que no pierda sus propiedades magnéticas
10. Juan le comenta a su amigo Luis, que con la ayuda de una puntilla enrollada en un alambre de cobre y conectada a una pila de 9 voltios, se crea cierta propiedad en la puntilla. ¿Cuál crees que sea esa propiedad que Juan le comenta a su amigo Luis?



- a. Adquiere sólo propiedades eléctricas, porque la corriente eléctrica se desplaza por el alambre de cobre y este llega en la puntilla.



- b. Adquiere sólo propiedades magnéticas, porque al pasar corriente eléctrica al alambre se consigue que los electrones pertenecientes en la puntilla se alineen y se ordenen.
- c. Adquiere propiedades eléctricas, porque al pasar corriente eléctrica al alambre se consigue que los electrones se desordenen.
- d. No adquiere ninguna propiedad magnética ni eléctrica, porque la corriente eléctrica se desplaza de extremo a extremo del medio conductor que es el alambre de cobre, más no, en la puntilla.
11. De acuerdo con la pregunta 10, Juan desea averiguar ahora ¿Qué sucederá si aumenta o disminuye las vueltas de alambre enrollada en la puntilla?
- a. Sí se aumenta el número de espiras aumentará el Campo Magnético y si se disminuye el número de espiras aumentará el campo magnético, porque el número de espiras es proporcional al campo magnético.
- b. Sí se aumenta el número de espiras disminuirá el Campo Magnético y si se disminuye el número de espiras aumentará el campo magnético, porque el número de espiras es proporcional al campo magnético.
- c. Sí se aumenta el número de espiras disminuirá el Campo Magnético y si se disminuye el número de espiras aumentará el campo magnético, porque el número de espiras es inversamente proporcional al campo magnético.
- d. Sí se aumenta el número de espiras aumentará el Campo Magnético y si se disminuye el número de espiras disminuirá el campo magnético, porque el número de espiras es proporcional al campo magnético.
12. Héctor y Fabio son dos estudiantes de bachillerato, y su profesor de física les solicita que con un imán, un solenoide (alambre de cobre enrollado sobre una base cilíndrica), y un voltímetro realicen un montaje para evidenciar un fenómeno del electromagnetismo. Héctor y Fabio proponen el siguiente montaje (Figura N 9):

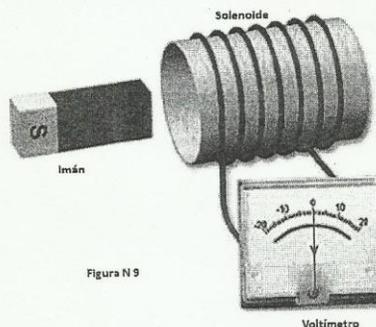


Figura N 9



Con respecto al montaje, ¿Qué quiere demostrar Héctor y Fabio después de introducir y sacar repetidamente el imán por el centro del solenoide?

- a. Que el alambre posiblemente se caliente, porque al introducir repetidamente el imán el campo magnético de esta interactúa con el alambre de cobre generando un aumento de temperatura comprobándose con el tacto.
 - b. Se genera un campo magnético, porque el imán formará un campo magnético y que atraerá el alambre de cobre comprobado con el voltímetro.
 - c. Se genera una corriente eléctrica en el alambre, porque el campo magnético producido por el imán estará cambiando, y de la cual se inducirá una corriente eléctrica en el alambre de cobre comprobándose en el voltímetro.
 - d. No sucederá nada, porque es imposible que a partir de un campo magnético producido por un imán pueda producir corriente u cualquier otro efecto.
13. Una vez identificado lo que sucederá en el fenómeno de la pregunta 12. Héctor mediante la experimentación le surge la siguiente pregunta ¿Qué sucederá si se aumenta o disminuye la velocidad al momento de introducir y sacar repetidamente el imán dentro del solenoide?
- a. Aumentará o disminuirá la temperatura, porque la velocidad del campo magnético es proporcional a la temperatura; evidenciándose mediante el sentido del tacto.
 - b. No sucederá nada, porque es imposible que a partir de un campo magnético producido por un imán pueda producir corriente u cualquier otro efecto.
 - c. Aumentará o disminuirá el campo magnético, porque se creará una variación del flujo magnético ya que es proporcional a la velocidad realizada por el imán evidenciándose al acercar un objeto metálico.
 - d. Aumentará o disminuirá la corriente eléctrica, porque la variación del flujo magnético producido por el movimiento del imán es proporcional a la velocidad evidenciándose mediante el voltímetro.

Anexo B. Formato de Validación de los expertos.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 FACULTAD DE EDUCACIÓN
 LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA.



VALIDACIÓN DE TEST POR EXPERTOS

A continuación se presenta el formato de validación del instrumento adjunto que permite medir las ideas previas que tienen los estudiantes sobre el concepto de campo eléctrico y campo magnético, los cuales son los fundamentos básicos que hacen parte de la investigación titulada: **Enseñanza del Concepto de campo eléctrico y campo magnético a partir de la experimentación**, para estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Santa Librada de Neiva. El objetivo es examinar el nivel de validez y confiabilidad del instrumento y permitir que este se ajuste a las necesidades de la investigación.

La información recolectada tendrá fines netamente académicos y por lo tanto requiere de su rigurosa y sincera aplicación.

Instrucciones:

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta: Colocar solo un número en los criterios que se quieren evaluar para cada uno de los ítems, teniendo en cuenta que se considera la escala de 1 a 5 donde:

Totalmente	5
De acuerdo	4
Indiferente, no sabe	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

- ✓ **Extensión adecuada:** tanto el enunciado como las respuestas tienen una extensión cómoda y adecuada para su desarrollo.
- ✓ **Enunciado correcto y comprensible:** las preguntas, respuestas y gráficos utilizados son entendibles y llevan una secuencia lógica; además los datos y fenómenos proporcionados son científicamente correctos.
- ✓ **Buena ortografía y uso del lenguaje apropiado:** las palabras utilizadas están bien escritas y se adaptan al lenguaje de la población de estudio.
- ✓ **Mide lo que pretende:** se establece una relación entre el ítem y el concepto que se quiere evaluar (Termodinámica y ciencia, tecnología y sociedad)
- ✓ **Induce a la respuesta:** existe una relación directa entre el enunciado y las opciones de respuestas.

En la casilla de observaciones colocar solo una alternativa (M, E ó Mo), teniendo en cuenta:

M: si el ítem debe mantenerse tal y cual como está estructurado.

E: si el ítem debe eliminarse completamente.

Mo: si al ítem se le debe de hacer una modificación.

Í T E M	CRITERIOS A EVALUAR					OBSERVACIÓN
	Extensión adecuada	El enunciado es correcto y comprensible	Buena ortografía y uso del lenguaje adecuado	Mide lo que pretende	Induce a la respuesta	M=mantener E=eliminar Mo=modificar
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
ASPECTOS GENERALES			VALOR (escala de 1 a 5)	OBSERVACIÓN		
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.						
2. El instrumento propuesto ayuda a la consecución de los objetivos del estudio.						
3. La estructura del instrumento es la adecuada.						
4. El número de ítems es adecuado para su aplicación.						
5. El instrumento evalúa de manera pertinente la temática.						
Aplicable		No aplicable		Aplicable teniendo en cuenta las observaciones		
Validado por:						
Correo:						

Tomado de la Revistas Ciencias de la Educación (2009). Vol.19. Nº 33 Valencia Enero- Junio.

Adaptado por Marín, G. (2016).

Anexo C. Guías de Laboratorio.



**Universidad
Surcolombiana**

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACION

**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FISICA, QUIMICA Y
BIOLOGIA.**

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA – N°1 EL PENDULO LOCO.

1. Planteamiento del problema

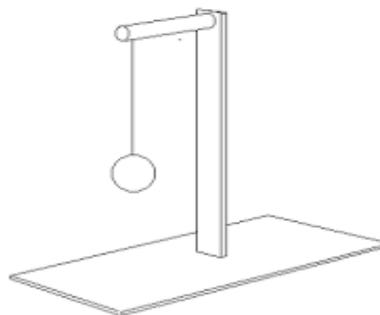
MATERIALES:

Un trozo de hilo, bola de icopor número 2, papel aluminio, soporte universal, regla de acrílico, bolsa de plástico y tela de poliéster.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Tomamos la bola de icopor y la envolvemos en aluminio.
- ✓ Una vez hecho esto, con un trozo de hilo atamos la bola de icopor.
- ✓ Suspendemos la bola de aluminio en un soporte universal como una especie de péndulo. El montaje debe quedar como lo muestra la figura número 1.
- ✓ Seguidamente frotamos la regla de acrílico con la bolsa de plástico y **acercamos** la regla a la bola de icopor que está suspendida.
- ✓ Luego, hacemos el mismo procedimiento anterior pero esta vez **tocamos** la regla con la bola de icopor.

Figura N° 1.



2. Predicciones individuales (5 minutos)

Reflexionar y realizar de forma individual las siguientes predicciones:

- a. ¿Qué crees que sucederá con el péndulo al momento de **ACERCARLE** la regla de acrílico después de haber sido frotada con la bolsa de plástico? Dibuje y explique lo sucedido.

3. Predicciones grupales (5 minutos)

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas a sus compañeros debidamente justificadas.

4. Realización de la práctica (5 minutos)

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. Resultados y discusión (25 minutos)

- a) ¿Por qué se hace frotar la regla de acrílico con la bolsa de plástico para apreciar el fenómeno observado? Explica lo que sucede con cada uno de ellos.

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a todos sus compañeros.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 FACULTAD DE EDUCACION
 LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FISICA,
 QUIMICA Y BIOLOGIA.

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA N° 2-SEMILLAS QUE EXPERIMENTAN EL CAMPO ELÉCTRICO.

1. Planteamiento del problema

Precaución: Riesgo de choque eléctrico. Para realizar el siguiente experimento se requiere de concentración en el laboratorio para identificar las partes que no son manipulables por los estudiantes, ya que los voltajes son elevados.

MATERIALES:

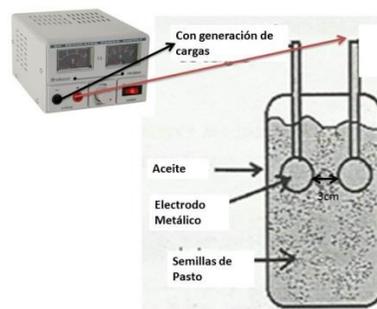
Semillas de pasto, fuente de poder, reflector generador de ondas, aceite, electrodos redondos y planos.

PROCEDIMIENTO:

NOTA: Antes de realizar este experimento es necesario que el docente exponga las partes que no se deben tocar cuando esté prendida la fuente de alto voltaje.

- ✓ Sobre un reflector agregamos aceite de cocina, después se le adiciona las semillas de pasto, agitamos para que las semillas se mezclen con el aceite.
- ✓ Seguidamente conectamos el reflector y proyectamos.
- ✓ Conectamos la fuente de poder. Y observamos las semillas.
- ✓ Luego de que observemos el comportamiento de las semillas dentro del montaje, cambiamos los electrodos redondos por los planos y observamos.

Figura N° 2



2. Predicciones individuales (5 minutos)

- a) ¿Qué crees que les sucederá a las semillas de pasto cuando se conecte la fuente de poder? Dibuje y explique lo sucedido.
- b) ¿Qué crees que sucederá si se cambian los terminales esféricos por unos planos? Dibuje y explique lo sucedido.

3. Predicciones grupales (5 minutos)

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas a sus compañeros debidamente justificadas.

4. Realización de la práctica (5 minutos)

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. Resultados y discusión (25 minutos)

- a) Después de realizar la práctica, dibuja y describe lo observado.
- b) Explica por qué las semillas de pasto se disponen de cierta manera según la forma del terminal cuando se conecta a la fuente de poder.
- c) Explica por qué cuando se pone un electrón cerca de un terminal (electrodo), éste se mueve hacia el otro terminal.

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a todos sus compañeros.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 FACULTAD DE EDUCACION
 LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FISICA,
 QUIMICA Y BIOLOGIA.

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA N°3 – MAPA ENERGÉTICO EN UNA CUBETA

1. Planteamiento del problema

MATERIALES:

Agua, sal, batería de 12 voltios o fuente CC, cubeta de plástico o de vidrio, electrodos metálicos, monedas, voltímetro, alfileres e icopor para pastelería.

PROCEDIMIENTO:	Figura N° 3
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ubicamos un icopor para pastelería dentro de un recipiente de plástico. ✓ Seguidamente Llenamos el recipiente de plástico con agua. ✓ Una vez hecho esto tomamos la batería o fuente de poder y conectamos los cables en los electrodos metálicos (monedas), teniendo en cuenta la polaridad de la batería. ✓ Del mismo modo conectamos el cable negro del voltímetro al electrodo que tiene la polaridad negativa de la batería. El otro cable rojo del voltímetro quedará libre en la solución salina como se ve en la Figura 3. ✓ Tomamos el voltímetro y ubicamos la perilla en la escala de 20 V a corriente continua C.C. ✓ Observa lo que le sucede al voltímetro cuando el cable rojo lo desplaza en la solución. ✓ Fija con alfileres los lugares donde el voltaje registrado es el mismo. 	

2. *Predicciones individuales (5 minutos)*

Reflexionar y realizar de forma individual las siguientes predicciones:

- a) ¿Qué crees que sucederá en el voltímetro a medida que el cable rojo se aleja del electrodo que está conectado al cable negro? Explique lo sucedido.
- b) ¿Qué figuras crees que vas a formar con los alfileres donde el voltímetro muestre el mismo voltaje de 12 voltios? Dibuje y explique por qué son de esa forma.

3. *Predicciones grupales (5 minutos)*

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas, debidamente justificadas a todos sus compañeros.

4. *Realización de la práctica*

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. *Resultados y discusión (25 minutos)*

Teniendo en cuenta lo observado, responder de forma individual las siguientes preguntas y actividades.

- a) Dibuja la **figura** que formaron con los alfileres cuando indicaron el mismo voltaje, luego dibuja sobre el icopor pequeñas **flechas** (2cm) que sean perpendiculares a los electrodos.
- b) ¿A que hace referencia la **figura** que dibujaste anteriormente?
- c) ¿A qué hacen referencia las **flechas** que dibujaste en el papel milimetrado?

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a todos sus compañeros.

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA N°4 – DESVIANDO EL ELÉCTRON

1. Planteamiento del problema

Precaución: Riesgo de choque eléctrico para realizar el siguiente experimento se requiere de concentración en el laboratorio e identificar las partes del monitor que son de alto riesgo, suministradas por esta guía de laboratorio

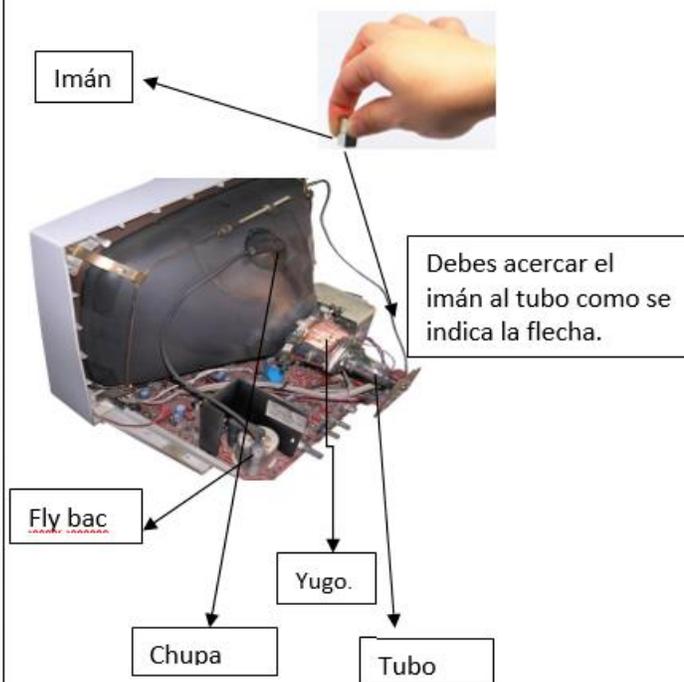
MATERIALES:

Monitor de computador antiguo o pantalla de televisor, imanes de neodimio o de ferrita, y destornillador de pala o estrella según el caso.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Antes de realizar este experimento es necesario que el docente de explicación de los riesgos e identificar las partes que no se deben tocar ni trabajar (chupa y fly bac) Ver fig. n°4.
- ✓ Una vez que tengas el monitor de computador, enciéndelo y mira lo que se ve en la pantalla, luego apágalo y con el destornillador le quitas la tapa.
- ✓ Después de quitar la tapa con la ayuda de tu docente desarma algunas partes que tiene por dentro el televisor como es la tarjeta, que está sujeta al tubo que le da la imagen al monitor (no olvides que hay que descargarlo) (ver fig.n°4.)
- ✓ Seguidamente le retiras el yugo que esta también ubicado en el tubo del televisor.
- ✓ Una vez desarmado las partes anteriormente dichas, conectas el televisor al a la red pública.
- ✓ Luego de estar encendido el televisor, acercas un imam con cuidado al tubo Como se observa en la imagen número 4 y observa.

Figura N° 4



2. Predicciones individuales (5 minutos)

Reflexionar y realizar de forma individual las siguientes predicciones:

- a) ¿Qué crees que va a suceder a la imagen que se ve en la pantalla cuando se le acerque un imán en el tubo?

3. Predicciones grupales (5 minutos)

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas, debidamente justificadas a todos sus compañeros.

4. Realización de la práctica (5 minutos)

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. Resultados y discusión (25 minutos)

Teniendo en cuenta lo observado, responder de forma individual las siguientes preguntas.

- a) Como se comporta el tubo del monitor para que tenga el efecto observado después de conectarlo.
- b) ¿qué es lo que causa el cambio de la imagen cuando se le acerca un imán al tubo de descarga?
- c) Le sucederá lo mismo cuando se le acerca un imán a un tubo fluorescente (lámparas). Si no es así, qué condiciones debe de tener el tubo fluorescente para que se comporte como lo que se ve en el televisor.

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a todos sus compañeros.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 FACULTAD DE EDUCACION
 LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FISICA,
 QUIMICA Y BIOLOGIA.

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

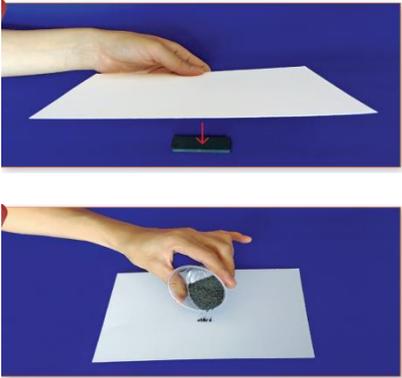
Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA N°5 ORDENANDO LAS LIMADURAS DE HIERRO.

1. Planteamiento del problema

MATERIALES:

Limaduras de hierro, imanes rectangulares y cartón paja.

PROCEDIMIENTO:	Figura N° 5
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ubicamos un imán rectangular debajo del cartón paja. ✓ Seguidamente esparcimos limaduras de hierro encima del cartón como lo indica la figura 5. ✓ Ahora ubica dos imanes debajo del cartón paja y esparce las limaduras de hierro. ✓ Observamos que ocurre. 	

2. Predicciones individuales

Reflexionar y realizar de forma individual las siguientes predicciones:

- a) Después de esparcir las limaduras de hierro ¿Qué crees que les ocurrirá?-Dibuje y explique lo sucedido.

3. Predicciones grupales (5 minutos)

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas, debidamente justificadas a todos sus compañeros.

4. Realización de la práctica (5 minutos)

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. Resultados y discusión (25 minutos)

Teniendo en cuenta lo observado, responder de forma individual las siguientes preguntas.

- a. Después de observar el experimento, dibuja lo que se ve.
- b. ¿Por qué crees que las limaduras de hierro tienen este comportamiento? Explique.
- c. Si cambiamos la forma del imán, ¿se verá el mismo dibujo?

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a todos los grupos.



**Universidad
Surcolombiana**

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACION

**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FISICA,
QUIMICA Y BIOLOGIA.**

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

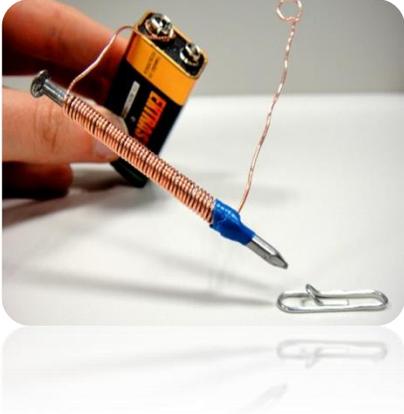
Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA N°6 PEGA Y DESPEGA.

1. Planteamiento del problema

MATERIALES:

Alambre de cobre reciclado de transformadores viejos, puntillas o tornillos, baterías de 9v, clips y tijeras.

PROCEDIMIENTO:	Figura N 6.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomamos la puntilla y dejando unos 10cm de alambre de cobre, comenzamos a enrollar el alambre recubriendo la puntilla. ✓ Cuando ya tengamos las suficientes vueltas dejamos 10 cm en el otro extremo y cortamos el alambre. ✓ Seguidamente con las tijeras pelamos un poco de los 10 cm de alambre de cobre que dejamos al inicio y al final cuando se enrolla el alambre en la puntilla ya que éste tiene un barniz dieléctrico que recubre el alambre de cobre. ✓ Después conectamos a la batería cada una de las puntas previamente peladas. ✓ Una vez conectado acercamos el montaje anterior a un clip. Como lo indica la figura n°6. 	

2. Predicciones individuales (5 minutos)

- a) ¿Qué sucederá con el clip cuando acerco la punta de la puntilla? Dibuje y explique lo sucedido.

3. Predicciones grupales (5 minutos)

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas, debidamente justificadas a todos los grupos.

4. Realización de la práctica (5 minutos)

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. Resultados y discusión (25 minutos)

- ***Divirtámonos y aprendamos utilizando los conceptos y las predicciones anteriormente hechas.***

Teniendo en cuenta lo observado en las dos prácticas, responder de forma individual las siguientes preguntas.

- a. Después de que acercas el montaje de la **Figura N° 6** al clip ¿qué observas? según tus observaciones explica por qué sucede este fenómeno.
- b. ¿Qué sucederá con el montaje si no enrollamos suficientemente alambre? ¿se produce el mismo efecto? Explica tu respuesta.

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a toda la clase.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 FACULTAD DE EDUCACION
 LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FISICA,
 QUIMICA Y BIOLOGIA.

Nombre: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Entregue esta hoja cuando sea requerida por el profesor

MANUAL DE PRÁCTICA N° 7 ¿MAGNETISMO QUE PRODUCE ELECTRICIDAD?

1. Planteamiento del problema

MATERIALES:

Alambre de cobre calibre 20, Voltímetros análogos o digitales, tijeras, imanes, bobinas de 200 y 300 espiras, puente de diodos, una resistencia 470Ω un condensador electrolítico de $3300\ \mu F$ a 6.3V, cinta negra y tubo de cartón.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Tomamos las bobinas de 200 espiras y conectamos un voltímetro, ya sea digital o análogo.
- ✓ Seguidamente movemos constantemente hacia adentro y hacia afuera de la bobina un imán y observamos lo que le ocurre al voltímetro.
- ✓ Invertimos el imán y hacemos el mismo procedimiento anterior. observamos lo que le ocurre en el voltímetro.
- ✓ Con la bobina de 300 espiras repetimos el procedimiento anterior.

Figur N° 7



2. Predicciones individuales (5 minutos)

- a) ¿Qué crees que vas a observar en el voltímetro cuando muevas el imán constantemente hacia adentro y hacia afuera de la bobina de 200 espiras? Explique lo sucedido

3. Predicciones grupales (5 minutos)

Discutir cada una de las predicciones con sus compañeros de grupo. Terminada la discusión deben resumir las predicciones del grupo, nombrar un relator y preparar una forma de comunicarlas, debidamente justificadas a toda la clase.

4. Realización de la práctica (5 minutos)

Realizar la práctica con sus compañeros de grupo, teniendo muy en cuenta los resultados.

5. Resultados y discusión. (25 minutos)

- **Teniendo en cuenta lo observado, responde de forma grupal las siguientes preguntas.**
- a) ¿Por qué cambia la información que arroja el voltímetro cuando mueves el imán dentro de la bobina?
- b) De qué dependerá la corriente que circula en cada espira para dichos fenómenos eléctricos y magnéticos.

Discutir en grupo las mismas preguntas. Cuando cada grupo llegue a un consenso, sus integrantes deben elegir un relator que exponga sus conclusiones a toda la clase.

Anexo D. Validación de *V* de Aiken.

	Extensión Adecuada												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juez 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 3	0,50	0,75	0,75	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,50	0,75	0,75	0,00
Juez 4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Juez 5	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75
Promedio	0,90	0,95	0,95	0,80	0,65	0,75	0,70	0,75	0,90	0,85	0,90	0,85	0,70
	0,82												

	El enunciado es correcto y comprensible												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juez 1	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00
Juez 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 3	0,75	0,50	0,75	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	0,50	0,50	0,00
Juez 4	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	0,75	0,75	0,25	0,75	0,50	0,75	0,50
Juez 5	0,75	0,25	0,75	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25
Promedio	0,75	0,65	0,85	0,70	0,55	0,50	0,60	0,50	0,65	0,80	0,50	0,70	0,55
	0,64												

	Buena Ortografía y uso del lenguaje adecuado												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juez 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 3	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Juez 4	1,00	0,50	0,25	0,75	0,25	0,75	0,75	0,75	0,25	0,75	0,50	0,75	0,50
Juez 5	1,00	0,75	1,00	0,00	0,25	1,00	0,25	0,50	0,50	0,75	0,50	0,75	0,50
Promedio	0,95	0,80	0,80	0,70	0,65	0,90	0,75	0,80	0,70	0,85	0,75	0,85	0,75
	0,79												

	Mide lo que pretende												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juez 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 3	0,50	0,50	0,50	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
Juez 4	1,00	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75
Juez 5	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	1,00
Promedio	0,90	0,85	0,85	0,75	0,65	0,70	0,70	0,70	0,75	0,85	0,80	0,80	0,75
	0,77												

	Induce a la Respuesta												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juez 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Juez 3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
Juez 4	1,00	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,75
Juez 5	0,25	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50
Promedio	0,70	0,75	0,80	0,75	0,65	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,65
	0,73												

Anexo E. Confiabilidad del Test aplicado al grupo 1002.

Apellidos y Nombres	PREGUNTAS DE SELECCIÓN MULTIPLE											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Arciniegas Quino Jorge Andrés	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Aroca Mora Luz Madeleyin	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Cardozo V. Ana Cristina	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Capera Obregón Juan Sebastián	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Cuellar Bustos Luisa Fernanda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
De la Roche Navarro Federico	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
Diaz Brenda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Díaz Vargas Juan Sebastián	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
Losada Sánchez Laura Alejandra	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Méndez Rojas Laura	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Mora López Luis Mateo	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Morales Zabaleta Sebastián	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Pérez C. Sebastián	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Pleil Pérez Kevin	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Quiroga Vargas Adriana Lucia	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
Trujillo Cuellar Isabella	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Trujillo Cuellar Sofía	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
Vargas Mojica Lino Alexis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
Villareal Vargas Jesús David	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0
Vargas Bolaños Einar Leandro	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Zamudio Rojas Vanessa	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

11. Referencias

Acevedo Díaz, J. A. (2004). El papel de las analogías en la creatividad de los científicos: La teoría del campo electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (3), 188-205.

Alarcon, M., Lakhdar, Z. B., Culaba, I., Lahmar, S., Lakshminarayanan, V., Mazzolini, A. P., & Niemela, J. (2010). Active learning in optics and photonics (ALOP): a model for teacher training and professional development. In SPIE Optical Engineering Applications International Society for Optics and Photonics.

Ampère, André-Marie. (1820). *Memoria de los efectos de las corrientes eléctricas* *Annals of chemistry and physics*, 15 (1), pág. 59-75, pág. 170-218.

Barco, H., Rojas E. y Restrepo E. (2012). *Principios de electricidad y magnetismo*. Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Barragan, Y. (2013). Electromagnetismo una vuelta a la historia. Line.do. *Enciclopedia Turkey*. [versión electrónica]. Istanbul, Turkey: <https://line.do/es/electromagnetismo/ggd/vertical>.

Barrueta, Z. (2015, 03 de junio). *Electricidad: Benjamín Franklin* [web log post]. Recuperado de <http://proyectoelectricidadzb.blogspot.com.co/2015/05/benjamin-franklin.html>

Barrueta, Z. (2015, 30 de mayo). *Tales de Mileto* [web log post]. Recuperado de <http://proyectoelectricidadzb.blogspot.com.co/2015/05/tales-de-mileto.html>

Becker, William e. Y watts, Michael (2001): "Teaching economics at the start of the 21st century: still chalk and talk", *American economic review, papers and proceedings*, vol. 91, mayo, pp. 446-451.

Beléndez, A. (2008). La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la "síntesis electromagnética" de Maxwell. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30 (2), 2601-2601 (20). Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n2/a12v30n2.pdf>

Beléndez, A. (2015). *Hans Christian Oersted (1777 – 1851)* [web log post]. Recuperado de <http://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/08/oersted/>.

Beléndez, A. (2017). *André-Marie Ampère, «el Newton de la electricidad»*. España: OpenMind. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/66831/1/Ampere_OpenMind_09_06_2017_ESP.pdf

Biografías y vidas. (2004 – 2017). *Biografías y vidas, la enciclopedia biográfica en línea* [versión electrónica]. Barcelona, <https://www.biografiasyvidas.com>.

Blondel, C. & Wolff, B. (2009). *Ampère lays the foundations of electrodynamics (September 1820 – January 1821)*. Francia: Histoire de L'électricité et du magnetism. Recuperado de <http://www.ampere.cnrs.fr/histoire/parcours-historique/lois-courants/ampere-electrodynamique/eng>

Boud, D. (1988) "Developing student autonomy in learning." D. Boud ed.

Braun, E. (1992). *Electromagnetismo: De la ciencia a la tecnología*. México: Fondo de cultura económica. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/112/htm/electr.htm>

Brenson, G.(2002) " Constructivismo criollo: una metodología facilitadora de la educación holista. Notas de clase de la diplomatura en facilitación del desarrollo y educación experiencial compilación teórica para fines educativos." Manizales: cámara junio de Colombia eje cafetero.

Bueno, G. (1974). *La metafísica presocrática, Historia de la Filosofía*. Recuperado de <http://www.fgbueno.es/med/dig/gb74mp0.pdf>

Cano, J., Gómez, J. & Cely, I. (2009). *La enseñanza del concepto de corriente eléctrica desde un enfoque histórico – epistemológico*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Carmona, G., Goldstein, P., Ley – Koo, E., T. de la selva, S., Piña, E., Campos, I., Jiménez, J., De la Peña, L., Córdova, J., Moreno, M. & García, L. (1995). *Michael Faraday: Un*

genio de la física experimental. México: Fondo de cultura económica. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/136/htm/faraday.htm>
ciencias físicas (Segunda ed.). Reverté, S. A.

Catalán, L., Caballero, C. & Moreira, M. (2010). Niveles de conceptualización en el campo conceptual de la inducción electromagnética. Un estudio de caso. *Lat. Am. J. Phys. Educ* 4 (1), 126 – 142.

Chacón, B. (2012, 20 de junio). Física, electricidad y magnetismo [web logpost]. Disponible en: <http://berenice-aguilar.blogspot.com.co/2012/06/ley-de-lenz.html>

Colmenares, E. (2010). *Rediseño del sistema mecánico y eléctrico del horno de tratamiento térmico de la empresa Alreyven c.a., ubicada en Maracay estado Aragua* (tesis de pregrado). Instituto universitario Carlos Soublette, Maracay, Aragua.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). (2004 – 2017). *Breve biografía de Hans Christian Oersted*. España: Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. Recuperado de <http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/oersted.htm>.

Córdoba, M. (2009). *Hans Christian Ørsted: descubridor de la relación entre la electricidad y el magnetismo*. [web log post]. Recuperado de <http://majocobe.blogspot.com.co/2009/05/hans-christian-rsted-descubridor-de-la.html>

Corral, Y. (2009). *Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos*. Universidad pedagógica experimental libertador, Venezuela.

Cross, Patricia K. Y Angelo, Thomas A. (1993): "Classroom assessment techniques: a handbook

Delgado, M^a ÁNGELES, López, J. Damián. *La recuperación del material científico de los gabinetes y laboratorios de Física y de Química de los institutos y su aplicación a la práctica docente en secundaria, en XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Servicio editorial UPV, 2004, pp.361-380. Disponible en:

https://www.upct.es/seeu/as/divulgacion_cyt_09/Libro_Historia_Ciencia/web/balanza_de_coulomb.htm

Díaz, J. (2002). Tales de Mileto. *Apuntes de Historia de las Matemáticas*, 1 (1), 12-18.

EcuRed. (2017). Charles François de Cisternay du Fay. *Enciclopedia Cubana* [versión electrónica]. Cuba: Enciclopedia Cubana Inc.

https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana

Eison J. (2010). Using Active Learning Instructional Strategies to Create Excitement and Enhance Learning. *Research in Science Teaching*, 11(2), 81-94.

Encyclopædia Britannica. (2017). Otto von Guericke. *Encyclopædia Britannica* [versión electrónica]. New York: Encyclopædia Britannica Inc.

<https://www.britannica.com/biography/Otto-von-Guericke>

EPEC (s.f.). *La historia de la Electricidad*. Córdoba, Argentina. Disponible en:

<http://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/historia.pdf>.

EPEC (s.f.). *La Historia de la Electricidad: Gray y la Conductividad eléctrica*. Córdoba, Argentina. Disponible en: <https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/fichagray.pdf>.

Feliú & Pérez, Bartolomé (1886). *Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química Inorgánica*. Sexta edición. Imprenta de Jaime Jepus, Barcelona.

Fernández, R. (2007). Aprender a aprender. Un método valioso para la educación superior. Universidad de Santiago de Chile. Artículo recuperado de

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cl/2007/fwrf-aprender.htm>.

FILLON, P. (1991). Histoire des sciences et reflexionepistemologique des élèves. Aster, 12, pp. 91-120.

Furió, C., & Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de Campo Eléctrico basada en un modelo de Aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 319-334.

Grajales, T. (s.f). El problema fundamental del aula tradicional. Recuperado de <http://tgrajales.net/elproblema.htm>

González, J. (2012). *Conceptos Básicos en electricidad y magnetismo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

González z. Ph.d, Hipólito, (2000) “La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente” publicaciones del crea recuperado de http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_evaluacion.pdf.

González, M. (2000). <<Pesar>> la Tierra: Test newtoniano y origen de un anacronismo. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 312 -332. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21677/21511>

Grajales, T. (s.f). El problema fundamental del aula tradicional. Recuperado de <http://tgrajales.net/elproblema.htm>

Guisasola, A. J., Almudi, J. M., Ceberio, M. (2003). Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario: Selección de cuestiones realizadas para su detección. *Enseñanza de las ciencias* 21, 281-293

Gutiérrez, J. (1992). *Nueva Enciclopedia temática planeta física y química*. Colombia: Planeta Colombiana Editorial S.A.

Helicón. (2016). *El diccionario de Hutchinson de la biografía científica*. Abington, Reino Unido: Helicón. Obtenido de http://search.credoreference.com/content/entry/hdsb/gilbert_william_1544_1603/0

Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill, 5o Edición, México.

Holton, G. (1976). *Introducción a los conceptos y teorías de las*

Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching. *Tiempos de cambio universitario en*, 59.

Johnson, David W.; Johnson, Roger T. y Smith, Karl a. (1998): "Cooperative learning returns to college: what evidence is there that it works?", *change*, vol. 30, pp. 26-35.

Klein, A. (1988). *Atlas de Física*. Colombia: Editorial Edissa LTDA.

Kumar, R. (2005). *Research Methodology: A Step – by – step Guide for Bennigers*. Second edition. SAGE Publications LTD.

Kurfiss, Joanne G. (1988): "Critical thinking: theory, research, practice and posibiliteís".

López, H., Linares, J., Martín, J. & Salgado, D. (2013, 02 de abril). *Líneas equipotenciales* [Guías de Laboratorio]. Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Macgregor, Jean; Cooper, James I.; smith, Karl a. Y Robinson, Pamela (2000): "Strategies for energizing large classes: from small groups to learning communities", jossey-bass publishers, San Francisco

Marín, G. (2017). Enseñanza de las máquinas térmicas mediante el enfoque CTS (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, 129p.

Martín, J. & Solbes, J. Diseño y Evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en física. *Enseñanza de las ciencias* 19 (3), 393 – 403.

Martin T y Serrano A. (2014). *Curso de física básica*. Universidad politécnica. Madrid.

Martínez (2017). ¿Qué es el aprendizaje activo?, *Compartir*. Recuperado de <https://compartirpalabramaestra.org/articulos-informativos/que-es-el-aprendizaje-activo>

Martínez, N. (2010, 17 de junio). *Historias de la ciencia: Benjamín Franklin* [Audio podcast]. Recuperado de <http://www.rtve.es/noticias/20100517/benjamin-franklin-electricidad/331621.shtml>

Menéndez, O. (2017, 28 de Julio). *Los Experimentos de Benjamin Franklin* [web log post].recuperado de <https://www.aboutespanol.com/los-experimentos-de-benjamin-franklin-1240011>

Ministerio de Educación Nacional (MEN). 2004. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Disponible en:

http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Monroy F. (2016). Taller experimental: Clases teórica demostrativas, prácticas interactivas. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Maestría en enseñanza de las Ciencias exactas y Naturales, p. 27.

Muñiz, E. (2004). *El naturalismo de la escuela de Mileto* (Tesis de Maestría). Nuevo León, México.

Nava, M., Arrieta, X & Flores, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. *Telos*, 10 (2), 308-323.

Naizaque, N. (2013). Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la inducción electromagnética (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.

Ohanian, H. & Markert, J. (2009) *Física para ingeniería y ciencias, tercera edición, Volumen 2*. México: Mc Graw Hill Educación.

Pérez, A. (2000). *Carl Friedrich Gauss (1777 – 1855) “El príncipe de los matemáticos”*. Recuperado de

<http://platea.pntic.mec.es/~aperez4/html/sigloxix/Carl%20Friedrich%20Gauss.htm>.

Piña, E. (1995). *Cacería de cargas*. México: Fondo de cultura económica. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/44/htm/cargas.htm>

Pontificia Universidad Javeriana (s.f.). *Historia y Filosofía de la Ciencia: Biografías*. Cali, Colombia. Recuperado de

http://pioneros.puj.edu.co/biografias/edad_moderna/1500_1600/william_gilbert.html

Poynting, J. (1894). *A History of the Methods of Weighing the Earth*. *Birmingham Phil. Soc. Proc.* 9, pp. 1-23. Recogido en J.H.P. (1920), *Collected Scientific Papers by...* Cambridge: University Press.

Prince M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Engineering Education*, 93(3), 223-231.

Ramos, D. (2013). Recursos y estrategias para un aprendizaje activo del alumno en el aula de ELE. En Instituto Cervantes de Budapest (presidencia). *Didáctica de Español como Lengua Extranjera*. Congreso llevado a cabo en el Congreso Internacional de Didáctica de Español como Lengua Extranjera, Budapest, Hungría. ISBN: 978-963-08-6958-4.

Ruiz, C. (2015). *Confiabilidad* [web log post]. Recuperado en <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisduran/wp-content/uploads/2015/11/CONFIABILIDAD.pdf>.

Salemi, M. K. (2002) "An illustrated case for active learning", se publicó en the southern economic journal, vol. 68, Nº 3, pp. 721-731.

Salinas, J. & Colombo, L. (1993). Epistemología e Historia de la Física en la formación de los Profesores de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 5.

Secretaria de Marina. (.s.f.). *Metodología de la Investigación, Universidad Naval*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf

Shuell, T. J. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56, 411-436.

Sierra, H.G. (2013). El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. Universidad pública de Navarra, 49 p.

Stern, D. (2001, 25 de noviembre). *De Magnete "En el imán" por Guillermo Gilbert de Colchester*[web log post]. Recuperado de <https://www.spo.gsfc.nasa.gov/earthmag/DMGRev2.htm>

Tagüeña, J. & Martina, E. (1997). *De la brújula al espin. El magnetismo*. México: Fondo de Cultura Económica. Recuperado de

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>

Tipler, P. & Mosca, G. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona, España: Reveré. Recuperado de <https://ediersu012.files.wordpress.com/2015/01/fisica-tipler-6ta-edicion-vol-2.pdf>.

Varela, J. (s.f.). *El descubridor del magnetismo y el primer hombre en aislar el aluminio; el "gigante" Ørsted*. Recuperado de

<https://ahombrosdegigantescienciaytecnologia.wordpress.com/2015/08/14/el-descubridor-del-electromagnetismo-y-el-primer-hombre-en-aislar-el-aluminio-el-gigante-orsted/>

Wisniak, J. (2004). Henry Cavendish. *Educación química* 15 (1). 59 – 70.

Young, H. & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria con física moderna volumen 2*. México: Editorial Pearson Educación.