

**Construcción De Interrelaciones Entre Electricidad Y Magnetismo: Secuencia De
Actividades Experimentales Con Enfoque Histórico Para La Enseñanza De La Física En
Grado Octavo**

**Trabajo de Grado para optar por el título de
Licenciado en Física**

John Eduardo López Gaitán

Presentación asesorada por la profesora:

María Cristina Cifuentes Arcila

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Licenciatura en Física

Línea de profundización III: La Actividad Experimental para la Enseñanza de la Física

Bogotá, D.C. 2024

CONTENIDOS

1	Generalidades de la Investigación	3
1.1	Planteamiento del Problema.....	3
1.2	Pregunta de Investigación	8
1.3	Justificación.....	8
1.4	Objetivo.....	10
1.4.1	Objetivos Específicos	10
1.5	Antecedentes	11
1.6	Metodología	12
2	La electricidad, el magnetismo y sus interrelaciones	15
2.1	Reflexiones y Experiencias Pioneras en Torno a la Electricidad	16
2.2	Reflexiones y Experiencias Pioneras en Torno al Magnetismo	18
2.3	Interrelaciones entre Electricidad y Magnetismo	21
2.3.1	Los trabajos experimentales de Oersted y el establecimiento interrelaciones entre electricidad y magnetismo	22
2.3.2	Los trabajos experimentales de Ampere y el establecimiento interrelaciones entre electricidad y magnetismo	23
2.3.3	Los trabajos experimentales de Faraday y el establecimiento interrelaciones entre electricidad y magnetismo	26
3	Actividades experimentales para la enseñanza de las interrelaciones entre electricidad y magnetismo	32
3.1	La actividad experimental como generador en la construcción de conocimiento	32
3.2	La actividad experimental en la enseñanza	34
3.3	El uso de la historia en educación.....	36
4	Secuencia de actividades experimentales	38

4.1	Actividades Experimentales Propuestas	39
4.1.1	Sesión No. 1: Electrificación, Interacciones entre Cuerpos Electrificados y Fuerza Eléctrica	40
4.1.2	Sesión No. 2: Fundamentos del Magnetismo y Propiedades de los Materiales Magnéticos	42
4.1.3	Sesión No. 3: Líneas de Fuerza Magnéticas.....	46
4.1.4	Sesión No. 4: Magnetización de Materiales y Construcción y Uso de Brújulas	
4.1.5	Sesión No. 5: Circuitos Eléctricos Básicos, Corriente Eléctrica y Materiales Conductores.....	48
4.1.6	Sesión No. 6: Inducción Electromagnética.....	53
4.2	Indagación sobre el Experimento de Oersted, Ampere o Faraday	56
4.2.1	Descripción Sucinta de una Indagación Escolar: Experimento de Oersted.....	57
4.2.2	Descripción Sucinta de una Indagación Escolar: Experimento de Ampère	58
4.2.3	Descripción Sucinta de una Indagación Escolar: Primer Motor de Faraday	60
4.3	Interrelaciones entre electricidad y magnetismo	61
4.3.1	Experimento de Ampère: Interacción entre Conductores paralelos	61
4.3.2	Experimento del Primer Motor Eléctrico de Faraday: Relación entre Electromagnetismo y Tecnología	62
4.3.3	Experimento de Oersted: Confirmación de la Relación entre Electricidad y Magnetismo.....	62
4.3.4	Reflexión Generales	63
5	Conclusiones y apreciaciones.....	64
	Anexos	
	Anexo 1	I

INTRODUCCION

Los fenómenos eléctricos y magnéticos han sido objeto de estudio desde la antigüedad. Desde la antigua Grecia, Tales de Mileto empezó a estudiar sus propiedades y comportamientos, pero no fue hasta el siglo XIX, gracias a los experimentos de Hans Christian Oersted, André-Marie Ampère y Michael Faraday, que se estableció cuáles eran algunas de las interrelaciones entre ambos fenómenos, dando lugar al nacimiento del electromagnetismo como una de las ramas fundamentales de la física. A partir de este hecho se alcanzaron grandes avances científicos y tecnológicos que transformaron la sociedad.

Las investigaciones previas plantean que la carencia de actividades experimentales y la falta de un marco histórico y epistemológico en la enseñanza y el aprendizaje se relacionan con la escasa comprensión que tienen los estudiantes con estos fenómenos. En este sentido, el presente trabajo de grado tiene el propósito de diseñar e implementar una secuencia de actividades experimentales que permita a los estudiantes de octavo grado explorar la interrelación entre electricidad y magnetismo de una manera clara y significativa. Se espera que la enseñanza de los efectos eléctricos y magnéticos a partir de la experimentación, pero también que los estudiantes desarrollen habilidades indagatorias, analíticas y argumentativas.

El primer capítulo se presentan las generalidades de la investigación que recoge el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, así como la justificación del estudio. Se plantea la relevancia de la enseñanza del electromagnetismo en la formación científica de los estudiantes y se determinan cuáles son los posibles obstáculos principales que limitan su comprensión.

El segundo capítulo aborda el contexto histórico y experimental de algunos avances eléctricos y magnéticos. Se hace un recorrido por los fenómenos más destacados que han contribuido a la constitución de esta área del saber, desde las primeras observaciones y montajes experimentales que nacieron del estudio de la electricidad y el magnetismo, hasta el descubrimiento de Oersted, trabajos de Ampère y de Faraday. Se pone de manifiesto cómo a partir de las ideas de algunos pensadores se han logrado establecer bases sólidas en el electromagnetismo y cómo la inclusión de tales experimentos en la enseñanza puede ayudar a propiciar el aprendizaje del alumnado.

En el tercer capítulo se analizan algunos referentes teóricos sobre el uso de la historia y la experimentación en la enseñanza de las ciencias haciendo hincapié en la enseñanza del electromagnetismo

El cuarto capítulo se centra en la descripción y análisis de la secuencia de actividades experimentales diseñadas. Se presentan las actividades siguiendo un orden progresivo, desde los conceptos básicos relativos a la electrificación y al magnetismo, hasta los experimentos en los que la inducción electromagnética y la construcción de dispositivos simples, inspirados en los experimentos llevados a cabo por Oersted, de Ampère o de Faraday, tienen lugar.

Finalmente, el quinto capítulo contiene las conclusiones y las consideraciones finales del estudio. Se ponen de manifiesto los aportes de la secuencia experimental en la enseñanza de las interrelaciones entre electricidad y magnetismo y se hacen consideraciones para continuar indagando en estrategias didácticas que favorezcan la comprensión de tales fenómenos en la enseñanza secundaria.

1 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Durante el evento Salón de la Ciencia 2022-2, organizado por el Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional¹, en el cual se expuso en una estación dos experimentos demostrativos para ilustrar algunas relaciones entre electricidad y magnetismo. El primer experimento fue el experimento de Oersted, en el cual permite evidenciar que al hacer pasar una corriente eléctrica por un alambre de cobre está es capaz de desviar una brújula que se ubica en su vecindad y que al cambiar la dirección de la corriente también cambia la dirección de orientación de brújula. El segundo experimento, fue el motor eléctrico de Faraday, en el cual permite evidenciar que una corriente eléctrica interactúa con un imán produciendo movimiento mecánico y que al cambiar la disposición del imán o de la dirección de la corriente se cambia la dirección del movimiento. Los estudiantes de secundaria de cinco colegios que asistieron a este evento, con edades entre los 13 y 18 años, pasaron en grupos pequeños por la exposición, pudieron observar, manipular, preguntar y discutir sobre los efectos que evidenciaron.

La interacción con los asistentes me permitió identificar que muchos de ellos hablaban sobre los efectos producidos con los montajes experimentales usando sus conocimientos previos sobre electricidad y magnetismo. Sin embargo, pese a la aparente familiaridad que mostraban con estos fenómenos por separado, no lograban hablar de los efectos estableciendo una relación

¹ en las aulas y pasillos del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional se realiza un espacio de divulgación científica, denominado Salón de la Ciencia. Este evento anual es liderado por la línea de investigación La Actividad Experimental para la Enseñanza de la Física de la Licenciatura en Física. Al evento se invitan estudiantes de diferentes instituciones oficiales y privadas de Bogotá, y los docentes en formación presentan experimentos y desarrollan talleres, con el fin de mostrar otra cara de la ciencia y así incentivar a los estudiantes a estudiar carreras afines a la ciencia.

intrínseca entre ambos. Específicamente, hablaban desde sus conocimientos generales de los imanes (sus propiedades y polaridad) y de las corrientes, pero no sabían y les parecía bastante extraño la producción de magnetismo a partir de una corriente eléctrica.

La experiencia con estos estudiantes guarda relación con lo reportado por Guisasola, Almudí y Zubimendi (2003), quienes concluyeron que la mayoría de los estudiantes que participaron en su estudio tenían dificultades para identificar las fuentes de magnetismo, sobre todo para reconocer la equivalencia de la corriente eléctrica y los imanes como fuentes de magnetismo, y para explicar los fenómenos de interacción magnética, a pesar de que habían abordado temáticas de electromagnetismo en sus clases tradicionales².

Según Martín, José y Solbes, Jordi (2001), estas dificultades se deben a:

- a) la falta de experiencia de los estudiantes con los efectos electromagnéticos,
- b) el grado de abstracción de los conceptos con lo que se explican esos efectos, y
- c) la falta de claridad sobre los diferentes modelos que se pueden utilizar para explicar las interacciones electromagnéticas (fuerza, campo y energía).

Respecto a la falta de claridad en los modelos propuesta por Martín, José y Solbes (2003) se puede evidenciar en las propuestas de enseñanza de algunos profesores de secundaria. A pesar de que en los Estándares Básicos de Competencia para Ciencia Naturales (MEN, 2004), se plantea que en primaria se deben enseñar los fenómenos electromagnéticos desde la perspectiva de fuerza y en el grado once se debe enseñar desde la perspectiva campo, algunos maestros no explicitan qué modelo están enseñando. Al respecto plantean los siguiente:

² según Furio y Guisasola (1998), existencia de un cierto paralelismo entre las dificultades de las estudiantes enunciadas y los problemas epistemológicos que superaron la historia de la electricidad hasta constituirse como ciencia. (pág. 36).

La distinción entre estas dos concepciones se suele omitir, y se pasa de una perspectiva a la otra sin hacerlo explícito, produciendo imágenes contradictorias y dificultades al tratar de comprender las diversas afirmaciones que se hacen sobre los fenómenos electromagnéticos. (Ayala, 2016, p. 33)

De cerca García (2012) comenta que a nivel universitario no se distingue cuáles perspectivas usadas para describir los fenómenos electrostáticos y electromagnéticos, lo que puede introducir grandes desafíos conceptuales para los estudiantes. Con esto se desconoce que, en los orígenes de la electricidad y magnetismo, los científicos usaron el modelo de acción a distancia para construir sus explicaciones, pero, terminaron desarrollando el modelo de acción contigua, fundamental para la teoría de campos, porque el modelo de acción a distancia no permitía explicar los efectos electromagnéticos estudiados a inicios del siglo XIX.

Por otra parte, las dificultades enunciadas, también se pueden atribuir a que, tanto en la escuela secundaria como en la universidad, a menudo se suele abordar la electricidad y el magnetismo de manera tradicional, secuencial e independiente. Esto hace que los estudiantes no logren una comprensión integral que reconozca que los campos eléctricos y magnéticos están profundamente entrelazados, formando un único fenómeno unificado: el electromagnetismo, sino que sostengan visiones fragmentadas como las enunciadas previamente. La adopción de este enfoque olvida, aunque en sus orígenes la electricidad y el magnetismo se estudiaron de forma independientemente, con el paso del tiempo algunos científicos empezaron a reconocer que estos guardaban cierta relación. Con esto se logró el estudio y consolidación del electromagnetismo como un campo de estudio.

A nivel universitario el enfoque secuencial e independiente se hace evidente algunos textos física de amplia difusión³ (García, 2012), los cuales también tienen una fuerte influencia en el

³ la amplia difusión de estos textos en Colombia se evidencia por su inclusión en los programas de estudio de diversas universidades y su disponibilidad en bibliotecas académicas y librerías especializadas del país.

diseño de los contenidos de secundaria. Por ejemplo, textos como "Física Universitaria" de Sears y Zemansky (1999) o "Principios de Física" de Serway (2008). También se hace evidente en los programas analíticos de algunos cursos de Física universitaria (García, 2012). Es común que estos cursos inicien con el estudio de la electrostática, continúen con el magnetismo y culminen con las interrelaciones entre electricidad y magnetismo (García, 2012). En particular, se inicia con la introducción del concepto de carga mediante frotamiento, luego, se usan modelos matemáticos basados en principios newtonianos para describir los fenómenos electromagnéticos y, finalmente, se introducen nociones avanzadas de campos eléctricos y magnéticos como parte de las Leyes de Maxwell (García, 2012).

En la escuela secundaria, también se adopta ampliamente el enfoque secuencial e independiente en el que se aborda la electricidad y el magnetismo como contenidos separados (Rodríguez y González, 2018; Pérez, 2020). En este nivel educativo el problema se agudiza porque el electromagnetismo termina siendo un contenido final u opcional que menudo no se alcanza a cubrir por la sobre carga curricular, la baja asignación de horas para las clases de física y la falta de continuidad en las clases, etc. A esto se suma que algunos profesores acogen este enfoque porque no logran diseñar, adaptar y/o elaborar propuestas integradoras para el abordaje del electromagnetismo en sus aulas, lo cual es atribuible a diversos factores, entre los que se destacan la formación inicial y continuada de los docentes, la falta de iniciativa o acceso a recursos didácticos innovadores, las lógicas y dinámicas institucionales, la priorización de la preparación para las pruebas estandarizadas, la resistencia al cambio, etc.

La prevalencia de enfoques tradicionales para la enseñanza de la electricidad, el magnetismo y el electromagnetismo (Rodríguez y González, 2018; Pérez, 2020) es atribuible a diversos factores. Sin embargo, se destacan dos factores: el desconocimiento de los profesores de la historicidad de los conocimientos relacionados con la electricidad, el magnetismo y el electromagnetismo (Ruiz, 2019) y del papel clave que desempeñó la actividad experimental en la construcción de esos conocimientos (Vargas et al., 2020). Lastimosamente, los profesores que no tiene estas comprensiones suelen adoptar enfoques de enseñanza tradicionales centrados en la memorización y la información, con lo cual reducen, minimizan y/o excluyen las actividades experimentales (Patiño, 2022).

Cuando en el enfoque tradicional se incorporan actividades experimentales estas tienden a centrarse en la comprobación de leyes o verificación de la información proporcionada previamente, lo cual desconoce el potencial que puede tener de la actividad experimental como medio para que los estudiantes construyan su propio conocimiento y amplíen su comprensión sobre su mundo físico (Franklin y Perovic,1998). Adicionalmente, a menudo la actividad experimental se omite, con lo cual se desconoce que, en las ciencias, sobre todos en el campo de la electricidad, el magnetismo y el electromagnetismo, se producen conocimientos sobre fenómenos que son creados experimentalmente de forma controlada (Ferreirós J. & Ordoñez J. 2002), esto es, efectos en el sentido de Ian Hacking (1983) o fenomenotécnicas según Bachelard (1934). Desde esta perspectiva, la enseñanza de la física resulta vacua si se prescinde de su dimensión experimental.

Por lo anterior, en este trabajo de grado se pretende explorar el potencial de la actividad experimental para el desarrollo del conocimiento en las aulas. Es decir, actividades que no solo permitan a los estudiantes ser espectadores pasivos de efectos, sino que les posibiliten construir conocimientos a través del planteamiento de pregunta, la observación, la exploración, la indagación, la experimentación, el razonamiento, el análisis, la argumentación, el debate, etc., como se indicó previamente. Estas actividades no pretenden reemplazar otros métodos de construcción del conocimiento sino a complementarlos al máximo.

Por lo tanto, al reconocer el potencial de la actividad experimental en la enseñanza de los fenómenos electromagnéticos, desde la familiaridad con los fenómenos hasta características comunes y leyes generales, se podría expandir significativamente el campo de experiencia de los estudiantes, además se posibilitaría la comprensión y el desarrollo de las habilidades de pensamiento del estudiante, lo que le permitirá no solo comprender mejor los conceptos teóricos sino también acercarse a la esencia del pensamiento de la ciencia y obtener una comprensión más significativa de la ciencia.

Modificando la forma de presentar el electromagnetismo, de forma que se consideren en los contenidos y en la metodología, las aportaciones realizadas por la epistemología

y la didáctica de la ciencia, obtengamos mejores resultados en la superación de las dificultades de aprendizaje del electromagnetismo.

Si organizamos los contenidos de modo que, además de presentar los conceptos en su forma final, se pongan también de manifiesto los problemas y experimentos que propiciaron su aparición, su evolución histórica y la potencialidad del nuevo marco conceptual establecido, se facilitará el aprendizaje significativo. (Martín y Solbe, 2005, p. 393)

1.2 Pregunta de Investigación

¿Cómo incorporar actividades experimentales en las clases de física para estudiantes de grado octavo para propiciar la construcción de conocimientos sobre electricidad, magnetismo y sus interrelaciones?

1.3 Justificación

Varias son las razones que me permiten justificar el desarrollo del presente trabajo de grado. Primero, he de destacar que el desarrollo de actividades experimentales para la enseñanza de electricidad, magnetismo y sus relaciones cobra relevancia en la educación básica secundaria, en la medida que estas actividades posibiliten a los estudiantes ampliar sus experiencias sensibles, construir conocimientos y elaborar explicaciones sobre un conjunto particular de eventos, procesos y efectos del mundo físico. Además, estas actividades experimentales cobran relevancia, en la medida que se constituya en oportunidades para el desarrollo de las habilidades de pensamiento en los estudiantes, en la medida que se les permitan plantearse preguntas sobre los fenómenos y efectos electromagnéticos, así como construir respuestas para esas preguntas a través de la observación, la exploración, la indagación, la experimentación, el razonamiento, el análisis, la argumentación, el debate, etc.

Por otra parte, estas actividades pueden ser pertinentes si aportan a la comprensión de algunos de los desarrollos tecnológicos, industriales, médicos, socioeconómicos, entre otros, que hacen parte de su vida cotidiana, por ejemplo, la generación y distribución de energía eléctrica, las telecomunicaciones (la radio, la televisión, el Wi-Fi y el 5G), la electrónica moderna, la industrialización, los equipos de diagnóstico y terapia médica. Más aún, en la actualidad donde

la información viaja casi que instantáneamente y la comunicación no tiene fronteras, la enseñanza de la electricidad y el magnetismo se hace necesaria para la alfabetización digital.

Finalmente, estas actividades son relevante, porque tiene el potencial de aportar al desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes, en la medida que les aporte elementos para tomar decisiones informadas sobre algunos asuntos de su vida cotidiana, que requiere una comprensión básica del electromagnetismo, y que impacta sus calidad de vida, como por ejemplo, lograr optimizar el consumo de los dispositivos electrónicos en casa, lo cual demanda tanto un abordaje científico como una comprensión y visión crítica en asuntos como el ahorro, el impacto ambiental y los costos. Desde esta perspectiva, aprender electromagnetismo no se debe limitar a comprender cómo funcionan los dispositivos, también debe cultivar en los estudiantes un pensamiento crítico que les permita evaluar, adaptarse y tomar decisiones ante el constante cambio tecnológico.

Por otra parte, es importante resaltar el papel de la historia de la electricidad y el magnetismo para orientar el diseño de estas actividades experimentales, varias razones. En primer lugar, porque ofrece un marco histórico extremadamente útil que ayuda tanto a los profesores como a los estudiantes a familiarizarse con la manera en que la ciencia cambia con el tiempo y cómo, en particular, los descubrimientos e invención de equipos dieron a luz a la tecnología moderna.

Por otro lado, muchos de los hechos, desarrollos, experimentos y debates que se presentan en esta unidad pueden ser altamente motivadores para los estudiantes. Les permiten ver la ciencia como una empresa humana y dinámica; les dan una idea de que la ciencia puede ser tan apasionante como otras áreas del conocimiento. Además, al examinar la historia se llega a comprender lo que implica un concepto. Por ejemplo, al estudiar la historia del concepto de campo, uno puede obtener una idea más clara y completa de lo que significa.

En consecuencia, denotar que los estudios sobre las problemáticas históricas y epistemológicas en la construcción de conocimiento son cada vez más pertinentes, ya que posibilitan formas de abordar los procesos de organización de los fenómenos físicos en la enseñanza de las ciencias, viendo la experimentación desde una perspectiva histórica y epistemológica que favorece una imagen sociocultural de la experimentación y como se dan los hechos científicos.

Las reflexiones acerca del papel de la actividad experimental en el desarrollo del conocimiento científico son particularmente importantes, más cuando se constata la estrecha relación existente entre el sentido y el rol asignado a la experimentación en su relación con la dinámica científica y el modo como los profesores justifican, diseñan e implementan las actividades prácticas en la enseñanza de las ciencias. (Rico y Romero, 2017, p. 21).

El diseño de actividades experimentales, basados en los trabajos experimentales originales, se puede realizar e en la mayoría de las aulas y pueden aumentar la emoción de los estudiantes en el aula por el conocimiento. La tecnología ha jugado un papel clave en la formación de conceptos científicos. Los instrumentos permiten no sólo observar, sino intervenir en el mundo y crear fenómenos nuevos. En consecuencia, se puede enfatizar que el proceso del progreso científico es fluido y en constante cambio y nunca debe enseñarse como un conjunto de hechos inmutables.

1.4 Objetivos

Objetivo General

Diseñar una secuencia de actividades experimentales sobre electricidad, magnetismo y sus interrelaciones para estudiantes de grado octavo.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Realizar una búsqueda y análisis acerca de la historia de la electricidad y el magnetismo, e identificar los montajes experimentales más relevantes en la interrelación entre electricidad y magnetismo
- Analizar el rol de la actividad experimental en la construcción de conocimiento y con esto construir una secuencia experimental para la de enseñanza de las interrelaciones de electricidad y magnetismo con estudiantes de grado octavo.

1.5 Antecedentes

1.5.1 *Análisis histórico-crítico del fenómeno eléctrico. Hacia una visión de campo. (2012)* *Edwin Germán García Arteaga - PhD. Universidad del Valle.*

Este trabajo se centra en los fenómenos electrostáticos, hace uso de la filosofía e historia de la ciencia para formular campos problemáticos en la generación de una propuesta alterna en la enseñanza de los fenómenos electrostáticos. Con esta evidencia describe los pasos en los que se enseña el electromagnetismo en las escuelas, revisa varios libros de secundaria y aborda las diferentes temáticas en los fenómenos electromagnéticos. No se distingue tanto del modelo de acción a distancia como del de acción contigua, plantea un enfoque alternativo de enseñanza desde la perspectiva de campo (acción contigua) al explicar los fenómenos electrostáticos, considerando los experimentos de algunos científicos (Gray, Gilbert, Du Fay, Faraday, Maxwell) en el desarrollo y estudio de los fenómenos electrostáticos del siglo XV al XIX que aportan elementos en la experiencia sensible.

1.5.2 *Reconceptualización de campo magnético. Una configuración histórica y epistemológica para la resignificación de su enseñanza. (“Repositorio Institucional Universidad de Antioquia: Reconceptualización ...”)* (2014) *Yeisson Alexis Acevedo Agudelo y Luiston Elián Cataño Rivera, Universidad de Antioquia.*

Los autores plantean que alrededor del campo eléctrico se ha investigado bastante y se ha dejado de lado el campo magnético, que posee dificultades en su comprensión, las relaciones de corrientes, cargas y así originan el campo magnético entre otras problemáticas. existentes en la enseñanza, a la vez hacen uso de la historia y epistemología en la construcción del concepto de campo magnético y enfocan su trabajo a una recontextualización de saberes a partir de los planteamientos de Ampere en *Théorie Mathématique Des Phénomènes Électro-Dynamiques*.

1.5.3 *Diseño de experimentos para la enseñanza de los conceptos de carga eléctrica y campo eléctrico. (2014)* *Andrés Uribe Agudelo, Universidad Pedagógica Nacional.*

Tras un análisis histórico sobre la electricidad, este trabajo de pregrado se enfoca en el diseño de montajes experimentales históricos relacionados con la electrostática, abordando el

problema de las dos teorías divulgadas de la acción a distancia y la teoría de campos para la explicación de los fenómenos electromagnéticos y concluye con la implementación de guías orientadoras con estudiantes de primeros semestres del programa de licenciatura en física de la Universidad Pedagógica Nacional buscando profundizar en los conceptos de campo eléctrico y carga eléctrica.

1.6 Metodología

Para el diseño de la secuencia de actividades experimentales se utilizó una metodología que retoma los elementos principales de la metodología Diseños Experimentales (Ronualdo y Donolo, 2010), la cual corresponde a un enfoque investigativo y sistemático orientado a la creación, implementación y evaluación de propuesta innovadoras y fundamentadas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, como por ejemplo materiales didácticos, estrategias pedagógicas o secuencias de enseñanza.

Se optó esta metodología porque su naturaleza aplicada, que se centró en el diseño, puesta en marcha y soluciones de problemas concretos en contextos educativos reales, como el que se aborda en este trabajo, más que en la producción de teoría educativa.

La investigación se desarrolló en cinco fases, las cuales se presentan a continuación.

Fase I. Identificación del problema y revisión teórica. Cabe destacar que en la institución donde se desarrolló la secuencia la enseñanza de las ciencias se ha basado en un modelo memorístico y repetitivo, respaldado por libros de texto escolares, y se ha distanciado de la actividad experimental debido al poco uso del laboratorio y de material de laboratorio adecuado para la enseñanza del electromagnetismo. Adicional a esto los estudiantes tienen poco interés y mal comportamiento lo que identifica una problemática a resolver.

Particularmente se empezó a hacer una revisión de la literatura tanto científica como pedagógica, que permita constituir los elementos fundamentales de los de los cuales proyectar las actividades experimentales, pero también hicimos una revisión de literatura de carácter epistemológico y pedagógico sobre el papel de la actividad experimental en la enseñanza del electromagnetismo, que permitió encontrar algunos elementos para orientar estas propuestas,

como, por ejemplo, el valor que se le da a la teoría por encima de la experimentación y el uso de la historia para poder mostrar a los estudiantes la ciencia más humana.

Fase II. Diseño y Desarrollo de Experimentos. Para el desarrollo de este trabajo de grado se utilizaron principalmente métodos cualitativos, con las técnicas:

- Observación participante: El profesor interactuó directamente con los estudiantes mientras desarrollaron la secuencia de actividades diseñada.
- Análisis de producciones escritas: Se recogieron los trabajos de los estudiantes para evaluar su comprensión y los posibles ajustes en la propuesta de enseñanza.
- Discusión en clase (conversaciones reflexivas): A través del diálogo con los estudiantes, obtuvo información sobre su proceso de aprendizaje y retroalimenta su propuesta.

Con base en el análisis obtenido anteriormente, se empezó a diseñar una secuencia de actividades experimentales en torno a temáticas de la unidad didáctica. Las actividades se organizaron de manera progresiva, abordando primero actividades experimentales sobre cargas por frotamiento, luego manipulación de imanes, construcción de circuitos, construcción de brújulas, terminando con un experimento más detallado. En el diseño de cada actividad, se seleccionaron los recursos y materiales necesarios, teniendo en cuenta con los que contaba el laboratorio que fueran de fácil acceso y bajo costo, teniendo en cuenta objetivos de aprendizaje expuestos en mayor detalle en el capítulo IV;

Fase III. Implementación de la Propuesta Experimental. La propuesta experimental se llevó a cabo en un entorno educativo real con estudiantes de grado octavo. Consta de 6 actividades experimentales iniciales con una duración aproximada de 50 minutos y una actividad experimental de cierre entre 2 y 3 sesiones, desarrollarán experimentos específicos que permitan a los estudiantes de educación media explorar y comprender las ideas claves relacionadas con propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales, finalizando con una socialización con toda la clase.

La población que se buscó impactar con la propuesta experimental está constituida por estudiantes de octavo grado, cuyas edades oscilan entre los 13 y 15 años, y que han tenido poco

acercamiento al campo disciplinario del electromagnetismo. La implementación de las actividades experimentales se llevó a cabo en el laboratorio teniendo en cuenta el uso de elementos de protección personal (EPP).

Fase IV. Análisis de la Propuesta Experimental. Se analizaron los productos de los estudiantes durante el desarrollo de la última actividad experimental para valorar sus niveles de comprensión e identificación de interrelaciones de electricidad y magnetismo. Adicionalmente, se realizarán entrevistas y grupos focales con estudiantes para obtener información detallada sobre sus percepciones y experiencias con la propuesta experimental.

Fase V. Análisis y Comparación de Desafíos en la Enseñanza de la Interrelaciones de electricidad y magnetismo: El análisis del contexto permitió identificar que en la institución el poco uso que se le da a los laboratorios y a la vez contar con poco material didáctico para electromagnetismo en la institución, logro identificar el poco uso de la experimentación en la enseñanza de los estudiantes sobre electricidad y magnetismo, a la vez se identificó el poco conocimiento sobre el uso de materiales de laboratorio por parte de los estudiantes y el tiempo disponible para la realización de actividades experimentales.

2 ELECTRICIDAD, MAGNETISMO Y SUS INTERRELACIONES

Antes de empezar se aclara que el propósito de este capítulo no es producir una reconstrucción histórica del establecimiento de relaciones entre electricidad y magnetismo. Más bien, como proponen Mantyla, T. & Koponen, I. (2007), se busca utilizar las reconstrucciones históricas ya realizadas como punto de partida para desarrollar y diseñar actividades experimentales adecuadas para la enseñanza. La reconstrucción que se presenta, en muchos aspectos, es paralela al desarrollo histórico, pero su intención no es ser una reconstrucción histórica completamente auténtica. En cambio, se interpretan las ideas, experimentos y desarrollos científicos desde el punto de vista de las concepciones modernas, ya que el objetivo de este trabajo, después de todo, es enseñar física, no la historia de la física.

A lo largo de la historia, diversos pensadores identificaron posibles relaciones entre la electricidad y el magnetismo. Ya en el siglo VII a.C., Tales de Mileto observó que tanto el ámbar, al ser frotado, como la magnetita, al atraer pequeños trozos de metal, compartían propiedades similares que podrían estar conectadas. Siglos después, en el siglo XVI, William Gilbert también reconoció fenómenos eléctricos y magnéticos, sugiriendo que ambos podrían tener una relación más profunda, aunque no se comprendía del todo en ese momento. (Papp, 1993)

La fama del imán y del ámbar ha estado siempre presente en las memorias de los sabios. Algunos filósofos invocan el imán y también el ámbar cuando, al explicar muchos secretos, sus sentidos se nublan y el razonamiento no puede ir más allá. (Gilbert, 1900, p. 52).

Un fenómeno intrigante que experimentaban los navegantes en sus barcos reforzaba esta noción. Durante tormentas eléctricas, cuando los rayos caían cerca, las agujas imantadas de las brújulas a menudo se invertían misteriosamente, lo que indicaba una posible interacción entre la electricidad atmosférica y el magnetismo.

Otro indicio provino de Aepinus, quien observó que al calentar una turmalina (una esmeralda rodeada de cuarzo), esta podía atraer pequeños trozos de ceniza, similar a cómo un imán atrae metal. Este fenómeno de piezoelectricidad le permitió vislumbrar una conexión entre las

acciones eléctricas y magnéticas. De hecho, como Aepinus señaló, una aguja de cristal calentada desarrolla polos eléctricos, mientras que una aguja metálica magnetizada presenta polos magnéticos similares. (Papp, 1993)

En otro contexto, Benjamín Franklin notó que la electricidad atmosférica generada por los rayos podía otorgar propiedades magnéticas a objetos metálicos cercanos, e incluso se podía magnetizar una aguja utilizando la descarga de una botella de Leyden. (Papp, 1993)

Si bien los ejemplos anteriores señalaban cierta relación entre el magnetismo y la electricidad, no fue sino hasta 1820 cuando los experimentos de Hans Christian Oersted después de la invención de la batería de volta, que proporcionaba corriente continua, establecieron firmemente la conexión entre los dos fenómenos.

2.1 Reflexiones y Experiencias Pioneras en Torno a la Electricidad

La historia de la electricidad se remonta a la Antigüedad. Uno de los primeros vestigios de tal fenómeno fue la descubierta por Tales de Mileto en el siglo VI a.C. Este filósofo griego notó que al frotar un trozo de ámbar con un paño este último podía atraer objetos livianos con los que estaba en contacto, lo cual actualmente se reconoce como una de las primeras menciones de electrificación por fricción. Si bien este descubrimiento inicial existe, han de pasar aún muchos siglos hasta que los fenómenos electrostáticos sean investigados con seriedad y sistematización de sus explicaciones científicas, y esto no sucederá hasta los siglos XVII y XVIII, cuando científicos como William Gilbert, Otto Von Guericke y Benjamín Franklin lleven a cabo experimentos e investigaciones de los fenómenos eléctricos y electrostáticos.

En el siglo XVI, William Gilbert, en Inglaterra, retoma los estudios de Tales de Mileto y se convierte en uno de los primeros científicos que estudió las propiedades eléctricas de determinados materiales. Observó que, al frotar vidrio, resina, sal o azufre con trozos de algodón, estos materiales adquirirían la capacidad de atraer objetos ligeros. Este hecho constituyó un momento crucial ya que permitió la apertura de una vía de investigación eléctrica mediante la electrificación por fricción.

Gilbert no se limitó a la teoría, sino que realizó ciertas pruebas en dispositivos, inventó el primer electroscopio, que él llamó versorium, y del que constaba una aguja de metal que podía girar libremente sobre un pedestal. Este ingenioso instrumento le sirvió para diferenciar los objetos electrificados de los no electrificados, ya que la aguja de metal giraba hacia los objetos electrificados. A pesar de que no pudo demostrar la fuerza de repulsión debido a la no existencia del aislamiento, su trabajo fue un primer paso en la elaboración de la electrostática.

A mediados del siglo XVII en Alemania, Otto Von Guericke llevó a cabo avances significativos al construir la primera máquina electrostática. Su invento consistía en una esfera de azufre montada en un eje de hierro que podía girar. Al utilizar una tela para electrificar la esfera, no solo demostró la atracción de objetos hacia ella, sino que también descubrió un fenómeno intrigante, sucedía que los objetos eran repelidos después de ser atraídos y para que volvieran a ser atraídos, debían tocar alguna superficie que no estuviese electrificada. Este descubrimiento reveló la noción de una dualidad eléctrica y contribuyó significativamente a la comprensión de la electrificación.

En el siglo XVII, Stephen Gray inició una investigación crucial sobre los efectos de la electrificación por frotamiento. Su enfoque estaba en comprender la conductividad eléctrica de los materiales, y en su búsqueda, demostró que algunos materiales permiten la transmisión de la electricidad, mientras que otros la bloquean, estableciendo la distinción entre conductores y aislantes.

En 1793, Charles Du Fay hizo una contribución esencial al introducir la dualidad de la electricidad, clasificándola en "electricidad vítrea" y "electricidad resinosa". Según su teoría, los materiales que presentaban electricidad vítrea tendían a repelerse entre sí, al igual que los materiales con electricidad resinosa, pero se atraían mutuamente si provenían de categorías opuestas, sentando una estructura conceptual en el estudio de la electricidad. (Papp, 1993, p. 327)

2.2 Reflexiones y Experiencias Pioneras en Torno al Magnetismo

Desde la antigüedad los fenómenos magnéticos han sido reconocidos por la humanidad. Siglos antes de Cristo, se conocía que ciertos minerales como la magnetita, poseían la capacidad de atraer pequeños trozos de hierro. Uno de los primeros usos documentados del magnetismo se encuentra en la antigua China, donde se desarrollaron las brújulas. En esta civilización, se establecieron técnicas para fabricar agujas imantadas que siempre apuntaban hacia el mismo punto cardinal. Este conocimiento fue posteriormente transmitido a los hindúes y árabes, antes de llegar a Europa alrededor del siglo XI.

Uno de los registros más antiguos sobre el magnetismo se halla en una carta escrita por Pedro el Peregrino de Maricourt al caballero Siger de Foucaucourt, titulada "Sobre el imán" y fechada en el siglo XII. En este documento, Pedro el Peregrino describe sus investigaciones sobre la piedra imán, detallando la identificación de los polos magnéticos y los principios de atracción y repulsión que rigen su comportamiento. Además, fue uno de los pioneros en intentar crear una máquina de movimiento perpetuo basada en el magnetismo.

El autor establece una analogía entre los ejes de rotación de la Tierra y los polos de las piedras imán. Para determinar la orientación de estos polos, utiliza piedras de alta calidad, homogéneas y azules. A través de este método, logra establecer la orientación de los polos de la piedra imán mediante agujas, asegurándose de que estas sean perpendiculares a la superficie de la piedra.

Pedro el Peregrino identifica los polos de la piedra imán en relación con los puntos cardinales establecidos. La parte norte de una piedra atrae a la parte sur de otra, y viceversa. Sin embargo, cuando se acercan dos partes norte o dos partes sur, parecen repelerse, dado que la parte norte de un imán es repelida por la parte norte de otro. Esta observación temprana refleja una comprensión rudimentaria pero precisa de la interacción magnética, como se ilustra en la siguiente cita:

Aprende, por tanto, la regla: la parte norte de una piedra atrae a la parte sur de otra piedra y la parte sur a la del norte. Pero si lo haces a la inversa, es decir, si aproximas la parte norte de la piedra a la parte norte de otra, la piedra que tienes en la mano parecerá repeler a la piedra que flota; y si juntas la parte sur de una piedra con la parte

sur de otra, ocurrirá lo mismo; ello es así porque la parte norte es atraída por la parte sur, lo que parece repeler a la parte norte; signo de ello es que del mismo modo se junta con la parte sur. (Minecan, 2017, p. 277)

Asimismo, Pedro el Peregrino destaca que un imán ejerce una atracción más fuerte sobre otros imanes que sobre el hierro. También observa el misterioso fenómeno de que dos imanes, al ser vecinos, se atraen o se repelen mutuamente, lo que es lo más probable, pero al dividir un imán en dos por cualquier plano, resulta que cada mitad es un imán completo, con sus propios polos Sur y norte. Se ha deducido que los monopolos magnéticos no existen, porque, como podemos ver, los polos norte y sur siempre se manifiestan sin importar como se dividan.

La relevancia de Pedro el Peregrino radica en la observación y experimentación sobre el magnetismo en una época donde el conocimiento científico en este ámbito era limitado. Sus contribuciones sentaron las bases para una mejor comprensión de los fenómenos magnéticos y tuvieron un impacto duradero particularmente en áreas como la navegación. Posteriormente, el médico inglés William Gilbert continuaría los estudios iniciados por Pedro el Peregrino en relación con las piedras imán.

Gilbert, en su obra *De Magnete*, sienta las bases de una buena parte de la comprensión del magnetismo gracias a una serie de experimentos ingeniosamente diseñados que hicieron cambiar la interpretación de ese mismo fenómeno. En una época donde habría predominado una pretendida explotación del fenómeno natural que daba paso a una interpretación fundamentada en mitos y supersticiones, las bases de las que se sirvió Gilbert eran las de la observación rigurosa de los fenómenos en cuestión, con lo que se pone en manifiesto la importancia de que los experimentos forman parte constitutiva del conocimiento.

Una serie de experimentos significativos sería la construcción de la Terrella, una esfera de piedra imán que cumplía con las propiedades del magnetismo de la Tierra y que, como el mismo Gilbert explica en el capítulo III, le permitió observar cómo las agujas magnéticas se dirigían hacia los polos de la esfera. Establecía que “la aguja busca y se dirige a la Tierra, que es un imán” (Gilbert, W. 1900, *De Magnete*), lo que extendió la consideración de que la Tierra está actuando como un gran imán y supondría una novedad radical en la consideración de la navegación, a la vez que daba fundamentos científicos a la orientación sobre brújulas.

Gilbert, W. (1900) también investigó la transferencia de magnetismo en el capítulo IV. Al colocar un objeto de hierro en contacto con un imán y luego separarlos, notó que el hierro adquiría la capacidad de atraer otros metales. Este proceso de magnetización se describió como “el imán había transferido su virtud al hierro”. Este experimento estableció que el magnetismo puede ser inducido y controlado, ampliando el conocimiento sobre la influencia de los imanes en otros materiales.

Otro de los experimentos que se destaca es el que gira en torno a la polaridad magnética, el cual fue analizado en el capítulo V. Tal y como indicaron varios experimentos llevados a cabo por Gilbert, cuando un imán es cortado en varias partes, cada una de las piezas al ser separadas posee nuevos polos norte y sur. Gilbert indicó que “la división de un imán resulta en la obtención de dos nuevos imanes que poseen sus respectivos polos” (Gilbert, W. 1900). Esta polaridad adquirida se convirtió en un elemento fundamental y era la característica del magnetismo, ya que la polaridad está siempre unida a la estructura del imán.

En el capítulo VI, Gilbert analizó el calor y su relación con la propiedad del magnetismo. Al calentar un imán observó que limitaba la capacidad de atracción de objetos metálicos, indicando que el calor es el antídoto del imán, ya que el sonido de atraer percibido es considerablemente menor (Gilbert, 1900). Este descubrimiento fue esencial para que, uniendo este experimento a otros, pudiéramos llegar a la conclusión de que el magnetismo no es una propiedad, sino que tal propiedad depende, en gran medida, de condiciones externas pudiendo ser visto como el detonante de la posterior comprensión de la temperatura de Curie.

Finalmente, el capítulo VII de Gilbert estaba destinado a llevar a cabo experimentos mediante los cuales pudo comprobar que el magnetismo no tiene problemas para atravesar cuerpos e incluso cuerpos que no sean ferromagnéticos. Un experimento que relata Gilbert fue el que incluyó la presencia de un imán entre un objeto de hierro y colocó entre ellos variantes como vidrio y madera, tubo el hallazgo de que el campo magnético podía atravesar estos cuerpos sin que perdieran su capacidad de atracción (Gilbert, 1900) lo que evidencia de una manera clara, especialmente porque, después de tantos experimentos realizados, llegó a ampliar el momento en el que su explicación acerca del funcionamiento de los campos pudo

también dar cuenta de cómo era el magnetismo y observar la conclusión de que no estaba en contacto directo.

En definitiva, los experimentos de Gilbert en *De Magnete* no sólo desmintieron viejos mitos sobre las propiedades del magnetismo, sino que establecieron una forma de ver las cosas a las que se les daba prioridad a las evidencias empíricas en ciencia. Su rigor y su metodología experimental dio a entender que la observación estricta de los fenómenos y la verificación constante son requisitos necesarios para no detenerse en el avance de las formulaciones del conocimiento. A través de su *De Magnete*, Gilbert da muestras de que la experimentación es el gran pilar de la construcción del conocimiento, iniciando así el camino a otras futuras investigaciones en relación con la electricidad y el magnetismo.

2.3 Relaciones entre Electricidad y Magnetismo

La comprensión de los fenómenos eléctricos y magnéticos ha recorrido un periodo bastante largo, los primeros pasos hacia la comprensión de la electricidad y el magnetismo como disciplinas diferenciadas nacieron de investigaciones precisas, simples y empíricas. Posteriormente, investigaciones sofisticadas nos han permitido detectar que existe una interrelación de unos fenómenos con los otros, materializándose en la primera noción de la teoría del electromagnetismo. Aunque como ya se ha indicado, existían concepciones acerca de que dichos fenómenos eléctricos y magnéticos podrían de alguna forma tener cierta relación, pero fue hasta en el periodo de 1820, con la aportación de los experimentos de Oersted, cuando se logra proporcionar un efecto que permita tener una noción de interrelacionarlos. Cabe destacar que esto fue posible gracias a la invención previa de la pila voltaica capaz de proporcionar corriente continua.

Los experimentos de Oersted, junto con los Ampere y Faraday, desencadenaron un período de agitación intelectual en el mundo científico, revelando la profunda conexión entre electricidad y magnetismo. Por esta razón en las siguientes secciones se hará una revisión de los trabajos experimentales de estos tres autores y las relaciones entre electricidad y magnetismo que permitieron establecer.

2.3.1 Los trabajos experimentales de Oersted y el establecimiento relaciones entre electricidad y magnetismo.

Oersted realizó experimentos variando el calibre de los cables conductores y utilizando ácidos en lugar de sales como electrolito para mejorar la deflexión en la brújula.

Mas cerca en el tiempo de Oersted el físico italiano Giuseppe Doménico Romagnosi creía haber notado pequeños movimientos de la brújula, bajo la influencia de la corriente voltaica. (Papp, 1993)

Oersted estuvo varios años recreando sus propios experimentos sin lograr comprobar las observaciones de Romagnosi, hasta que un día en una de sus clases en la Universidad de Copenhague como relata uno de sus estudiantes:

El profesor solía siempre colocar el alambre conductor de su pila en ángulo recto sobre la aguja magnética, sin notar movimientos perceptibles. Esta vez, al término de su clase, en la que utilizaba una fuerte pila para otras demostraciones, nos dijo: “ensayemos colocar el alambre conductor paralelo a la aguja magnética”. Hecho esto, quedó perplejo al ver la aguja oscilar con fuerza, colocándose casi en ángulo recto con el meridiano magnético. “Invirtamos –dijo luego– la dirección de la corriente”, y entonces la aguja se desvió en la dirección opuesta. (Papp, 1995, p.115)

Cabe destacar que, aunque parezca algo accidental este descubrimiento, Oersted estaba intentado mostrar a sus estudiantes como se calentaba y a la vez se ponía rojo el conductor al hacer pasar una corriente. La relación de fuerzas eléctricas y fuerzas magnéticas era una hipótesis mantenida por el desde hacía ya varios años, también que la luz y el calor son fenómenos relacionados con la corriente eléctrica, y que en esa clase estaba mostrando a sus estudiantes analogías que se conocían de la electricidad, magnetismo y galvanismo.

Muchas veces se comprueba, en la historia de la investigación, que los científicos encuentran hechos muy diferentes de aquellos que han buscado, y aun sucede a veces que el hallazgo inesperado posee una importancia muy superior a la del objetivo prefijado de las búsquedas. (Papp, 1996, p.340)

Con esto la relación entre el magnetismo y la electricidad la descubrió Oersted en 1820 acercando una brújula a un alambre por el cual pasaba una corriente y hacía que la brújula tuviera una deflexión, pero este descubrimiento no se hubiera dado si años anteriores no se hubiera inventado la pila voltaica la cual proporcionaba una corriente continua.

Sin la pila de volta muy difícilmente Oersted hubiera podido descubrir esta relación, Oersted hizo algunos cambios en la pila voltaica para ver el efecto, primero utilizó diferentes calibres de cables conductores encontrando en los más gruesos mayor efectividad, a la vez que utilizó pares de placas más anchas (mayor área) para mejorar el efecto y adicional a esto utilizó ácidos en vez de sales como electrolito, con esto logró hacer una deflexión en la brújula con mayor intensidad, Oersted también dio cuenta que la intensidad de la deflexión no dependía de la tensión de la electricidad sino de su cantidad, a la vez contribuiría al concepto de campo, como el destaca:

Los hechos precedentes ponen suficiente en evidencia que el conflicto eléctrico no queda confinado en el conductor, si no que se dispersa ampliamente en el espacio adyacente... Los efectos de la corriente o conflicto eléctrico no se limitan al propio conductor, sino que se transmiten al medio que lo rodea, aparentemente a través de círculos situados en planos perpendiculares al conductor. (Pérez, 2003, p. 93)

Después del revelador descubrimiento de Oersted y su posterior difusión por toda Europa, el mundo científico se vio inmerso en un período de gran agitación intelectual. La idea de que una corriente eléctrica podía generar un campo magnético y, a su vez, afectar a una brújula, desencadenó un profundo interés en los pensadores de la época. Sin embargo, la noción de la relación entre electricidad y magnetismo no se limitó solo a Oersted.

2.3.2 Los trabajos experimentales de Ampere y el establecimiento relaciones entre electricidad y magnetismo.

André-Marie Ampere, otro destacado científico también hizo contribuciones significativas en este campo. Ampere desarrolló importantes teorías y experimentos que permitieron comprender mejor cómo las corrientes eléctricas generaban campos magnéticos y cómo estas corrientes eléctricas interactuaban entre sí; respecto a esto se destaca que:

Sin embargo, existen precedentes que por la cabeza de Ampere habían pasado ideas que relacionaban la electricidad con el magnetismo; así, hacia 1800 presentó en la academia de Lyon una memoria donde apoyaba la idea de encontrar una teoría que unificase las diversas partes de la física, en especial la electricidad y el magnetismo. El mismo ya había apuntado de la similitud del fluido eléctrico y del fluido magnético. (Varela y Nieto, 2003, p. 247)

Un montaje experimental en que demuestra la interacción (repulsión y atracción) de dos conductores por los cuales pasa una corriente, evidencia que la dirección de la corriente influye en la interacción y que estos conductores se comportan como imanes, adicional a esto busca una unidad de fuerza para asignarle a la corriente.

Entre tanto, la academia empieza a recibir las memorias de André Marie Ampere (1775-1836), que sorprende a los físicos con una larga serie de nuevas teorías y nuevos hechos. Guiado por la idea de que las corrientes eléctricas se atraen o rechazan, como lo hacen las cargas, Ampère demuestra que las corrientes paralelas del mismo sentido se atraen, mientras que las de sentido contrario se repelen: si las corrientes no son paralelas, su mutua La acción tiende a disminuir el ángulo formado por los conductores. Observe los fenómenos de rotación que se producen en circuitos eléctricos. Con las investigaciones de Ampère, queda cimentada la nueva ciencia de la electrodinámica. Esta recibe su coronamiento merced al revestimiento matemático que el gran teórico le confiere, publicando, en 1826, su célebre memoria: Teoría matemática de los fenómenos electrodinámicos únicamente deducida de la experiencia.

El electrologo francés asimila una corriente a un imán: esta idea parecía en el juicio de muchos de sus contemporáneos— una oscura teoría. Sin embargo, Ampère comprueba experimentalmente que una bobina donde recorre una corriente, un solenoide se comporta como un imán. Su éxito le sugiere la hipótesis que concibe el magnetismo como el resultado macroscópico de minúsculas corrientes que circulan en torno a las moléculas. El pensamiento de Ampère reduce, pues, el estado magnético —tanto el ferromagnetismo como el magnetismo terrestre— en todas sus manifestaciones, a corrientes moleculares, eliminando la hipótesis de los fluidos magnéticos

que integraban la ciencia de la Ilustración. Con retoques y modificaciones, la idea rectora de la teoría de Ampère acompaña la magnetología hasta hoy en día.

El conocimiento de los fenómenos de la corriente, que las investigaciones de Ampère habían ampliado, exigían también algunos nuevos conceptos. Ya Volta había formulado la noción de la “tensión” o diferencia de potencial, que Ampère distinguió de la "intensidad" de la corriente, es decir, la cantidad de electricidad que pasa en un segundo por la sección del conductor. Estos conceptos necesitaban ser completados por el de "resistencia", introducido por el físico alemán Georg Simón Ohm (1787-1854).

André-Marie Ampère conocía que el magnetismo en un conductor era generado por el movimiento de corrientes eléctricas y que al cortar la corriente eléctrica el magnetismo desaparecía, dedujo que en materiales que mantenían su magnetización permanentemente como los imanes se debía a la existencia de corrientes microscópicas. en su interior, presentes antes de magnetizarse. La no evidencia de estas corrientes a nivel macroscópico se debía a que sus partículas no estaban alineadas, Apoyándose en la imposibilidad de separar monopolo del magnetismo. En consecuencia, propuso que la carga eléctrica se constituía como el responsable de tanto los fenómenos eléctricos y magnéticos. (Varela y Nieto, 2003, p. 2)

A partir de la sugerencia de Volta de que el contacto entre dos metales diferentes daba lugar a una corriente eléctrica si los metales se conectaban mediante un fluido conductor (pila de Volta), Ampère comenzó a especular sobre la naturaleza magnética de la materia, afirmando que el contacto de las moléculas en el interior de un imán de hierro podría dar lugar a corrientes semejantes a las voltaicas. Un imán, apuntaba, puede ser considerado como una serie de pilas voltaicas en las cuales las corrientes eléctricas se mueven de forma concéntrica alrededor del eje del imán. Esta hipótesis no explicaba satisfactoriamente las propiedades del hierro con relación a la conducción de la electricidad ni el hecho de que los imanes en general no sean buenos conductores del calor, y así se lo hizo ver su amigo Agustín Fresnel (creador de la teoría ondulatoria de la luz), quien sugirió la idea de la existencia de corrientes eléctricas alrededor de cada molécula en el interior de las sustancias magnéticas. Adicional a esto en su teoría, Ampère ha propuesto la opinión de que el magnetismo de la Tierra es causado por corrientes eléctricas que giran alrededor de su eje paralelo al ecuador. Faraday, M. (1838)

2.3.3 Los trabajos experimentales de Faraday y el establecimiento relaciones entre electricidad y magnetismo.

A Michael Faraday se le atribuye el descubrimiento de la inducción electromagnética. Faraday realizó diversos montajes experimentales que ayudaron a descubrirla. La inducción electromagnética consiste en que una variación de un campo magnético genera una corriente eléctrica en un conductor.

Aunque Faraday no se llegó a convencer totalmente a que se debían las interacciones entre electricidad y magnetismo, fue con su curiosidad científica preguntándose “si con el experimento de Oersted se podía producir magnetismo en un conductor al pasar una corriente eléctrica.” ¿Se podría producir una corriente eléctrica con magnetismo?

El experimento más significativo fue enrollar dos bobinas de alambre alrededor de un anillo de hierro; el hierro y el alambre estaban aislados por una tela, y entre los alambres se enrollaba un hilo de seda para que no hubiera contacto. Conectó una de las bobinas a una fuente de corriente y la otra a un galvanómetro (un dispositivo utilizado para detectar corrientes eléctricas). Faraday observó que, al conectar y desconectar la corriente en la primera bobina, se generaba una corriente momentánea en la segunda. Este fenómeno demostró que un campo magnético cambiante puede inducir una corriente eléctrica en un conductor cercano (Faraday, 1831).

Otro experimento clave fue en el cual Faraday utilizó un imán móvil y una espira de alambre. Descubrió que al mover un imán hacia dentro y fuera de la espira, esta espira conectada a un galvanómetro daba cuenta de que se generaba una corriente eléctrica en el alambre. Sin embargo, el imán, al permanecer inmóvil, no se producía corriente, lo que indicó que era el movimiento del campo magnético el que inducía la corriente. Estos experimentos le permitieron formular la ley de la inducción de Faraday, la cual establece que la magnitud de la corriente inducida es proporcional a la rapidez con que cambia el campo magnético (Faraday, 1838).

La relación entre la electricidad y el magnetismo era apoyada por unos y otros la rechazaban, aunque el experimento de Oersted era una evidencia clara de cierta relación; con los experimentos de Faraday, estas interacciones se estudiaron y se desarrollaron significativamente. Aunque en sus investigaciones Faraday observó que mientras la

electricidad necesita de partículas intermedias para transmitir su fuerza, el magnetismo parecía actuar a distancia sin esa necesidad. Al experimentar con diversos materiales, no halló diferencias notables en la transmisión de la fuerza magnética, lo que lo llevó a sugerir que el magnetismo no sigue el mismo patrón de comportamiento que la electricidad (Faraday, 1838).

Faraday contribuiría más allá del descubrimiento de la inducción electromagnética; los montajes experimentales en el campo del electromagnetismo revolucionaron la comprensión científica de los fenómenos eléctricos y magnéticos; a la vez, también contribuyó en el desarrollo de generadores y transformadores eléctricos. Un aspecto clave en el desarrollo de estos fenómenos fue la precisión y dedicación en sus configuraciones experimentales, empleando núcleos de hierro para amplificar las corrientes inducidas.

Uno de los hallazgos más relevantes de Faraday fue que las corrientes inducidas solo se generaban en los momentos de creación o interrupción del campo magnético, lo que demostraba la naturaleza momentánea y reversible de dichas corrientes. Además, sus experimentos revelaron que la relación entre electricidad y magnetismo no es simple ni lineal, sino que depende de múltiples factores, como los materiales utilizados y las configuraciones geométricas. En el caso de la inducción voltaica, Faraday observó que la corriente inducida inicialmente se oponía a la corriente inductora, pero al cesar el contacto, ambas corrientes se alineaban en la misma dirección.

Los experimentos de Faraday también confirmaron la hipótesis formulada por André-Marie Ampère sobre la relación entre electricidad y magnetismo. Se demostró que la inducción electromagnética es bidireccional: el magnetismo puede inducir electricidad y viceversa. Este descubrimiento no solo validó teorías anteriores, sino que también impulsó el desarrollo de aplicaciones tecnológicas para el avance de la sociedad moderna.

En este contexto, la experimentación no se limita a la verificación de hipótesis, sino que abre nuevas puertas para el desarrollo tecnológico. Faraday mostró que, aunque los fenómenos de inducción magnetoeléctrica (generar electricidad a partir de magnetismo) y voltaeléctrica (generar magnetismo a partir de electricidad) siguen principios similares, presentan diferencias

en la velocidad con que se producen, lo que destaca la importancia de un enfoque experimental exhaustivo para comprender las complejidades de estos fenómenos.

Más allá de descubrir la inducción electromagnética, Faraday aportaría mucho al electromagnetismo, con diferentes montajes experimentales que revolucionaron la forma de entender los fenómenos eléctricos y magnéticos y a la vez, agregaría el desarrollo de generadores y transformadores eléctricos. Una de las claves para avanzar en los fenómenos, sería el cuidado y la minuciosidad en sus montajes experimentales, utilizando núcleos de hierro para su magnificación de las corrientes inducidas.

Uno de los descubrimientos más relevantes de Faraday sería que las corrientes inducidas solo se producían en los momentos de la creación o la interrupción del campo magnético, lo que evidenciaba que las corrientes inducidas son efímeras y reversibles. Y también, sus experimentos demostraron que la conexión entre electricidad y magnetismo no es un camino de sentido único ni obedece a una relación lineal, sino que depende de varios factores: el tipo de materiales utilizados, las configuraciones geométricas, etc. En el caso de la inducción voltaica, Faraday descubrió que la corriente inducida se oponía a la corriente inductora en el momento de la puesta en marcha, pero cuando cesaba el contacto ambas corrientes asumían la misma dirección.

Los experimentos de Faraday también corroboraron la hipótesis propuesta por André-Marie Ampère sobre la conexión entre electricidad y magnetismo; demostrando que la inducción electromagnética estaba en ambos sentidos: el magnetismo inducía electricidad y viceversa. Este descubrimiento no solo corroboraba hipótesis anteriores, sino que también validaba el avance hacia el desarrollo tecnológico que marcaría la sociedad moderna.

Es en este sentido que la experimentación no era solo la verificación de la hipótesis en la ciencia y que a la vez abría la puerta hacia el desarrollo tecnológico. Faraday demostró que, a pesar de ser fenómenos que dependían de los mismos principios la inducción magnetoeléctrica (generar electricidad a partir de magnetismo) y la voltaeléctrica (generar magnetismo a partir de electricidad) aunque tienen ciertas similitudes presentan diferencias como que no se producían a la misma velocidad, lo que es una buena manera de recordar la importancia de una experimentación exhaustiva para ir superando sus particularidades.

Primer motor eléctrico - Motor monopolar

En 1821 Faraday crearía el primer aparato que convertía la corriente eléctrica en movimiento mecánico, este sería el primer motor eléctrico (motor monopolar) después de estudiar los hallazgos de Ampere sobre la interacción entre conductores e imanes donde explora fenómenos mediante una serie de experimentos donde revelan la interacción entre corrientes eléctricas y campos magnéticos, se observó que los alambres conductores y los imanes generan movimientos circulares al interactuar, Además, se descubrió que las hélices y cilindros de alambre conductor actúan como imanes, concentrando su fuerza en los extremos y replicando propiedades magnéticas observadas en imanes naturales.

A través de estos montajes, se identificaron patrones clave, como la atracción y repulsión entre alambres paralelos con corrientes opuestas y la similitud en la acción de electroimanes e imanes tradicionales. Los experimentos también demostraron que los alambres conducidos por corrientes eléctricas intentan moverse en círculos alrededor de los polos magnéticos, incluso en relación con el magnetismo terrestre.

Con esto Faraday diseñaría un dispositivo que consistía en un recipiente de vidrio lleno de mercurio del cual cuelga un alambre libremente que toca superficialmente el mercurio, tanto el alambre que cuelga como el mercurio están conectados a una batería galvánica, en el recipiente lleno de mercurio se encuentra un imán cilíndrico sumergido hasta la mitad. Como se en la Figura 1A y 1B.



Figura 1A *Fotografía del montaje experimental utilizado por Michael Faraday en su motor monopolar. Tomado de Faraday, M (s.f.).*

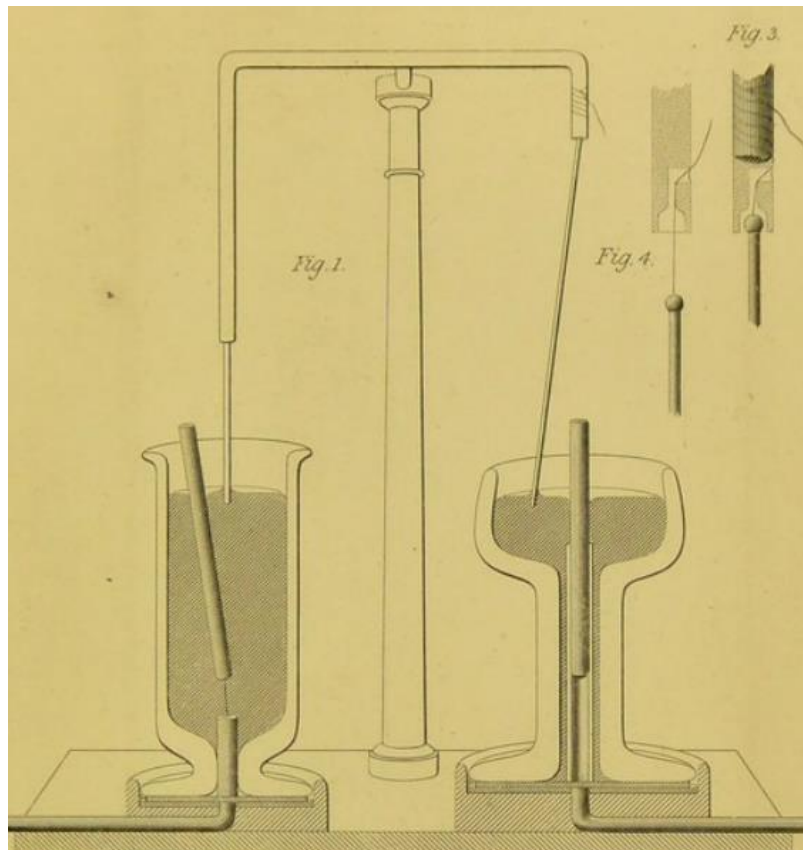


Figura 1B. Bosquejo Primer Motor Eléctrico. Tomado de *Experimental Research In Electricity*, Vol. 2, Pag 311

Cuando la corriente eléctrica fluye a través del alambre, que toca superficialmente el mercurio, se genera una fuerza magnética que provoca su rotación alrededor del polo de un imán o, en algunas configuraciones, permite que el imán gire alrededor del alambre. La dirección de este movimiento rotatorio depende de la orientación del imán y las conexiones del circuito eléctrico. (Faraday, 1838)

3 ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS RELACIONES ENTRE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

El énfasis en los resultados y productos habituales en la enseñanza de la física, y en especial del electromagnetismo, difunde una imagen realista de las teorías científicas y del conocimiento científico que no da espacio a preguntas, a supuestos, a los compromisos y promueve entre los estudiantes una actitud de subordinación frente a quien catalogado como científico. Más aún, el que la experiencia sensible se limite a ciertos enunciados teóricos, se convierte en un obstáculo para que los estudiantes establezcan nexos entre las teorías y su mundo de experiencia; respecto a esto Edwin García (2011), la finalidad de enseñar física es ayudar al estudiante a esclarecer la relación que existe entre el contenido teórico de la disciplina y los fenómenos naturales donde se pueden encontrar representados en la vida diaria. (citado en Torres, 2023).

3.1 La actividad experimental como generador en la construcción de conocimiento

El valor que le demos a la actividad experimental desempeñara un papel importante a la hora de construir secuencias para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, las investigaciones en filosofía de la ciencia han tendido a priorizar los modelos teóricos, las leyes y los principios establecidos, relegando la experimentación a un segundo plano. Este enfoque ha llevado a que la teoría sea percibida como el centro del conocimiento científico, mientras que el experimento ha sido relegado a un plano secundario.

Cabe destacar que diversos pensadores han trabajado para otorgar al experimento un estatus más relevante en la construcción del conocimiento científico. Sin poner la experimentación o la teoría por encima de la otra, sino que ambas se complementan como señalan Rico y Romero:

Esta visión propende por una relación de constitución o de complementariedad entre ambos elementos en los procesos de producción científica; relación que se identifica cuando se comprende que existe una especie de comunicación o diálogo entre la experimentación y la teorización, o bien cuando se reconoce una dinámica entre ellas

tal que desarrollos en una dimensión producen desarrollos en la otra. (Rico & Romero, 2023, p. 17).

En las ciencias naturales, la evidencia experimental constituye la base del conocimiento, ya que se presume que esta es válida, crítica, racional y proporciona información fundamental sobre la naturaleza. Allan Franklin y Slobodan Perovic (1998) refuerzan esta idea al afirmar:

El experimento es lo que proporciona la evidencia que fundamenta el conocimiento. El experimento juega muchos papeles en la ciencia. Una de sus funciones importantes es poner a prueba las teorías y proporcionar la base para el conocimiento científico. También puede requerir una nueva teoría, ya sea mostrando que una teoría aceptada es incorrecta o exhibiendo un nuevo fenómeno que necesita explicación. El experimento puede proporcionar pistas sobre la estructura o la forma matemática de una teoría y puede proporcionar evidencia de la existencia de las entidades involucradas en nuestras teorías. (Franklin y Perovic, 1998, p. 23)

Para Franklin, la experimentación tiene “vida propia” distinta del mero sustrato, enfatizando su interdependencia y su coexistencia con la esfera teórica. Por otro lado, el rol de los instrumentos en la producción de resultados y fenómenos científicos y en los procesos de medición, redimensiona el imperativo de la interrelación de ambas esferas como condición necesaria de la construcción del conocimiento.

Históricamente la ciencia ha ido modificando su tradicional concepción de separación de estas dos esferas a otra en la que ambas son del todo interdependientes como por ejemplo pulsa Amelines Rico y Romero-Chacón, (2023) la constitución del conocimiento científico se basa en la interdependencia complementaria e irreversible de la experimentación y de la teoría. Estos dos elementos lejos de operar cada uno por separado se encuentran intrínsecamente enredados y de manera constitutiva y también interdependiente en los procesos de producción científica. A su vez, ello permite que la enseñanza de las ciencias vaya más allá de la mera enseñanza del contenido, y se convierta en un lugar en el que los estudiantes puedan interdisciplinar con la difusión de las dinámicas científicas, y al mismo tiempo, también una crítica a esa misma práctica (Rico y Romero, 2023). Para ello es conveniente la utilización de episodios de la historia que permitan la aproximación al conocimiento científico en contextos concretos,

para poder contribuir a una mejor comprensión de los procesos científicos en sus marcos de socialización y de cultura.

Lo anterior permite la concepción de que, en el proceso de la construcción del conocimiento científico, no se debe comprender como algo aislado sino profundamente ligado a dimensiones sociales, culturales e históricas. Tal y como afirman autores los procesos de construcción de conocimiento científico son actividades culturales, históricas y sociales. (Rico y Romero, 2023, p. 12)

En el marco de la experimentación, el experimento es una especie de conector entre el entorno de los fenómenos que se pueden observar y el de las ideas teóricas. Franklin y Perovic sostienen que "el experimento está llamado a desempeñar una gran cantidad de papeles dentro de la ciencia", ya que este no sólo puede validar teorías, sino que también puede ofrecer la oportunidad de introducir fenómenos que desafíen los paradigmas existentes, con la necesidad de poner en marcha nuevas explicaciones y al mismo tiempo ampliar los límites del conocimiento.

Ian Hacking, en este marco, la práctica experimental se configura como un proceso reflexivo en el que la forma de idear los instrumentos, el significado de los resultados y la conversación con la teoría se encuentran interrelacionados entre sí.

Toda la historia del experimento y la teoría ha tenido diferentes concepciones. Para algunos el experimento es el "juez" que valida las ideas; para otros es la chispa que enciende nuevas hipótesis. Para Franklin y Perovic, el experimento puede "dar indicios sobre la estructura o forma matemática de una teoría" y puede también "tener vida propia", y explorar fenómenos por simple curiosidad científica.

En este sentido, la práctica experimental tiene especial relevancia. Según Galison, "la eliminación de un fondo que podría simular o enmascarar un efecto, para toda la empresa experimental, es fundamental". Lo que implica que cada experimento no sólo debe ser perfectamente planeado, sino también ser reinterpretado a partir de los avances conceptuales.

Los instrumentos que se utilizan en el experimento no son sólo instrumentos, sino entidades que condicionan la percepción y la organización de los fenómenos. Iglesias, los "efectos

científicos materia prima de los fenómenos" no se producen espontáneamente, sino que son entidades que obtienen existencia por medio de determinadas prácticas experimentales.

3.2 La actividad experimental en la enseñanza

En lo que respecta al aprendizaje, el experimento es un aliado imprescindible no sólo en la comprensión de los conceptos teóricos, sino que, además da cuenta de las habilidades críticas y reflexivas. Séré Marie-Geneviève (2002) sostiene que la experimentación es la que permite que los estudiantes "realicen experiencias de realidades, hechos y aparatos"; lo que contribuye a promover un aprendizaje activo, aunque también contextualizado.

El experimento en el aula tiene un doble sentido. Por un lado, el experimento es lo que les permite a los estudiantes dar soporte a las teorías científicas, vinculando el mundo abstracto de las ideas con la realidad inmediata (lo observable, lo comprobable, lo representado); por el otro, impulsa a la propia construcción de explicaciones, fomentando el debate y la reflexión; esto es, un aprendizaje más completo. La práctica experimental, señalan Malagón y García, "contiene procesos discursivos acerca de lo que se quiere observar, lo que se nombra por hecho y lo que se desea representar con este hecho".

Además, la interacción con los instrumentos experimentales en el aula puede ser profundamente transformadora. Los objetos todo lo que manipulan los estudiantes no son sólo materiales de laboratorio, sino, como señala Hacking, "los objetos teóricos" ya que hay que tener en cuenta una combinación de habilidades prácticas con ideas preconcebidas. (Hacking, 1998, p 17).

La actividad experimental, tanto en la ciencia como la enseñanza, es un punto de encuentro entre teoría, práctica y reflexión. Reconocer el carácter dinámico y autónomo del experimento hace posible entenderlo no sólo como un instrumento de validación, sino también como motor de innovación y aprendizaje.

EL experimento es lo que proporciona la evidencia que fundamenta el conocimiento científico, afirman Franklin y Perovic (1998). Incorporarlo en los procesos educativos se convierte en el punto de partida para establecer una ciencia viva, activa, capaz de suscitar en los estudiantes un pensamiento crítico, reflexivo y profundamente enlazado a la práctica científica.

3.3 El uso de la historia en educación

Según Perea, M.A, y Buteler, L.A. (2016) tener ciertos lineamientos para elaborar un conjunto de actividades en las cuales la historia de la física se encuentre entretejida en la misma disciplina, recurriendo en particular a experimentos cruciales realizados en la historia a partir de los que pueda observarse una clara evolución de los conceptos físicos.

La idea general consiste en incluir hechos tomados de la historia de la física (incluyendo fragmentos de trabajos originales de los científicos, sus diarios de laboratorio, cartas a colegas, entre otros) como material de análisis (no a modo ilustrativo ni como anécdotas). Se pretende trabajar a partir de dicho material, pretendiendo de esta manera facilitar a los estudiantes la comprensión de los mecanismos por los cuales se producen y reproducen los conocimientos, así como también el contexto en el cual se originó, en este caso particular, la teoría de campos; cuáles fueron los problemas dieron origen a esas investigaciones; qué científicos aportaron en el descubrimiento y qué inconvenientes surgieron; y finalmente, qué experimentos sirvieron para verificar y entender la existencia campos electromagnéticos. Se propone enseñar a partir de las representaciones que poseen los estudiantes y se pretende que a partir de esta estrategia didáctica logren superar los inconvenientes a los que se enfrentan en el proceso de aprendizaje de dicho concepto, reconociendo las ventajas de la teoría electromagnética, sus implicancias y aplicaciones en la tecnología actual.

La enseñanza de la física se encuentra con un desafío cada vez más latente: la desmotivación de los estudiantes. En este sentido, la historia de las ciencias se asienta como un recurso que no solo logra motivar a los estudiantes, sino que también permite una mejor asimilación de los conceptos científicos y los principios que los sustentan. Según diferentes autores, una adecuada aplicación de esta forma de dar a conocer el conocimiento.

Según Perea, M.A, y Buteler, L.A. (2016) permitiría a los profesores no sólo la motivación de sus estudiantes, sino que también los podría llevar a una mejor comprensión de los contenidos, de los procesos de la ciencia, de los condicionantes que siguen el desarrollo de la investigación científica (económicos, sociales, culturales, morales, etc.), de la dimensión humana que la caracterizan.

La historia de las ciencias ha sido expuesta como un ingrediente de las enseñanzas de ciencias que presenta la ciencia con el carácter del conocimiento científico como edificado social y con un componente exploratorio. Por ejemplo, el diseño curricular de la provincia de Córdoba sostiene que la enseñanza de la física debe "propiciar el reconocimiento y la valoración de las aportaciones de la física en la sociedad a lo largo del tiempo, entendiendo el conocimiento físico como una construcción histórica y social caracterizada por ser provisional" Perea, M.A., Buteler, L.A. (2016). De esta manera, los estudiantes adoptarán "una actitud crítica, ética y constructiva en relación con el progreso de los conocimientos científico-tecnológicos y con su repercusión en una calidad de vida" Perea, M.A., Buteler, L.A. (2016).

Los objetivos que se pueden dar a la historia de las ciencias pueden ser diversos, desde evocar descubrimientos hasta estudiar los procesos en el contexto sociocultural que los circunda. Una de las categorías más habitual busca "exponer la dimensión humana de las ciencias mediante la aportación de grandes científicos" (Perea, M.A., Buteler, L.A. (2016), realizando una biografía o remarcando los acontecimientos que nos empujan a hacer fácil las conexiones conectar conocimientos científicos con nombres específicos, rostros, épocas y lugares. Este enfoque no solo humaniza la ciencia, sino que también visibiliza contribuciones históricamente ignoradas, como las de mujeres científicas como Rosalyn Yallow y Lise Meitner

La historia de las ciencias también hace posible destacar los aspectos culturales y los contextos históricos de las ideas científicas, tal cual se puede constatar con la enseñanza del electromagnetismo. Abordar el electromagnetismo en la enseñanza desde una perspectiva sociocultural orienta la atención hacia otros detalles que pueden ser tenidos en cuenta, tales como, por ejemplo, las controversias científicas y su resolución empírica en el curso de la práctica científica. La controversia entre acción a distancia o concepto de campo fue dirimida a partir de los experimentos llevados a cabo por Heinrich Hertz. Tales experimentos verificaron las ecuaciones de Maxwell, así como decir que "la acción electrodinámica de las cargas se propaga con una velocidad finita", la cual refutó la visión clásica, la acción a distancia, a la que se aferraba Newton. (Perea y Buteler, 2016).

4 SECUENCIA DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

En este capítulo, se presenta la secuencia de actividades experimentales diseñadas para estudiantes de grado octavo de secundaria. El objetivo principal es proporcionar a los estudiantes oportunidades para ampliar su campo de experiencias y construyan conocimiento sobre la electricidad, el magnetismo y sus relaciones.

Las actividades experimentales propuesta tiene una estructura progresiva que inicia con actividades cualitativas y semiestructuradas, durante las primeras seis sesiones o clases (de 45 minutos cada una), y culmina con el diseño y ejecución de una pequeña indagación escolar más abierta, durante las últimas sesiones.

Las actividades cualitativas y semiestructuradas se centran en la descripción, interpretación y análisis de efectos sin requerir un tratamiento matemático complejo, el docente proporciona preguntas clave y materiales, pero los estudiantes tienen la posibilidad de tomar decisiones sobre el procedimiento dentro de un marco definido, permiten que los estudiantes se familiaricen con conceptos fundamentales como corriente eléctrica, polaridad magnética y magnetización.

Este tipo de actividades son pertinentes porque permiten a los estudiantes ampliar su campo de experiencias al interactuar directamente con fenómenos eléctricos y magnéticos en contextos cotidianos, promueven el desarrollo de la curiosidad científica y un marco conceptual inicial sólido que servirá como base para actividades más autónomas, y son adecuadas para el nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes de grado octavo, ya que combinan exploración guiada con observación crítica.

Como finalización de la secuencia didáctica, se presenta una mayor indagación escolar, con lo cual se espera que los estudiantes formulen preguntas, programen experimentos y analicen resultados a partir de sus propias hipótesis. En este proceso, el docente adopta un rol de guía y orientador, solo ofreciendo asistencia cuando lo considera conveniente.

La indagación escolar se promueve porque contribuye a generar un pensamiento crítico, autónomo y una apropiación más profunda de conceptos en electricidad y magnetismo; contribuye en lo que se refiere a generar conexiones entre teorías y aplicaciones prácticas,

dándole un sentido más relevante al aprendizaje; todo ello va en la misma línea de lo que reclaman las programaciones curriculares contemporáneas, en las que se enfatizan la formación integral y el desarrollo de competencias científicas.

Contexto histórico: Cada sesión relaciona un tema y una actividad con descubrimientos relevantes en el ámbito histórico del electromagnetismo y, de esta manera, los estudiantes pueden comprender cómo se fueron descubriendo y aplicando los conocimientos a lo largo del tiempo.

Objetivos: Las actividades presentan objetivos claros que permiten que los estudiantes no solo lleven a cabo los experimentos propios, sino que les permite conocer el fundamento teórico e histórico que da soporte a la actividad experimentada.

Actividades experimentales: Cada actividad está preparada para incentivar la experimentación y el pensamiento crítico: se invita a los estudiantes a la observación, a hacer sus propias hipótesis o a hacer sus propias conclusiones a partir de su propia experiencia experimental. Estas actividades se llevan a cabo en grupos de entre 3 y 6 estudiantes.

Proyecto final: El proyecto final les da sentido a todos los aprendizajes realizados durante toda la secuencia didáctica. En este proyecto, los estudiantes no solo llevan a cabo los experimentos, sino que también investigan el trasfondo de estos, reflexionan sobre sus resultados y los efectos que estos tuvieron con relación a como se han desarrollado las telecomunicaciones y cómo afectaron a la industria.

4.1 Actividades Experimentales Propuestas

En esta sección del capítulo, se exponen detalladamente las diferentes actividades experimentales propuestas para cada sesión.

4.1.1 Sesión No. 1: Electrificación, Interacciones entre Cuerpos Electrificados y Fuerza Eléctrica

En esta sesión la finalidad es alcanzar la comprensión de las propiedades que presentan los cuerpos electrificados y las interacciones que se producen entre ellos.

Entre los objetivos se propone identificar cómo los cuerpos electrificados pueden atraer o repeler otros cuerpos; estudiar el funcionamiento de esos cuerpos electrificados cuando son como poseen la misma electrificación y concluir que ello genera repulsión, mientras que en el caso de electrificaciones opuestas se atraerá.

Asimismo, se busca construir una explicación acerca de estos fenómenos mediante la idea de fuerza eléctrica, así como también reflexionar acerca de cómo se manifiestan en situaciones cotidianas y en procesos naturales.

El desarrollo de la propuesta se hará a partir de una serie de actividades experimentales cuya realización permitirá a los estudiantes estudiar de forma práctica los principios fundamentales de la electrificación de los cuerpos. La primera de ellas consiste en cargar globos con telas, gracias a lo cual, a partir de un proceso interactivo con pequeños trozos de papel, los estudiantes podrán identificar la propiedad del cuerpo electrificado para atraer el papel. En la segunda práctica, tras la etapa de carga, se frota dos globos de forma distinta para mostrar cómo se repelen entre sí.

La interacción entre un globo electrificado y una varilla de vidrio electrificada que permiten comprobar cómo se atraen las cargas distintas. Estas experiencias prácticas se acompañan de la construcción de modelos físicos que explican las observaciones hechas, estableciendo un nexo entre las interacciones observadas y la idea de fuerza eléctrica. Finalmente, los estudiantes reflexionan sobre cómo estas fuerzas se dejan ver en sus vidas cotidianas, estableciendo la conexión entre las ideas aprendidas y ejemplos del entorno cotidiano.

Los materiales que se consideran necesarios para llevar a cabo todas estas actividades en cada uno de los grupos de estudiantes son globos, pequeños trozos de papel, telas de lana o de materiales sintéticos que produzcan fricción, una vara de vidrio, paños de seda para electrificar

la vara, soportes para sujetar los globos. Los materiales que requiere son sencillos, accesibles y permiten la posibilidad de realizar una exploración práctica de los fenómenos que se trabajan.

El diseño de las actividades experimentales ha tomado como modelo las experimentaciones realizadas por algunos de los grandes pioneros de la electrificación, como son Charles Dufay y William Gilbert, tal como se estudia en el capítulo 2. Por un lado, Dufay al realizar experimentos sobre los diversos materiales, fue capaz de diferenciar dos tipos de electrificación que denominó vítrea y resinosa; además establece que los cuerpos que tienen el mismo tipo de carga se repelen entre sí, y que aquellos que tienen cargas opuestas se atraerán. Por el otro, Gilbert hace aportaciones fundamentales como es la de demostrar que materiales como el ámbar o el diamante también son susceptibles de electrificarse al ser frotados.

De este modo la sesión une los dos aspectos, la exploración práctica, la modelación conceptual y la reflexión contextual para dar a los estudiantes una visión amplia de la electrificación.

Lista de materiales necesarios

1. Globos de látex (2 por grupo).
2. Trozos pequeños de papel cortado (suficientes para realizar múltiples observaciones).
3. Telas de lana o sintéticas (una por grupo, para electrificar los globos).
4. Varilla de vidrio (2 por grupo).
5. Paños de seda (para electrificar la varilla de vidrio).
6. Soportes para globos o varillas (opcional, para facilitar la manipulación).
7. Hojas para registro de observaciones (una por estudiante o grupo).
8. Marcadores o lápices (para registrar datos).

Estos materiales, accesibles y económicos, permitirán que los estudiantes realicen experimentos efectivos para observar, identificar y comprender los principios básicos de la electrificación y la fuerza eléctrica.

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué sucede cuando frotamos un globo con una tela y lo acercamos a pequeños trozos de papel? ¿Cómo podríamos explicar este fenómeno?
2. ¿Cómo interactúan dos globos previamente frotados entre sí? ¿Qué conclusión podemos obtener sobre la interacción que sucede?
3. ¿Qué sucede cuando frotamos la varilla de vidrio con un paño de seda y lo acercamos a pequeños trozos de papel?
4. ¿Cómo interactúan dos varillas previamente frotadas con un paño de seda? ¿Qué conclusión podemos obtener sobre la interacción que sucede?
5. ¿Qué ocurre cuando un globo electrificado se aproxima a una varilla de vidrio electrificada?
6. ¿Qué evidencia nos permite afirmar que existen dos tipos de electrificación?

4.1.2 Sesión No. 2: Fundamentos del Magnetismo y Propiedades de los Materiales Magnéticos

Esta sesión tiene como finalidad entender los aspectos básicos del magnetismo y las propiedades de los materiales magnéticos. Y se plantean como objetivos determinar las condiciones bajo las cuales los imanes son atractivos o repulsivos, estudiar cómo varía la fuerza magnética al variar la distancia entre dos imanes, clasificar los materiales en función de su respuesta a los campos magnéticos, comprender la distribución de la magnetización en los imanes y reflexionar cómo el calor puede cambiar las propiedades magnéticas. Y relacionar los mismos con aplicaciones prácticas y fenómenos del entorno cotidiano.

Con la intención de lograr los objetivos planteados, la sesión formula actividades experimentales que hacen que sean los estudiantes los que indaguen las interacciones entre imanes y propiedades de los materiales; la primera actividad consiste precisamente en investigar la atracción-repulsión entre imanes: los estudiantes enfrentan diferentes combinaciones de polos para comprobar que los polos iguales se repelen y los polos contrarios se atraen; en una segunda fase los estudiantes investigan cómo varía la intensidad de la fuerza magnética frenando la distancia entre los imanes, y también pueden hacerlo usando un

dinamómetro; después los estudiantes clasifican distintos materiales según su respuesta a un imán diferenciando entre materiales magnéticos y no, y reflexionan sobre el motivo por el cual no todos los metales se ven atraídos por los imanes.

Una cuarta actividad enfrenta el fenómeno de la conservación de las propiedades magnéticas en el desarrollo del proceso de fragmentación de un imán. Los estudiantes, por su cuenta, se ven inmersos en que las partes del imán también conservarán un polo norte y otro sur, es decir, la magnetización se reparte junto con toda la masa del material; finalmente, los estudiantes se ven inmersos en la desmagnetización por alto calor, por ejemplo, calentar un imán, ensayar su magnetismo, depositarlo en la mesa, esperar y ver si ha recuperado sus propiedades magnéticas, es decir, abriendo una ventana hacia poder discutir conceptos como el de temperatura de Curie.

El diseño de estas actividades experimentales inspirados en los trabajos William Gilbert, el cual en *De Magnete* realiza estudios fundamentales sobre el comportamiento de los imanes. Gilbert demostró que los polos opuestos se atraen y viceversa, se formuló la pregunta sobre el aspecto que adoptaba la fuerza magnética en función de la distancia, tuvo una también una cierta curiosidad para la distribución de la magnetización en el imán cuando se lo fragmenta y estudió también sobre los efectos del calor en las propiedades del imán. Las aportaciones históricas pueden permitirse también en esta sesión el recurso para conectar el fenómeno observado con la historia del desarrollo del conocimiento científico.

De este modo, la sesión une la exploración práctica, la modelación conceptual y la reflexión histórica para que los estudiantes comprendan el magnetismo y la construcción de conocimientos y la práctica cotidiana.

Materiales Necesarios

1. Imanes de diferentes formas (rectangulares, cilíndricos, esféricos, en forma de dona) y materiales (neodimio, óxido de hierro) al menos dos por estudiante.
2. Materiales diversos para probar la atracción magnética:
 - a. Metales (hierro, cobre, aluminio, acero).
 - b. Materiales no metálicos (plástico, madera, vidrio, papel, etc.).
3. Dinamómetro o balanza de resorte (opcional, para medir fuerza magnética).

4. Velas o una fuente de calor suave (para desmagnetización).
5. Soporte para la vela (para seguridad).
6. Pinzas de metal o guantes térmicos (para manejar imanes calientes).
7. Regla o cinta métrica (para medir distancias).
8. Pinzas alicates o herramientas para dividir un imán pequeño (opcional, para la actividad de división).
9. Soporte universal, varillas y llaves de nuez (uno por grupo)
10. Hojas de registro para observaciones y tablas de datos.
11. Lápices o bolígrafos.

Lista de Preguntas Guía Elaboradas

Explorando la Atracción y Repulsión de Imanes

1. ¿Que conocemos sobre los imanes?
2. ¿Qué ocurre cuando acercamos un imán a otro? ¿Por qué crees que sucede esta interacción?
3. ¿Cómo podemos identificar el polo de un imán?
4. ¿Cómo se comportan los imanes al acercar polos opuestos? ¿Qué diferencia encuentras con respecto a polos iguales?
5. ¿Según tus observaciones, ¿cómo resumirías las interacciones entre polos magnéticos?

La Fuerza Magnética y la Distancia

1. ¿Cómo varía la intensidad de la fuerza magnética al cambiar la distancia entre dos imanes?
2. Si graficamos la fuerza magnética en función de la distancia, ¿cómo esperas que sea el patrón observado?
3. ¿Qué relación existe entre la disminución de la fuerza magnética y las distancias?

Clasificación de Materiales: Magnéticos y No Magnéticos

1. ¿Qué materiales fueron atraídos por el imán? ¿Qué características tienen en común?
2. ¿Por qué ciertos metales, como el aluminio o el cobre, no responden al magnetismo?
3. ¿Qué importancia tiene clasificar materiales en magnéticos y no magnéticos para su uso en la industria o tecnología?

División de Imanes: Conservando la Magnetización

1. ¿Dónde reside el magnetismo en un imán?
2. Al dividir un imán, ¿qué sucede con las propiedades magnéticas de los fragmentos?
3. ¿Cómo interactúa un fragmento con otro? ¿conservan un polo norte y un polo sur?
4. Si seguimos dividiendo los fragmentos, ¿cambiaría el comportamiento magnético? ¿Qué implicaciones tiene esto en la comprensión de la magnetización de los materiales?

El Calor y la Desmagnetización

1. ¿Qué cambios se producen en un imán al calentarlo? ¿Cómo afecta esto su capacidad para atraer objetos?
2. ¿Recupera completamente sus propiedades magnéticas después de enfriarse? Explique lo que ocurre en este proceso.
3. Desde una perspectiva molecular, ¿cómo afecta el calor a las propiedades magnéticas de un imán?

Preguntas de Reflexión y Aplicaciones Prácticas

1. ¿Qué descubriste sobre los imanes que te resultaron más interesantes o inesperados?
2. ¿Cómo se relacionan los principios del magnetismo observados en estos experimentos con dispositivos cotidianos como brújulas, motores eléctricos o altavoces?
3. ¿Cómo podrían aplicarse los conceptos estudiados para resolver problemas tecnológicos o desarrollar nuevas herramientas?
4. ¿Encuentras alguna relación entre la interacción entre los imanes y los objetos utilizados en la primera sesión? ¿cuáles? ¿a que debes que se deba?

4.1.3 Sesión No. 3: Líneas de Fuerza Magnéticas

En esta sesión, se plantea como propósito central comprender los patrones de distribución de las líneas de fuerza magnética que rodean los imanes y analizar cómo su forma, polaridad e intensidad influyen en la configuración de las líneas de fuerza magnética. Entre los objetivos se busca identificar que las líneas de fuerza magnética emergen desde un polo hacia otro polo, reconocer que estas forman trayectorias cerradas y evaluar cómo la densidad de las líneas se relaciona con la intensidad de la fuerza magnética. Así mismo, se pretende reflexionar sobre cómo la dispersión de las líneas de fuerza varía en función de la distancia.

Con el objetivo de alcanzar los objetivos, los enunciados de la sesión ofrecen actividades experimentales para que los estudiantes exploren de un modo práctico los principios que determinan los campos magnéticos. La primera de estas actividades consiste en esparcir limaduras de hierro sobre imanes de diversas formas (barra, herradura, anillo, cilíndrica y esférica) y constatar qué patrones aparecen, y de ella se pretende identificar cómo interviene la forma del imán en las líneas de fuerza. En la segunda etapa, los estudiantes extienden una hoja de papel sobre un imán y esparcen limaduras de hierro para que tanto los patrones de líneas de fuerza mostrados en un primer momento son importantes en esta actividad, como lo es también el poder visualizar cómo se encadenan los polos del imán en trayectorias cerradas y cómo se diferencian los polos.

Una vez realizados estos ejercicios ya que pueden ser un motor para que los estudiantes reflexionen sobre sus posibles explicaciones- los estudiantes comparan imanes de diferente intensidad para apreciar cómo los imanes más potentes logran un mayor número de líneas de fuerza, y así pueden concluir que el vigor de la fuerza magnética interviene en el número de las líneas de fuerza.

Finalmente, los estudiantes esparcen limaduras de hierro a distinta distancia de un imán e investigan cómo disminuirá la densidad de las líneas a medida que se alejan de los polos, lo que les permite ilustrar cómo el campo magnético pierde intensidad con la distancia. Justo estas experiencias prácticas se acompañan de la modelación de los fenómenos apreciados y de la reflexión sobre la importancia en la vida cotidiana o la tecnología.

Los materiales necesarios para poder llevar a cabo cada una de las actividades en cada grupo son limaduras de hierro, imanes de formas y tamaños variados, hojas de papel blancas para poder colocar sobre los imanes, reglas para medir distancias y bandejas para recoger el hierro. Tales materiales son sencillos y de fácil acceso y van a permitir una exploración práctica muy efectiva de los fenómenos magnéticos.

El diseño de las actividades del experimento se basa en las obras de pioneros como William Gilbert y Michael Faraday. El primero, en su obra *De Magnete*, explicó cómo las líneas de fuerza magnéticas proceden de los polos de un imán formando trayectorias cerradas, enfatizando también que la intensidad del campo disminuye con la distancia. El segundo, Faraday, realizó el experimento de extender limaduras de hierro sobre un papel para hacer visibles las líneas de fuerza, fruto de su dedicación al estudio de los campos magnéticos. Tales notas históricas aportan no sólo un contexto rico a la sesión, sino que también enlazan los conceptos que se exploran con la historia del desarrollo del conocimiento científico en este campo.

Lista de materiales necesarios

1. Limaduras de hierro (suficientes para varios experimentos por grupo).
2. Imanes de diversas formas y tamaños (barra, herradura, anillo, cilíndrico, esférico).
3. Hojas de papel blancas (para colocar sobre los imanes y esparcir las limaduras).
4. Reglas (para medir distancias entre el imán y las limaduras).
5. Bandejas o recipientes (para recoger y reutilizar las limaduras de hierro).
6. Pinceles pequeños o cucharas (para manejar las limaduras de hierro con precisión).
7. Hojas o cuadernos para el registro de observaciones (una por grupo o estudiante).
8. Lápices o marcadores (para anotar datos y observaciones).

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué patrones se forman al esparcir limaduras de hierro sobre imanes de diferentes formas? ¿Cómo influye la forma del imán en estos ajustes?
2. ¿Cómo podemos medir la intensidad de un imán?
3. ¿Cómo podemos identificar los polos del imán con la limadura de hierro?

4. ¿Qué ocurre con la densidad de las líneas de fuerza cuando se utilizan imanes con diferentes intensidades?
5. ¿Cómo varía la dispersión de las líneas de fuerza magnética a medida que aumenta la distancia del imán?
6. ¿Qué se entiende por trayectorias cerradas en las líneas de fuerza magnética, y cómo se relacionan con los polos norte y sur de un imán?
7. ¿Qué ejemplos cotidianos o tecnológicos demuestran la importancia de las líneas de fuerza magnética en nuestra vida diaria?

4.1.4 Sesión No. 4: Magnetización de Materiales y Construcción y Uso de Brújulas

Se establece como objetivo principal de esta actividad comprender los mecanismos de magnetización de los materiales y conocer el principio de funcionamiento de las brújulas como instrumentos que permiten detección y orientarse a partir del campo magnético terrestre. Ello nos lleva a trazar una serie de objetivos: de un lado, los materiales que pueden ser magnetizables por contacto; de otro lado, conocer las propiedades de las brújulas como agujas magnetizadas que se pueden alinear de acuerdo con la dirección que marca el campo magnético terrestre; y, por último, la construcción de una brújula simple para que se pueda comprobar su funcionalidad frente a dispositivos tecnológicos de hoy en día.

Para avanzar en el desarrollo de los objetivos, la actividad propone una serie de actividades prácticas que permiten que los estudiantes pongan en práctica de forma activa y comprensiva los principios de la magnetización y la orientación magnética. La primera actividad consiste en constatar la magnetización por contacto realizando un frotamiento con un imán de diferentes materiales que ayudan a determinar cuáles son magnetizables, permitiendo así que se puedan comparar los resultados que dan materiales como el hierro, el aluminio, la madera y el plástico.

A continuación, en segundo lugar, los estudiantes deben aprender a magnetizar una aguja siguiendo un proceso de frotamiento en una sola dirección que debe hacerse a la vez con el imán, de manera que se puede observar cómo la aguja imanta y es transformada en un pequeño imán. En tercer lugar, una vez se ha realizado esto, deben construir una brújula simple colocando la aguja imantada sobre un soporte que flote (corcho, plastilina) sobre un recipiente

con agua, lo que implica poder visualizar cómo la aguja se entrega hacia la dirección norte-sur, siguiendo la línea de campo magnético de la Tierra.

Una vez construida la brújula, los estudiantes la comparan con la brújula digital de su móvil, el cual sirve de instrumento para que los estudiantes argumenten sobre la sensibilidad y estabilidad de ambos instrumentos de cara a orientarse hacia el norte magnético terrestre. Por último, examinarán el efecto que puede producir un campo magnético externo al acercar un imán a la vez tanto a la brújula casera como a la brújula digital y observarán cómo se desvían o incluso cómo se ven alteradas sus lecturas. Este estudio les permitirá, por lo tanto, evaluar cuál de los dos instrumentos se muestra más sensible a causar interferencias magnéticas.

Los elementos que van a hacer falta para realizar estas actividades son agujas de hacer costura, imanes, limaduras de hierro, corchos o plastilina, recipientes con agua, móviles con brújula digital y diversos materiales para la experimentación (hierro, aluminio, madera y plástico) donde todos estos materiales son accesibles a los estudiantes de una forma que les permita una eficaz exploración del fenómeno magnético.

El diseño de estas actividades tiene su origen y fundamentación en los trabajos de William Gilbert, que en su libro *De Magnete* detalla el proceso que hay que seguir para conseguir magnetizar una aguja utilizando el roce de una piedra de magnética. Gilbert describe como, cuando el hierro está limpio y libre de cualquier óxido, consigue las propiedades magnéticas en su mayor medida, pero hace también hincapié que el roce es un proceso que tiene que hacerse de una forma exacta, o siguiendo la dirección en la cual parece concentrar "la verticidad" en el extremo apropiado de la aguja. Y especifica también que los efectos en una aguja que ha sido correctamente magnetizada pueden durar, incluso para siglos.

Así pues, la sesión que se plantea se corresponde con una exploración práctica, una modelación conceptual y una reflexión histórica y tecnológica que permiten dar sentido al proceso de conocer cómo se magnetiza algo y porque es importante las brújulas para orientarse magnéticamente.

Lista de materiales

1. Agujas de hierro o acero

2. Imanes
3. Corcho o plastilina (para construir el soporte flotante).
4. Recipientes con agua (de vidrio o plástico transparente).
5. Dispositivos móviles con brújula digital.
6. Materiales variados para experimentación: hierro, clavos, alambre de cobre, aluminio (hojas o alambres), madera (palitos o bloques pequeños) y plástico (utensilios desechables).

Preguntas orientadoras

Sobre la magnetización por contacto:

1. ¿Qué materiales adquirieron propiedades magnéticas al ser frotados con el imán?
2. ¿Cómo se evidencia que un material se magnetizó?
3. ¿Qué diferencias observas entre materiales metálicos (como hierro y aluminio) y no metálicos (como madera y plástico)?

Sobre la construcción de la brújula:

1. ¿Qué ocurre cuando se frota una aguja con el imán?
2. ¿Cómo puedes saber si la aguja ha adquirido propiedades magnéticas?
3. ¿Cómo se comporta la aguja flotante una vez magnetizada? ¿Qué dirección señala?

Comparación con brújulas digitales:

1. ¿Qué similitudes y diferencias existen entre la brújula construida manualmente y la brújula digital del celular?
2. ¿Cuál de las dos brújulas es más estable o sensible al campo magnético terrestre?

Efecto de un imán cercano:

1. ¿Qué sucede cuando acercas un imán a la brújula casera? ¿Y a la brújula digital?
2. ¿Cuál de las dos brújulas es más afectada por la presencia de un campo magnético externo? ¿Por qué crees que ocurre esto?

Reflexión general:

1. ¿Qué conclusiones puedes sacar sobre los materiales que pueden ser magnetizados y su utilidad en instrumentos como la brújula?
2. ¿Por qué crees que la brújula fue un invento crucial para la navegación y la orientación?
3. ¿Con que otros métodos crees que se podrían magnetizar materiales? ¿con ayuda de la electricidad crees que se pueda?

4.1.5 Sesión No. 5: Circuitos Eléctricos Básicos, Corriente Eléctrica y Materiales Conductores

A lo largo de la sesión, se plantea como propósito principal explorar cómo funciona un circuito eléctrico simple, conocer sus componentes principales y profundizar en cómo una corriente eléctrica es capaz de hacer encender una bombilla. Así mismo, uno de los objetivos que se plantea en la sesión es distinguir los materiales conductores de los no conductores mediante la realización de test de conductividad reflexionando sobre la capacidad de ciertos materiales para dejar pasar el flujo de la electricidad o no.

Para poder alcanzar estos objetivos, la sesión presenta una serie de actividades prácticas que pretenden favorecer la exploración y el análisis de los principios de los circuitos eléctricos. La primera actividad que se realiza consiste en construir un circuito básico a partir de una batería, cables, interruptor y una bombilla. Al conseguir encender el bombillo, los estudiantes validan experimentalmente el hecho de que hay un flujo de corriente eléctrica, dónde cada uno de los componentes que forman el circuito tiene su importancia.

En la segunda actividad se llevan a cabo unas pruebas de conductividad con distintos materiales. Los estudiantes van colocando un material tras otro, entre los terminales del circuito, y observan que si la bombilla se enciende se trata de un conductor y si ésta permanece apagada entonces se trataría de un aislador. Esta experiencia permite abordar las propiedades físicas que determinan la conductividad eléctrica y lo importante que éstas son al momento de diseñar y hacer funcionar una serie de dispositivos eléctricos.

Los materiales necesarios para llevar a cabo estas actividades son baterías, bombillas, cables con terminales, pinzas para sujetar materiales, así como una serie de objetos de pruebas como metales, plásticos, maderas y cristales. Son estos recursos tan básicos y tan comunes, los que permiten que los estudiantes tengan la oportunidad de explorar ciertos conceptos que son fundamentales en la electricidad de una manera práctica y significativa.

El desarrollo de estas actividades tiene su inspiración en los trabajos de Stephen Gray, el cual fue uno de los primeros que hizo importantes descubrimientos en cuanto a la conductividad y el aislamiento eléctrico. Gray hace ver que los metales son conductores y que la fuerza eléctrica se deja ver entre varillas en las cuales existen bolas de marfil como conductores de la electricidad. En su intento por acercarse a su fenómeno de interés, se dio cuenta de que había materiales muy aislantes entre los conductores, como por ejemplo los cordones de seda; se llevó a cabo muchas experiencias, inventó la banqueta aisladora, estudió el comportamiento de los líquidos, en definitiva, todo lo cual sirvió para ampliar el conocimiento sobre fenómenos eléctricos y electrostáticos.

Una vez más, en esta sesión es necesario tener unos conocimientos básicos sobre circuitos eléctricos, una vez que los trabajos de Gray tienen un contenido en cargas estáticas, la finalidad de la sesión es tener una influencia en la forma de comprender la relación existente entre conductores y aislantes.

Lista de Materiales

Para desarrollar las actividades experimentales, cada grupo de estudiantes requerirá:

1. Baterías (pilas AA o de 9V) – Fuente de corriente eléctrica para el circuito.
2. Bombillas pequeñas (con soporte si es necesario) – Indicador visual del flujo de corriente.
3. Cables con terminales (cocodrilo o similares) – Para conectar los componentes del circuito.
4. Pinzas o soportes – Para sujetar materiales durante las pruebas de conductividad.
5. Materiales de prueba – Incluyen objetos como:
 - a. Metales (monedas, clips, papel de aluminio).

- b. Plásticos (reglas, tapas de botellas).
 - c. Madera (palitos de helado, lápices sin grafito expuesto).
 - d. Vidrio (pequeños frascos o láminas).
 - e. Otros (caucho, telas).
6. Hojas de papel – Para registrar observaciones y conclusiones.
 7. Opcional: multímetro básico – Para medir la continuidad o la resistencia de los materiales.

Estos materiales son simples y accesibles, pero permiten explorar eficazmente los conceptos de circuitos eléctricos y las propiedades de los materiales conductores y aislantes.

Preguntas Orientadoras

1. ¿Qué componentes son esenciales para construir un circuito eléctrico básico y cuál es la función de cada uno?
2. ¿Cómo fluye la corriente eléctrica a través de un circuito para encender un bombillo?
3. ¿Qué sucede si un circuito no está completamente cerrado?
4. ¿Qué diferencia existe entre un material conductor y un material no conductor en términos de paso de corriente?
5. ¿Qué características tienen los materiales que permiten o no el paso de electricidad?
6. ¿Cómo se relacionan las propiedades de los materiales con su uso en dispositivos eléctricos?
7. ¿Qué observaciones se pueden hacer sobre el encendido de la bombilla al probar diferentes materiales en el circuito?
8. ¿Qué aplicaciones prácticas tienen los materiales conductores y aislantes en nuestra vida cotidiana?

4.1.6 Sesión No. 6: Inducción Electromagnética

En la sesión se plantea el objetivo de intentar entender el fenómeno de la inducción electromagnética, y como el movimiento relativo de un imán y una bobina logra inducir una corriente eléctrica; dentro de los objetivos que se plantea se encuentra el identificar variables que puedan tener algo que ver con este hecho, como pueden ser la velocidad de movimiento,

la distancia o la intensidad del campo magnético. Se establece también el reflexionar sobre la importancia que este fenómeno tiene en las aplicaciones tecnológicas cotidianas como pueden ser los generadores, los transformadores o los sistemas de carga inalámbricas, sobre el impacto que esto tiene en el desarrollo de la tecnología.

Con el objetivo de conseguir con los objetivos que se establece, la sesión nos propone afrontar experimentos a realizar por los estudiantes que permitirán explorar, de una manera práctica y significativa, los conceptos de la inducción electromagnética. La primera actividad consistirá en mover el imán dentro y fuera de la bobina que queda conectada a un medidor de corriente para observar como la corriente llega a generarse, y establecer la relación que guarda el movimiento del imán. En una segunda fase se continúan explorando variables que afectan como se induce la corriente como son la velocidad de movimiento, la distancia entre el imán y la bobina, o la intensidad del imán, propuesto como un imán de distinta intensidad. En este punto se sigue alternando el movimiento de la bobina con el movimiento del imán para observar así la influencia que tiene la relatividad del movimiento en la corriente que se induce.

Finalmente, se reflexiona en torno a las aplicaciones tecnológicas del fenómeno de la inducción electromagnética, por ejemplo, los generadores eléctricos, los transformadores o los sistemas de carga inalámbrica, cómo se produce la transferencia del flujo de energía entre los teléfonos móviles, etcétera. Todas esas prácticas también incluyen la reflexión sobre el impacto que este fenómeno tiene en la vida cotidiana y la importancia que ha tenido en el desarrollo de la tecnología actual.

La concepción de las actividades experimentales se basa en las aportaciones de Michael Faraday, que descubrió el fenómeno de la inducción electromagnética en 1831. Faraday también fue capaz de comprobar que un campo magnético variable es capaz de originar una corriente eléctrica en un conductor que se encuentra en proximidad. En el que se considera su célebre experimento, Faraday movía un imán a lo largo y a lo ancho de una espira de alambre y observaba que el movimiento era capaz de producir corriente, mientras que, si mantenía el imán en reposo, no aparecía corriente alguna; además, Faraday explicó el desarrollo de experimentos en relación con bobinas conectadas con un anillo de hierro, planteando la ley de

la inducción electromagnética, que alude a que el flujo de la corriente inducida es directamente proporcional a la rapidez que adquiere el campo magnético.

Materiales Requeridos:

1. Imanes de diferentes intensidades (fuerza magnética)
2. Bobinas de alambre de cobre
3. Medidor de corriente (multímetro o galvanómetro)
4. Soportes y pinzas para fijar los imanes y bobinas
5. Reglas o cintas métricas para medir distancias
6. Cronómetros para registrar la velocidad de movimiento
7. Dispositivos tecnológicos (videos, modelos de generadores, transformadores, sistemas de carga inalámbrica)
8. Hojas para el registro de observaciones
9. Cables caimanes para conectar los componentes del circuito

Preguntas Orientadoras:

1. ¿Cómo varía la corriente al variar la velocidad con la que se mueve el imán dentro de la bobina?
2. ¿Qué dirección o signo tiene la corriente eléctrica dependiendo de la orientación del imán?
3. ¿Qué ocurre con la corriente cuando se cambia la distancia entre el imán y la bobina?
4. ¿Cómo influye la intensidad del imán en la cantidad de corriente generada?
5. ¿Qué diferencia hay al mover el imán dentro de la bobina versus mover la bobina mientras el imán permanece fijo?
6. ¿Cómo podría variar la corriente inducida variando el número de vueltas de la bobina y el calibre de su cable?
7. ¿De qué manera el fenómeno de la inducción electromagnética contribuye al desarrollo de tecnologías como la carga inalámbrica? Consulte como se cargan sus audífonos inalámbricos y como pueden compartir “carga” entre celulares.

4.2 Indagación sobre el Experimento de Oersted, Ampere y Faraday

Durante tres clases, los estudiantes indagarán las interrelaciones entre electricidad y magnetismo. Organizados en grupos de 3 o 4 seleccionarán uno de los siguientes experimentos: el experimento de Oersted, experimento de Ampère y el primer motor eléctrico de Faraday.

Los estudiantes de octavo grado llevaran a cabo la indagación escolar para uno de los siguientes tres experimentos: en el experimento de Oersted, donde los estudiantes investigan la relación entre electricidad y magnetismo (produciendo magnetismo por medio de una corriente eléctrica); en el experimento de Ampère, donde analizan la interacción entre corrientes en conductores (los conductores muestran un comportamiento similar al de los imanes); o en el experimento en el que se describe el primer motor de Faraday, donde analizan cómo la corriente puede producir movimiento mecánico de manera ininterrumpida.

Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes aprenderán los principios fundamentales que vinculan electricidad y magnetismo a través de los experimentos históricos de Oersted, Ampère y Faraday, reconociendo la importancia de estos descubrimientos en el desarrollo de la teoría electromagnética y en las aplicaciones tecnológicas actuales.

Los estudiantes desarrollarán habilidades de observación, análisis, formulación de hipótesis y experimentación, permitiéndoles comprender cómo las variables físicas interactúan en el contexto de la electricidad y el magnetismo y cómo aplicar estos conceptos en experimentos prácticos.

Los estudiantes inician la indagación revisando el principio físico que permite entender el experimento escogido. El principio se concreta, para cada una de estas tres indagaciones, mediante formulaciones de preguntas que guían la indagación; por ejemplo, qué interrelaciones caben formularse entre electricidad y electricidad y fuerza, o de qué forma la corriente puede producir movimiento a partir de un motor.

Los estudiantes reproducen en el laboratorio el experimento siguiendo los pasos que les permitan observar y registrar la producción de efectos. En este sentido, los estudiantes, observando la relación entre un imán y una corriente eléctrica, midiendo fuerzas entre

conductores, probando el funcionamiento de un simple motor eléctrico, entran en el carácter de reproducir las pruebas necesarias para presentar resultados.

Cuando los estudiantes han dado lugar al experimento, analizan los datos obtenidos; meditan sobre cuál es el funcionamiento de las variables respecto a los resultados y discuten en grupo las relaciones que emergen de la observación de los fenómenos. Hasta aquí también tienen en cuenta las implicaciones que estos experimentos nos traen en la vida cotidiana y en la tecnología.

En esta fase los estudiantes elaboran un informe con sus conclusiones; donde sintetizan lo que han aprendido sobre los principios físicos, la importancia de los experimentos y las posibilidades de las aplicaciones. Se espera que los estudiantes presenten su dictamen en la forma expuesta de manera argumentada.

Finalmente, los estudiantes comparten los resultados y conclusiones de su indagación en clase, este espacio permite que los estudiantes discutan y reflexionen sobre los experimentos en un contexto más amplio.

4.2.1 Descripción Sucinta de una Indagación Escolar: Experimento de Oersted.

Objetivos

- Identificar cómo la corriente eléctrica puede generar magnetismo en un conductor y describir cómo se puede modificar la corriente eléctrica y su tendencia al hacerla interactuar con la brújula.
- Observar y registrar cómo funciona la brújula en cada variedad del experimento; describir las variables que provocan los momentos en los que la brújula es capaz de desplazarse hacia una u otra dirección.
- Generar hipótesis sobre la relación entre la corriente eléctrica y el magnetismo, y explicar cómo ha de testarse dicha forma durante la práctica.

- Desarrollar respuestas de interpretación y análisis de los resultados de las prácticas, entendiendo las variables que se fortifican en el desplazamiento de la brújula, logrando la capacidad de explicar el porqué de las modificaciones y sus relaciones.

Consulta: Los estudiantes empiezan el proceso de investigación del principio que se considera verdad de que una corriente eléctrica posee la capacidad de crear un campo magnético. Principalmente las preguntas son; ¿Qué pasa en la dirección o en el sentido inicial de una brújula que se encuentra en proximidades de un conductor por donde circula una corriente? ¿Qué ocurre a la brújula cuando el conductor por el que circula aumenta su capacidad?

Replica: En el laboratorio, los estudiantes empiezan con el experimento de Oersted donde por un conductor pasa una corriente eléctrica, cerca de este una brújula. La actividad consiste identificar como la brújula es afectada ante las variaciones de la dirección de la corriente y así reflejando cómo a partir del campo magnético producido que se genera en el conductor la brújula se ve afectada.

Análisis: Posterior a las observaciones los estudiantes analizan cada uno de los datos que obtienen al discutir en grupos todas las observaciones. Se reflexiona sobre la intensidad de la corriente eléctrica y la fuerza del campo magnético, con esto, identificar fenómenos electromagnéticos que se dan en la vida diaria.

Finalmente, los estudiantes elaboran un informe que resume sus hallazgos, incluyendo explicaciones sobre cómo la electricidad puede influir en el comportamiento magnético, y discuten aplicaciones prácticas en tecnología moderna, como en motores eléctricos y dispositivos de comunicación.

4.2.2 Descripción Sucinta de una Indagación Escolar: Experimento de Ampère

Objetivos

- Reconocer que dos corrientes eléctricas paralelas producen fuerzas de atracción o repulsión, dependiendo de la dirección de las corrientes. La magnitud de la fuerza que producen depende de la intensidad de la corriente.

- Diseñar y realizar experimentos para comprobar las fuerzas de atracción y repulsión entre dos conductores que transportan una corriente eléctrica.
- Analizar cómo distancias entre los conductores, así como la dirección de las corrientes, afectan a la fuerza de interacción que experimentan.
- Desarrollar explicaciones científicas basadas en la observación de fenómenos de fuerza y correlacionar los resultados con las teorías electromagnéticas.

Consulta: Los estudiantes exploran el principio mediante el cual conductores paralelos que transportan una corriente eléctrica experimentan una fuerza que puede ser de atracción o repulsión según la dirección de las corrientes que transportan. Plantean preguntas como las siguientes: ¿cómo afecta la fuerza que experimentan a la distancia? ¿qué ocurre al variar la dirección de las corrientes? ¿qué ocurre si las corrientes se dirigen en la misma dirección, o en direcciones opuestas?

Réplica: En laboratorio, los estudiantes replican el experimento de Ampère utilizando dos hilos conductores paralelos enlazados a una red de corriente continua; variando la intensidad de la corriente, así como la distancia entre los hilos, observan que la fuerza interacción varía al variar la intensidad de la corriente como la distancia entre los hilos.

Análisis: Una vez realizado el conjunto de mediciones, los estudiantes diagnostican los resultados; discuten en grupos cómo la dirección de la corriente y la intensidad de la corriente afectan la fuerza que intercambian. Reflexionan sobre la aplicación de los principios observados en la realidad tecnológica.

Conclusión: Finalmente, los estudiantes elaboran un informe que sintetiza las conclusiones alcanzadas en el Parámetro de fuerza, precisa explicaciones respecto de la ley de Ampère y explica sus aplicaciones en el mundo práctico, fomentando el aprendizaje de conceptos electromagnéticos y la formación de habilidades de investigación, trabajo en grupo y pensamiento crítico.

4.2.3 Descripción Sucinta de una Indagación Escolar: Primer Motor de Faraday

Objetivos de conocimiento:

- Describir cómo la interacción entre un imán y un conductor con corriente puede generar movimiento mecánico.
- Observar cómo el motor de Faraday convierte la electricidad en movimiento y analizar las variables que afectan su funcionamiento (como la intensidad y dirección de la corriente y la disposición e intensidad del imán).
- Formular hipótesis sobre la relación entre la dirección de la corriente, la fuerza y dirección del imán con el movimiento producido.
- Desarrollar habilidades para identificar y explicar las conexiones entre la inducción electromagnética y sus aplicaciones tecnológicas, como en los motores eléctricos.

Consulta: Los estudiantes investigan el principio de que una corriente eléctrica en un circuito puede producir un movimiento rotacional en un motor. Se plantean preguntas como: ¿Qué componentes son esenciales para que funcione un motor eléctrico? ¿Cómo se relaciona la corriente con el movimiento generado?

Replica: En el laboratorio, los estudiantes replican el funcionamiento del motor de Faraday utilizando un imán, hilos de cobre, una fuente, soporte, cables caimanes, recipiente con aguasal. Observan cómo la corriente que paso por el hilo de cobre interactúa con el campo magnético del imán, causando que el alambre gire.

Análisis: Tras la realización del experimento, los estudiantes analizan sus observaciones y discuten cómo las variaciones en la intensidad y dirección de la corriente y la posición del imán afecta el movimiento del hilo conductor. Reflexionan sobre el principio de conservación de la energía y las aplicaciones de los motores eléctricos en la vida diaria.

Conclusión: Finalmente, los estudiantes elaboran un informe que resume sus hallazgos, explicando cómo se produce el movimiento en un motor eléctrico y su importancia en la tecnología moderna. Esta indagación no solo fortalece el entendimiento de la conversión de

energía eléctrica a mecánica, sino que también fomenta habilidades de investigación, análisis crítico y trabajo en grupo entre los estudiantes.

4.3 Interrelaciones entre electricidad y magnetismo

Se presenta un análisis de las conclusiones presentadas por los grupos de estudiantes en sus informes presentados una vez realizada las secuencias de las actividades experimentales que permite inferir algunas de las interrelaciones entre electricidad y magnetismo que construyeron. La reflexión queda realizada de acuerdo con las actividades experimentales desarrolladas.

4.3.1 Experimento de Ampère: Interacción entre Conductores paralelos

Los estudiantes identificaron que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos en un conductor y que, al tener dos conductores en paralelo, estos interactúan entre ellos y que esta interacción depende de la dirección de la corriente eléctrica. Esto se evidencia en una afirmación:

En conclusión, Ampere descubrió que las corrientes eléctricas también tenían un campo magnético si las corrientes eran transferidas por un conductor, también descubrió que las corrientes con la misma dirección tienden a atraerse entre sí como un imán, mientras tanto, si las corrientes tenían diferentes direcciones, se repelerían entre sí como si fueran venenosas. Este experimento es un buen ejemplo de que el magnetismo es una característica de la naturaleza que se puede encontrar en cualquier lugar, ser u objeto del mundo. (Estudiante A, 2024). Ver anexo

A partir de esta afirmación, se observa que el estudiante logra reconocer una interrelación entre electricidad y magnetismo, la cual es la atracción y repulsión entre conductores paralelos, lo que refleja una comprensión básica sobre los conductores y su semejanza con el comportamiento de los imanes.

4.3.2 Experimento del Primer Motor Eléctrico de Faraday: Relación entre Electromagnetismo y Tecnología

Con el experimento de Faraday, las conclusiones de los estudiantes dan cuenta de construcción de conocimiento centrada en la importancia histórica y el impacto tecnológico del invento. Algunas afirmaciones reflejan la comprensión son:

"Faraday no fue la primera persona en construir un motor eléctrico, pero su trabajo fue clave para el desarrollo de la tecnología electromagnética" (Estudiante C, 2024).

"Michael Faraday marcó un cambio importante en el electromagnetismo y en la evolución de dispositivos eléctricos" (Estudiante D, 2024).

"Gracias a estos avances, se han desarrollado motores eléctricos más eficientes, electrodomésticos modernos y herramientas de diagnóstico médico" (Estudiante E, 2024).

Los estudiantes reconocen que Faraday no es el único investigador que contribuyó en este campo, pero dan cuenta de su importancia ya que sentó las bases para desarrollos posteriores en torno a los motores eléctricos. Además, identifican la aplicación práctica del electromagnetismo en tecnologías modernas, aunque sin profundizar en los mecanismos de la producción de movimiento mecánico a partir de electricidad.

4.3.3 Experimento de Oersted: Confirmación de la Relación entre Electricidad y Magnetismo

Los estudiantes reconocen que con el experimento de Oersted se ve de manera clara la relación entre electricidad y magnetismo, abriendo paso a nuevas investigaciones en torno a estos efectos producidos, ramas hasta el momento independientes.

Algunas de sus afirmaciones incluyen:

"Este experimento confirmó la existencia de una relación directa entre electricidad y magnetismo" (Estudiante F, 2024).

"Estos descubrimientos motivaron más investigaciones sobre la aplicación práctica del electromagnetismo" (Estudiante G, 2024).

"El campo magnético que rodea a un hilo conductor en línea recta se forma por círculos concéntricos" (Estudiante H, 2024).

"Si se cambia el sentido de la corriente, también cambia la dirección del campo magnético" (Estudiante I, 2024).

Se evidencia que los estudiantes comprendieron como el flujo de una corriente eléctrica en la generación de campos magnéticos alrededor de un conductor, así como la orientación de la corriente influye en la dirección del campo magnético inducido. Esto refleja una apropiación conceptual más detallada de la producción de magnetismo a partir de una corriente eléctrica.

4.3.4 Reflexión Generales

El análisis de las conclusiones estudiantiles permite identificar diferentes niveles de construcción de conocimiento en electromagnetismo:

- Relación entre electricidad y magnetismo: Se evidenció que los estudiantes comprendieron que las corrientes eléctricas en un conductor generan campos magnéticos y que estos pueden interactuar entre sí, como lo demuestra el experimento de Ampère.
- Impacto tecnológico del electromagnetismo: Los estudiantes reconocieron la relevancia histórica del trabajo de Faraday y su aplicación en tecnologías modernas.
- Confirmación experimental del electromagnetismo: En el experimento de Oersted, los estudiantes comprendieron cómo una corriente eléctrica genera un campo magnético y cómo la dirección de la corriente afecta al campo magnético producido.

Este análisis muestra que la secuencia experimental permite una comprensión progresiva de las interrelaciones electricidad-magnetismo, desde el reconocimiento de propiedades electromagnéticas de los materiales, sus efectos y su importancia en el desarrollo tecnológico.

5 CONCLUSIONES Y APRECIACIONES

Se evidenció que las actividades experimentales no solo facilitan la comprensión de conceptos abstractos, sino que también fomentan el pensamiento crítico y la curiosidad científica en los estudiantes. El diseño de una secuencia de actividades experimentales sobre electricidad, magnetismo y sus interrelaciones, adaptada a las necesidades del aula de educación básica secundaria., responde a la necesidad de un enfoque más práctico y vivencial para la enseñanza del electromagnetismo en la educación básica secundaria.

La investigación permitió comprender parte de la evolución histórica de la electricidad y el magnetismo, destacando los montajes experimentales clave que ilustran la interrelación entre electricidad y magnetismo, el análisis histórico reveló que las actividad experimental apporto significativamente el estudio de electricidad y magnetismo y como estos han influido en el desarrollo de la ciencia y en múltiples áreas como la tecnología, la selección de las actividades experimentales a partir de estudios históricos proporcionó un marco para entender de manera práctica cómo se vinculan los conceptos teóricos con las experiencias experimentales.

Se sugiere agregar y modificar algunas actividades experimentales, enfocándose en la interrelación entre electricidad y magnetismo para fortalecer la comprensión de estos fenómenos. Con base en las experiencias realizadas, se considera pertinente realizar ajustes a la secuencia de las actividades para optimizar su efectividad, se tiene en cuenta incluir en mayor valor actividades entorno a la electricidad, se cree pertinente incluir un experimento que pueda dar cuenta de las líneas de fuerza eléctrica, a las vez del uso de diferentes organizaciones para buscar variables en el experimento de inducción electromagnética, con uso de diferentes bobinas (número de vueltas, calibres en los bobinados y la potencia de imanes). A la vez tener en cuenta las dificultades de tiempo, manejo de grupo y seguridad a la hora de hacer actividades experimentales, es recomendable seguir una metodología que combine la teoría con la práctica, promoviendo el aprendizaje activo y participativo, dado que se trata de montajes experimentales sencillo, económicos y, además, atractivo para los estudiantes debido a la peculiaridad visual de los diferentes efectos producidos.

La investigación aporta una secuencia experimental que puede ser replicado y adaptado a otros contextos educativos, contribuyendo a la mejora continua en la enseñanza de la física a nivel

básico secundario. Se propone que futuros estudios se enfoquen en la evaluación de la efectividad de estas actividades experimentales en términos de rendimiento académico y desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes.

Las revisiones históricas permitieron identificar las contribuciones experimentales realizadas por científicos como Oersted, Faraday, Ampere, Gilbert entre, muchos otros que son fundamentales para nuestra comprensión ya que estas resaltan la relación entre la electricidad y el magnetismo. La construcción de conceptos y de ideas en su época que hoy en día se están comprobadas y se usan, como el concepto de campo desarrollado por Faraday el cual abarca diferentes ramas de la física, las ideas de Ampere de las corrientes microscópicas en los materiales que permiten que un imán mantenga sus propiedades, que la tierra es un imán gigante por parte de Gilbert, y por otro el que ampere pensara que en el ecuador terrestre hubiera una corriente eléctrica responsable del magnetismo terrestre, permite comprender cómo se han estudiado estas ideas y su construcción teórica en el tiempo, y que genera una base sólida para diseñar actividades experimentales

Esta propuesta resultó bastante llamativa para los estudiantes dado que se pudo observar un compromiso claro por parte de cada uno de ellos, lo cual es bueno dado que la población que se maneja es una que no se acopla muy bien a los procesos educativos tradicionales, dado que durante el desarrollo de la secuencia didáctica se trataron distintos temas del electromagnetismo el foco de atención de los estudiantes es muy variable, sin embargo, se puede apreciar que los estudiantes les intereso bastante las manipular limadura de hierro en conjunto de imanes ya que muchos de ellos no había tenido una experiencia sensible con estos. Se reconoce que el tema que más llama la atención al grupo de estudiantes corresponde al motor de Faraday ya que con este no solo se evidenciaba interrelaciones entre electricidad y magnetismo, y que pudieran manipularlo para cambiar su orientación si no que al utilizar agua sal en vez de mercurio como el montaje original y hacer pasar una corriente eléctrica por este fluido produce electrolisis y oxidorreducción del alambre del cobre , lo que llama bastante la atención de los estudiantes y que son temas de afines al electromagnetismo

BIBLIOGRAFÍA

- Gilbert, W. (1900). *De Magnete*. (P. Fleury Mottelay, Trad.). Londres: Bernard Quaritch. (Obra original publicada en 1600).
- Faraday, M. (1838). *Experimental Research in Electricity*. Royal Society of London
- Papp, D. (1993). *Ideas revolucionarias en la ciencia* (2a. ed.). Universitaria
- Pérez de Landazábal, M. C., & Varela Nieto, P. (2003). Orígenes del electromagnetismo: Oersted y Ampère (2ª ed.). Nivola Libros y Ediciones
- García Arteaga, E. G. (2014). *Análisis histórico-crítico del fenómeno eléctrico. Hacia una visión de campo*. Universidad del Valle.
- Perea, M.A, y Buteler, L.A. (2016). *El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo*. Góndola Editorial
- CRÍTICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía. Vol. 34, No. 102 (diciembre 2002): 47–86
- Ruiz, N. (2019). *Impacto del desconocimiento de la historicidad científica en las prácticas docentes de física*. Tesis de maestría, Universidad del Valle.
- Vargas, J., Castro, M., & López, E. (2020). *El rol de la experimentación en la enseñanza de la física: una mirada desde el electromagnetismo*. Revista Colombiana de Ciencias Exactas, 34(4), 98-115.
- Patiño, L. (2022). *Propuestas integradoras para la enseñanza del electromagnetismo en secundaria*. Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional.
- Bachelard, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. París: Librairie Félix Alcan.
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press
- Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias (2004), Vol. 1,

Martín, José y Solbes, Jordi. (2001) *Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en física.*

Berkson, William. (1984) *La teoría de los campos de fuerza: desde Faraday hasta Einstein.* Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid

Minecan, A.M.C. (2017). Análisis y traducción bilingüe de la carta de Pedro el Peregrino de Maricourt al caballero Siger de Foucaucourt: Sobre el imán (De Magnete)

Rinaudo, María. Donolo, Danilo. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa.

Faraday, M. (s.f.). *Fotografía del montaje experimental utilizado en su motor monopolar* [Fotografía]. The Royal Institution. Recuperado el [fecha de consulta], de <https://www.rigb.org/explore-science/explore/collection/michael-faradays-electric-magnetic-rotation-apparatus-motor>

ANEXO 1: Informes Escritos Estudiantes De Octavo

Estudiante A

Ampere's experimental works

André-Marie Ampère was a prominent French mathematician and physicist born on 20 January 1775 in Lyon, France, and died on 10 June 1836 in Marseilles, France. He is primarily known for his fundamental contributions to the field of electromagnetism and his development of the mathematical theory of electrodynamics.

-Contribution to physics in the electromagnetic field

André-Marie Ampère's contribution to physics, especially in the field of electromagnetism, was revolutionary. Ampère developed the mathematical theory describing the interaction between electric currents and magnetic fields, laying the foundation for the modern understanding of electromagnetism. His laws, known as Ampère's laws, are fundamental to the description of how electric currents generate magnetic fields and how changes in magnetic fields induce electric currents. These contributions were essential to the later development of Maxwell's electromagnetic theory, which unifies electromagnetism into a coherent set of equations.

Ampère is recognized as one of the pioneers in this field and his work remains fundamental to modern physics.

How does the intensity and direction of an electric current influence the generation and behaviour of a magnetic field, according to the experiments and theories developed by André-Marie Ampère?

André-Marie Ampère carried out a number of fundamental experiments in the field of electromagnetism. Among them, his research on the interaction between electric currents and magnetic fields is particularly noteworthy. Ampère showed that electric currents generate magnetic fields and that these fields can interact with each other in such a way as to produce attractive or repulsive forces. His experiments laid the foundation for the development of electromagnetic theory and were crucial to the modern understanding of how electricity and

magnetism are interrelated.

-Materials

Power source: This can be a battery, an adjustable power supply or even a DC generator. It is important that you can control the intensity of the electric current passing through the circuit.

Electrical conductors: Copper electrical wires are the most common. They should be long enough to allow for manipulation and placement of the different circuit configurations you wish to test.

Source of magnetism: Magnets are essential for this experiment. You can use permanent magnets, such as neodymium magnets, or even electromagnets that you can make by wrapping wire around an iron core and connecting it to the current source.

Supports and insulators: You will need supports to hold the conductors and magnets in place during the experiment. Make sure you have electrical insulators to separate the different elements of the circuit to avoid short circuits.

Measuring instruments: To measure the intensity of the electric current and the magnetic field generated, you will need measuring instruments such as an ammeter and a magnetic field meter.

Connection tools: Crocodile clips, clamps or suitable connectors to connect the different elements of the circuit to each other in a safe and stable way.

Assembly process

-Assembly of the circuit:

Connect the electrical power source to the lead wires.

Place the magnets in position, making sure they are stable and correctly aligned.

Use the supports and insulators to hold the circuit elements in place and avoid short circuits.

-Set up the experiment:

Decide what experimental setup you want to test. For example, you can test how the magnetic field varies as the current strength or the distance between conductors changes.

Make sure to take into account the direction of the current and the orientation of the magnets, as this will influence the results of the experiment.

-Measurement and data recording:

Use the ammeter to measure the strength of the electric current passing through the circuit. Use the magnetic field meter to measure the strength and direction of the magnetic field generated by

the electric current.

Record the data obtained during the experiment, including the current strength and magnetic field strength in different configurations.

-Analysis of results:

Examine the data collected and look for patterns or relationships between current strength and magnetic field strength.

Compare your results with theoretical predictions based on Ampère's laws.

Perform any additional calculations necessary to validate your experimental observations.

Conclusions:

Summarise your findings and conclusions based on the results of the experiment.

Discuss how your observations relate to the principles of electromagnetism based on Ampère's work.

Make suggestions for future research or improvements in experimental design. Relationship between electric current and magnetic field:

The direct relationship between the intensity of the electric current and the strength of the magnetic field generated, as postulated by Ampère in his work, is confirmed.

-Direction of the magnetic field:

It is observed that the direction of the magnetic field follows the right-hand rule in relation to the direction of the electric current, as predicted by Ampère.

-Influence of distance:

It is found that the strength of the magnetic field decreases as the distance between the current-carrying conductors increases, which is consistent with the principles of electromagnetism.

-Validation of Ampère's laws:

Experimental results support Ampère's laws on the interaction between electric currents and magnetic fields, consolidating their importance in electromagnetic theory.

In conclusion, it confirms the relevance and validity of André-Marie Ampère's work in the field of electromagnetism, thus contributing to our understanding of this fundamental phenomenon in physics.

Bibliographies

Beléndez, A. (2021, 18 enero). André-Marie Ampère, «el Newton de la electricidad» OpenMind. OpenMind. [https:// www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/andre-marie-ampere-el-newton-de-la-electricidad/](https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/andre-marie-ampere-el-newton-de-la-electricidad/)

Biografía de André-Marie Ampère. (s. f.). [https:// www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ampere.htm](https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ampere.htm)

GMez, C.- I. C. M. E. M. (s. f.). Biografía de Ampere. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. <https://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/ampere.htm>

Stern, D. P. (s. f.). Oersted y Ampere. <https://pwg.gsfc.nasa.gov/earthmag/Moersted.htm#:~:text=Ampere%20adivin%C3%B3%20que%20cada%20%C3%A1tomo,sus%20fuerzas%20magn%C3%A9ticas%20se%20sumasen.>

Ampere, Andr Marie (1775-1836), científico francés, conocido por sus importantes aportaciones al estudio de la electrodinámica. (s. f.). <https://www5.uva.es/emag/proyectoEMAG/html/magneto/AMP%C3%88RE.HTML#:~:text=Obtuvo%20experimentalmente%20la%20denominada%20ley,atraen%20el%20uno%20al%20otro%20>

Estudiante B

Introduction:

The 19th century is characterized by several scientific and technological advances that were revolutionary, among the experiments that stand out is the discovery of electromagnetic induction by Michael Faraday in 1831. This discovery marked the beginning of a new era, and the end of one that is taking place. led to the development of an electric motor. Here, we will explore the historical context that fears to do with this crucial discovery, as well as the details of Faraday's experiment and the underlying principle of electromagnetic induction. Furthermore, we will closely examine the transformative impact that the electric motor has had on industry and modern society, from its conception to its application in various fields, which has contributed significantly to technological progress and social change over time.

Historic context:

At the beginning of the 19th century, electricity was a poorly understood phenomenon. Its existence had been known since ancient times, but its nature and practical applications were not understood. Scientists had conducted experiments with static electricity, but had not been able to generate electricity continuously, so they kept trying.

In 1800, Alessandro Volta invented the electric battery, which for the first time made it possible to generate a constant electric current. This invention opened new possibilities for research in electromagnetism.

Faraday's experiment:

In 1831, Michael Faraday, a British physicist, was experimenting with the relationship between electricity and magnetism. He had observed that a conductive wire carrying electric current could deflect the needle of a compass. From this observation, Faraday wondered if it was possible to generate electricity using a magnet.

To answer this question, Faraday decided to perform a very important experiment. He replaced the compass with an iron ring wrapped in a copper wire. Then, he brought a magnet close to the ring and he observed that an electric current was generated in the cable. This experiment demonstrated the principle of electromagnetic induction: the generation of an electric current in a

conductor when it moves in a magnetic field.

Electromagnetic induction principle:

Electromagnetic induction is based on a relative movement between a conductor and a magnetic field. When a conductor moves within a magnetic field, an electromotive force (EMF) is generated in it. The EMF is the force that drives electrons to move through the conductor, creating electric current.

The magnitude of the induced EMF depends on several factors, including the speed of movement of the conductor, the strength of the magnetic field, and the orientation of the conductor. The direction of the induced current is determined by Lenz's right-hand rule.

Impact of the electric motor:

Faraday's discovery of electromagnetic induction paved the way for the development of the electric motor. The first practical electric motor was built by Joseph Henry in 1832, just a year after Faraday's discovery.

The electric motor works using the principle of electromagnetic induction to generate a rotational force. An electromagnet creates a magnetic field that induces an electric current in a rotor. The interaction between the electric current and the magnetic field generates a force that causes the rotor to rotate.

The electric motor had a profound impact on industry and society. It allowed the development of machines and tools that could run on electrical energy, which revolutionized industrial production and transportation. Electricity has become the main source of energy for homes, businesses and cities.

Electric motor applications:

Electric motors have a wide range of applications in everyday life. It is used in a wide variety of devices, from household appliances such as refrigerators and washing machines to industrial machinery such as cranes and excavators. It is also used in electric vehicles, trains and other means of transportation.

The electric motor is one of the most important inventions in history. This has allowed significant development in everything that has to do with modern industry since it has significantly improved the quality of life of people around the world and more than that, it has

improved the impact on the environment.

Conclusion:

The discovery of electromagnetic induction by Michael Faraday in 1831 was a very important moment in the history of science and technology since it was the first step in being able to develop as a society. This discovery led to the development of the electric motor and with this more development of new elements in science, this was an invention that transformed industry and modern society. The electric motor has a wide range of applications in everyday life and remains a fundamental piece of modern technology.

Bibliography:

Michael Faraday, el motor del electromagnetismo. (s. f.). Endesa. [https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/blog/faraday-electromagnetismo#:~:text=La%20inducci%C3%B3n%20electromagn%C3%A9tica%20\(1831\)&text=Utilizando%20dos%20bobinas%20alrededor%20de,por%20ella%3A%20la%20corriente%20inducida](https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/blog/faraday-electromagnetismo#:~:text=La%20inducci%C3%B3n%20electromagn%C3%A9tica%20(1831)&text=Utilizando%20dos%20bobinas%20alrededor%20de,por%20ella%3A%20la%20corriente%20inducida)

Inmesol, B. (2023, 21 junio). Michael Faraday, padre del primer motor eléctrico (1791-1867) - Inmesol. My WordPress. <https://www.inmesol.com/blog/michael-faraday-padre-del-primer-motor-electrico-1791-1867/>

Historia de la electricidad. (s. f.). Endesa. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/historia-de-la-electricidad>. Lovesharing. (s. f.). Breve historia del motor eléctrico - Lovesharing. <https://www.lovesharing.com/un-repaso-por-la-historia-del-motor-electrico/>

Estudiante C

Resumen:

Esta investigación se embarca en un viaje fascinante hacia el mundo del primer motor eléctrico concebido por Michael Faraday en el siglo XIX. Nuestra misión es sumergirnos en los intrincados detalles de su diseño, comprender en profundidad su funcionamiento y apreciar plenamente su importancia histórica. Nos proponemos explorar cómo este dispositivo innovador transformó no solo la industria de su época, sino también el curso de la ingeniería eléctrica moderna. A través de un análisis exhaustivo de documentos históricos, la realización de experimentos replicados y debates teóricos, nos adentramos en los misterios y logros de este hito tecnológico, así como en su impacto perdurable en la sociedad.

Introducción:

El motor eléctrico de Faraday es un hito crucial en la historia de la ciencia y la tecnología, representando un punto de inflexión en nuestra comprensión de la relación entre electricidad y magnetismo. En un período caracterizado por la rápida industrialización y los descubrimientos científicos, Faraday emergió como un pionero audaz que desafió las concepciones establecidas y abrió nuevas fronteras en el conocimiento humano. En esta investigación, no solo nos proponemos desentrañar los aspectos técnicos del motor de Faraday, sino también explorar su significado filosófico y su legado en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Objetivos e hipótesis:

Nuestro objetivo primordial es examinar en detalle el diseño, funcionamiento y relevancia histórica del motor eléctrico de Faraday. Sostenemos la hipótesis de que este invento no solo representó un avance revolucionario en la tecnología de su tiempo, sino que también desempeñó un papel fundamental en la transformación de nuestra comprensión del mundo natural. Argumentamos que sentó las bases para la revolución industrial que estaba por venir. A través de un enfoque multidisciplinario que combina historia, ciencia y filosofía, buscamos validar esta hipótesis y comprender mejor el impacto del motor de Faraday en la sociedad de su época y en el desarrollo posterior de la ingeniería eléctrica.

Antecedentes y marco teórico:

El motor eléctrico de Faraday surgió en un período de efervescencia científica, donde los descubrimientos en el campo del electromagnetismo estaban en pleno auge. Desde los primeros experimentos de Ørsted que revelaron la conexión entre electricidad y magnetismo, hasta las teorías de Ampère sobre las corrientes eléctricas y los campos magnéticos, el escenario estaba preparado para que Faraday hiciera su entrada triunfal. Basándose en estos antecedentes y utilizando su genio creativo, Faraday desarrolló un dispositivo revolucionario que demostraba la posibilidad de convertir energía eléctrica en movimiento mecánico, sentando así las bases para la revolución industrial que transformaría el mundo.

Metodología:

Nuestra investigación combina métodos de investigación históricos, experimentales y teóricos. Recopilamos y analizamos una amplia gama de fuentes primarias y secundarias, incluyendo documentos históricos, notas de laboratorio, correspondencia personal y trabajos científicos relacionados con Faraday y su motor eléctrico. Además, llevamos a cabo experimentos de replicación para comprender mejor los principios físicos subyacentes y validar los hallazgos históricos. Utilizamos métodos cualitativos y cuantitativos para analizar los datos y llegar a conclusiones sólidas sobre el funcionamiento y la importancia del motor eléctrico de Faraday.

Resultados y discusión:

Nuestros resultados confirman la importancia del motor eléctrico de Faraday como un hito crucial en la historia de la tecnología. No solo demostró la viabilidad de la conversión de energía eléctrica en energía mecánica, sino que también sentó las bases para el desarrollo de la industria y la tecnología moderna. Además, su legado perdura hasta nuestros días, ya que su trabajo sentó las bases para la revolución industrial y el desarrollo de la ingeniería eléctrica moderna. A través de una discusión exhaustiva, exploramos las implicaciones de estos hallazgos en nuestra comprensión del progreso científico y tecnológico, así como las lecciones que podemos aprender de Faraday para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo.

Conclusiones y recomendaciones:

En conclusión, el estudio detallado del motor eléctrico de Faraday nos ha permitido apreciar su enorme importancia en la historia de la ciencia y la tecnología. Este dispositivo no solo

representó un avance revolucionario en su época al demostrar la conversión de energía eléctrica en movimiento mecánico, sino que también sentó las bases para el desarrollo de la ingeniería eléctrica moderna y la revolución industrial. El legado perdurable de Faraday trasciende su tiempo, inspirándonos a seguir explorando los principios fundamentales de la electricidad y el magnetismo. Su enfoque multidisciplinario, combinando historia, ciencia y filosofía, nos brinda valiosas lecciones sobre la importancia de desafiar las concepciones establecidas y abrir nuevas fronteras en la búsqueda del conocimiento. A medida que enfrentamos los desafíos del mundo contemporáneo, podemos mirar hacia el ejemplo de Faraday como una fuente de inspiración para la innovación y el progreso en el campo de la ciencia y la tecnología.

Bibliografía

Sep. (s. f.). Experimentos de Faraday y oersted. <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/4754/>

Explicando la Ley de Faraday o de Inducción Magnética de forma sencilla. (s. f.). NeCLO - Ciencia y Cultura Al Máximo. <https://www.negocioscontraobsolescencia.com/taller/explicando-la-ley-de-faraday-o-de-induccion-magnetica-de-forma-sencilla>

Canarias, H. (2022, 20 abril). Historia del motor eléctrico. Hyundai Canarias. <https://www.hyundai.com/canarias/es/blog/historia-del-motor-electrico/>

Beléndez, A. (2021, 23 marzo). Faraday y la teoría electromagnética de la luz | OpenMind. OpenMind. <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/faraday-y-la-teoria-electromagnetica-de-la-luz/>

Estudiante D

Experimento de Oersted: Electromagnetismo y su impacto en la física

Introducción

El físico danés Hans Christian Oersted realizó el experimento de Oersted en 1820, que marcó un hito en la historia de la física. Este experimento puso las bases para futuros avances científicos y tecnológicos, demostrando la conexión fundamental entre electricidad y magnetismo.

Contexto histórico

Los científicos en la primera mitad del siglo XIX estaban interesados en la relación entre la electricidad y los fenómenos magnéticos. Hasta ese momento, se pensaba que estos dos campos eran completamente distintos. Oersted tomó la decisión de investigar si había alguna relación entre ellos.

Objetivos e Hipótesis

Oersted sugirió que una corriente eléctrica afectaría una brújula cercana. El propósito era probar que la electricidad producía un campo magnético. Él creó un experimento sencillo pero revelador para lograrlo.

Metodología

Configuración del experimento: Oersted colocó una brújula cerca de un cable conductor por el que fluía una corriente eléctrica. Estaba conectado a una batería a través del cable.

Observación: Oersted notó que la aguja de la brújula se movió de su posición original al encender la corriente. La brújula se encontraba en una posición perpendicular al cable conductor.

Conclusión: Oersted llegó a la conclusión de que la corriente eléctrica creaba un campo magnético alrededor del cable. Este hallazgo tuvo un impacto significativo en la sociedad.

Definición y efectos

El experimento de Oersted tuvo múltiples consecuencias:

Electromagnetismo: Se descubrió que la electricidad y el magnetismo están estrechamente relacionados. A partir de este momento, los científicos comenzaron a investigar esta conexión más a fondo.

Aplicaciones tecnológicas: Los descubrimientos de Oersted llevaron al desarrollo de dispositivos como motores eléctricos, generadores y transformadores. Estos avances cambiaron tanto la industria como la sociedad.

Oersted inspiró a otros científicos, como Michael Faraday, a investigar el electromagnetismo más a fondo. Las leyes fundamentales de la inducción electromagnética fueron formuladas por Faraday en particular.

Legado

Oersted se puede encontrar en nuestras vidas diarias y en nuestra comprensión del mundo natural. El experimento de Oersted no solo cambió nuestra comprensión de la naturaleza, sino que también allanó el camino para la teoría electromagnética de James Clerk Maxwell. Las ecuaciones de Maxwell describen cómo los campos eléctricos y magnéticos interactúan y se propagan en el espacio

Conclusión:

El experimento de Oersted fue un punto de inflexión en la historia de la física. Al demostrar que una corriente eléctrica genera un campo magnético, Oersted estableció la conexión fundamental entre electricidad y magnetismo. Este descubrimiento condujo al desarrollo de tecnologías como motores eléctricos y transformadores. Además, inspiró a científicos como Michael Faraday a profundizar en el estudio del electromagnetismo. El legado de Oersted perdura en nuestras vidas cotidianas y en nuestra comprensión del mundo natural

Bibliografía

- Cajal, A. (2023, noviembre 3). El experimento de Oersted y Faraday. Lifeder. <https://www.lifeder.com/experimento-oersted-faraday/>
- Ciencia y Tecnología., C. [@cienciabit]. (2013, abril 9). El Experimento de Oersted (Ørsted). EXPERIMENTO. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=eawtABJG-y8>
- El experimento de Oersted (y el campo magnético debido a la corriente). (2019, noviembre 11).
- Fisicracks [@Fisicracks]. (2022, febrero 28). El experimento de Oersted (cómo hacerlo y explicación). Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=15h-CcdRiAw>
- KhanAcademyEspañol [@KhanAcademyEspanol]. (2019, diciembre 4). Experimento de Oersted (campo magnético debido a la corriente) | Khan Academy en español. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Ae3MznSPJX0>
- Portillo, G. (2020, agosto 10). Experimento de Oersted. Meteorología en Red. <https://www.meteorologiaenred.com/experimento-de-oersted.html>

Estudiante E

Resumen

Motor eléctrico Faraday

En este documento se podrá observar y entender como es el funcionamiento, creación y evolución de este motor el cual nos ha ayudado a facilitar muchas cosas de las cuales hoy en día usamos a diario. Precisamente esos son los objetivos entender cómo funciona y como fue creado y para que, para esto se utilizara información clara y explicita así todo aquel lector que desee leer lo pueda entender.

Introducción

Hoy en día tenemos acceso a muchas innovaciones que sin saberlo sus bases para su funcionamiento es el motor eléctrico, algo que no muchas personas sabían. Este motor está incluido es elementos que usamos a diario como el celular, televisores, computadores, electrodomésticos y transportes; esto nos indica que los motores son esenciales para el funcionamiento de muchos de nuestros objetos personales. Así que en este documento se podrá observar su funcionamiento, creación y usos, así todas las personas pueden comprender su importancia ante la sociedad.

Objetivos e hipótesis

Los objetivos no son muchos para este documento, sencillamente son tres que como para mí son importantes así mismo para los lectores son importantes.

Su creación

Su función

Su importancia en la sociedad de hoy en día

La hipótesis para iniciar a desarrollar este documento es:

¿Con todas las innovaciones que se han creado hoy en día, sigue siendo necesario utilizar el motor eléctrico, o ya es otro motor que pues ser un accesorio ante cualquier invento?

Marco teórico

Hubo diferentes estudios realizados antes de la creación del motor, como:

1820: William Sturgeon inventa el electroimán, un imán que se crea al pasar una corriente eléctrica por una bobina de alambre.

1821: Johann Sebastián Faust inventa el primer motor eléctrico rotatorio, aunque no era práctico ni eficiente.

También hubo diferentes estudios realizados posteriores a el motor como

Siglo XIX: Se realizan numerosos estudios sobre la teoría del electromagnetismo y el diseño de motores eléctricos más eficientes.

Finales del siglo XIX y principios del XX: Nikola Tesla desarrolla el motor de inducción de corriente alterna (CA)Desarrollo

El motor de Faraday o también conocido como el motor homopolar fue desarrollado por Michael Faraday en 1821, fue un físico y químico británico. Con su invento revolucionó la tecnología dándonos las bases para seguir desarrollando motores eléctricos más eficientes que podrán transformar al mundo entero.

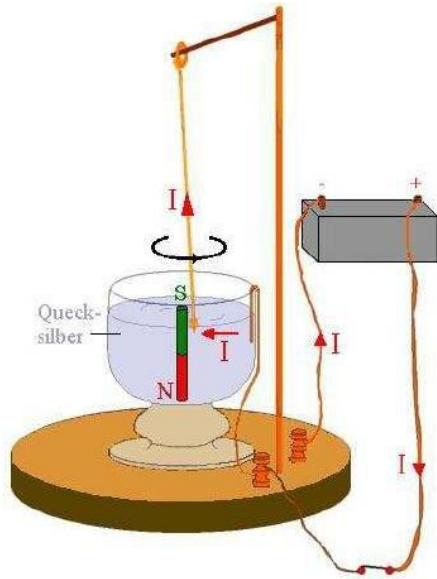
El motor es un dispositivo que ilustra la inducción electromagnética, la cual establece que un campo magnético variable en el tiempo induce una fuerza electromotriz en un conductor eléctrico.

Para que el motor empiece a funcionar es necesario diferentes elementos como:

Un imán que no se mueva, esta va ubicado en el centro de un recipiente con mercurio.

Un conductor eléctrico, un ejemplo puede ser un cable de hierro el cual se sumerge en el mercurio por un extremo y por el otro se extiende fuera del recipiente

Una fuente de corriente, un ejemplo es una batería la cual nos proporciona energía eléctrica al conductor.



Método:

Quando unimos y estructuramos todos los elementos, conectamos la batería, la corriente generada por esta fluye a través del conductor así creando un campo magnético. La interacción entre el campo magnético del conductor y el campo magnético del imán pueden generar la fuerza, y con esta se provoca la rotación del conductor alrededor del imán.

La fuerza que actúa sobre el conductor se puede calcular a través de la siguiente ecuación:

$$F = B * I * l * r$$

F: Fuerza (en Newtons)

B: Campo magnético (en Teslas)

I: Corriente eléctrica (en Amperios)

l: Longitud del conductor sumergido en el mercurio (en metros)

r: Radio del recipiente con mercurio (en metros)

Aparte de lo que ya sabemos cómo calcularla y cómo funciona, no se sabe porque esta es importante. Aunque al principio el motor homopolar de Faraday no es muy práctico pudo demostrar la posibilidad de convertir energía eléctrica en energía mecánica. Este fue el principio estuvo presente todo el tiempo en el camino del desarrollo de los motores eléctricos más potentes y eficientes, y tiempo después impulsaría a la Revolución Industrial y transformaría la vida todos nosotros.

Tan importante es, pero todavía no sabemos en donde está este motor eléctrico y si este está muy recurrente. Mayormente lo podemos encontrar en:

Transporte: vehículos de motor, aviones, trenes, barcos.

Industria: maquinaria industrial, herramientas eléctricas.

Electrodomésticos: lavadoras, refrigeradores, aspiradoras.

Electrónica: computadoras, teléfonos celulares, televisores.

Energía: generadores eléctricos

Michael Faraday poco conocido, pero hizo mucho por nosotros las personas del presente y de las que siguen, ya que gracias a él tenemos muchos de los elementos que usamos hoy en día y que funciona gracias a su motor.

Resultado

Creación	El motor Faraday fue creado en 1821 por Michael Faraday quien fue un químico y físico británico.
Metodología	El motor de Faraday funciona según el principio de la inducción electromagnética, la cual fue descubierta por él. El principio dice que un campo magnético variable en el tiempo induce una fuerza electromotriz (FEM) en un conductor eléctrico
Importancia	El motor de Faraday es, fue y será importante ya que fue el primero motor eléctrico que pudo demostrar la posibilidad de convertir energía eléctrica en mecánica.
Utilidad	El motor de Faraday está presente en muchos de los elementos que usamos a diario como: maquinaria industria, aviones , lavadores , computadores o generadores eléctricos, entre otros.

Conclusión

Para cerrar este tema tan amplio, es hora de responder la hipótesis realizada previamente a empezar a desarrollar este documento. ¿Con todas las innovaciones que se han creado hoy en día, sigue siendo necesario utilizar el motor eléctrico, o ya es otro motor que pues ser un accesorio ante cualquier invento?

Respondiéndolo tenemos claro que el motor Faraday el original ya no es tan importante es su forma simple, este no se utiliza como motor principal, sin embargo, el principio por el cual se basa sigue siendo un pilar fundamental en la tecnología eléctrica moderna.

En conclusión, se puede decir que a pesar de que los años han pasado el legado de Faraday continua presente en nuestras vidas y en las vidas futuras, gracias a su descubrimiento tenemos lo que tenemos hoy en día y lo que tendremos a vidas futuras.

Bibliografías

Simões, M. G. (2023). A concise history of induction motor drives—part 1 [history]. IEEE electrification magazine, 11(2), 5–11. <https://doi.org/10.1109/mele.2023.3264888>

Wikipedia contributors. (2024b, mayo 3). Electric motor. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Electric_motor&oldid=1222031930

Electric motors. (2018, diciembre 21). <https://www.khanacademy.org/science/electromagnetism/x4352f0cb3cc997f5:how-do-electrons-push-large-needles/x4352f0cb3cc997f5:how-does-an-electric-motor-work/v/electric-motor>

Wikipedia contributors. (s/f-e). Ley de Faraday. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ley_de_Faraday&oldid=159282953

Error 404. (s/f). Endesa. Recuperado el 15 de mayo de 2024, de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/blog/faraday-electromagnetism>

Tomé, C. (2016, junio 7). El rotor electromagnético de Faraday — Cuaderno de Cultura Científica. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2016/06/07/rotor-electromagnetico-faraday/>

El motor más simple del mundo. (s/f). Mheducation.es. Recuperado el 15 de mayo de 2024, de <https://www.mheducation.es/blog/el-motor-mas-simple-del-mundo>

Estudiante G

Introduction:

Magnetism and electric current are elements that are found in all of our normal lives, most commonly on the magnets or conductors if they have a movement of electrons within them, however this 2 topics can be still conected despite being or looking so different between each other, Ampere made that discovery by only using the electric currents, but how did he did it and what is the relation between an electric current and a Magnetic field, well here we will understand what is the process that Ampere did and what is the relation.

Objectives:

The objective of doing This reaserch is figuring out what were the thoughts of André-Marié Ampere for doing such experiment, as well as her theory and law respect the Magnetic forces of the electric currents, we will also do this with the purpose of trying new experiments with the compass and to see how it reacts diferent with the electric current's magnetism.

Hypothesis:

¿Why does the cables attract each other when their currients are going in the same direction? That happens because the conductor searches for the Magnetic course it is missing, it will find it in the other cable in other to stable his own energy.

Events before the experiment:

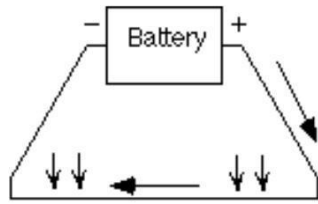
Ampere was a French Scientist that discovered many things for the future of science, guided by the discoveries and the theories made by Oersted, Ampere begun to relate and test what makes electricity and Magnetism react with each other, with that he made a buch of theories and rules, one of them was the law of Ampere, the law says that the current of the cable is proportional to the way of integraction of the current, meaning, if the current of both sides is the same, the cable will conect with another one whose electricity is going the same way, Ampere did many studies before managing to obtain the results of why that happens, as well as a way to calculate the Magnetic field of the conductor, the formula is

$$\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$$

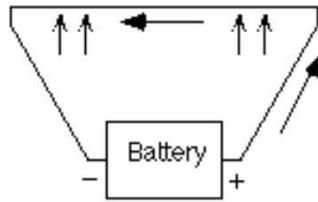
With the formula and the theories that his predecessor, Oersted did, Ampere was able to discover that 2 currents going in the same direction attract each other while the currents that go in opposite directions repel each other, unlike the magnets that attract each other if they are opposites.

Methodology:

The experiment is not that difficult, all that we need is 2 conductors and a battery, the first thing to do is connect the conductors with the battery, keep in mind that if you want to see them attract each other, you need to connect positive with positive, meaning that if you connect the positive cable on the upper side, in the other you must do the same, once you have connected the cables and use the battery to turn on the electric current, you will see that, eventually, the conductors move closer together, in the meantime, if you pass an electric current on one cable and if that current goes on a different direction than the other current of the other cable, the 2 connectors will drift apart, just like Ampere said.

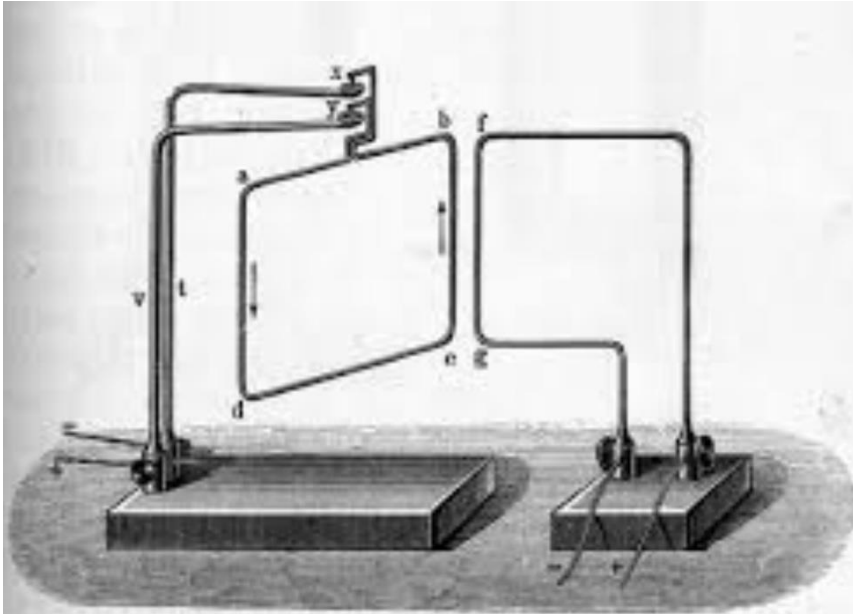


Parallel currents attract each other



Results:

Now that we know that the currents of the cables can act like magnets, we can now Answer the question, just like magnets, the currents hols a Magnetic field that help to atract things to them, Ampere figured out that the conductors with the same charge are able to atract each other, probably because when the Magnetic fields met each other, since they are following the same direction, the fields mix with each other, causing both of the conductors to atract, however, if the field is pointing to oposites directions, the conductors will drift apart because the fields contrast each other, almost like pushing each other to make his own way to the other side of the conductor.



Conclusion:

In conclusion, Ampere discovered that electric currents also hold a Magnetic field if the currents were transferred by a Conductor, he also figured out that currents with the same direction tend to attract each other just like a magnet, in the meantime, if the currents had different directions, they would repel each other as if they were poisonous, This experiment is a pretty good Example that Magnetism is a feature of nature that can be found in any place, being or object in the world.

Bibliography:

Youtube (2009) Checked the 5 of May of 2024: <https://m.youtube.com/watch?v=kKi7H-y98bA>

Nasa (2001) Checked the 5 of may of 2024:

<https://pwg.gsfc.nasa.gov/earthmag/Moersted.htm>

Uva.es (there is no date) Checked the 5 of may of 2024:

<http://www5.uva.es/emag/proyectoEMAG/html/magneto/AMP%C3%88RE.HTML#:~:text=Obtuvo%20experimentalmente%20la%20denominada%20ley,atraen%20el%20uno%20al%20otro%2C>

Magnetismo (2021) Checked the 5 of may of 2024:

<https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/magnet/ampere.html>

Estudiante H

El Primer Motor Eléctrico de Faraday: Un Hito en la Ciencia y la Tecnología

Introducción

El desarrollo del primer motor eléctrico por Michael Faraday en 1821 marcó un hito fundamental en la historia de la ciencia y la tecnología. Este invento no solo revolucionó la comprensión del electromagnetismo, sino que también sentó las bases para los avances tecnológicos que definirían el siglo XIX y XX. En este ensayo, exploraremos el contexto histórico, los principios científicos detrás del motor de Faraday, su diseño y funcionamiento, así como su impacto duradero en la sociedad.

Contexto Histórico

A comienzos del siglo XIX, el estudio de la electricidad y el magnetismo estaba en una fase de intensa exploración. Hans Christian Ørsted había descubierto en 1820 que una corriente eléctrica podía crear un campo magnético, lo que abrió nuevas vías de investigación. Faraday, un científico autodidacta con una curiosidad insaciable, se propuso investigar más a fondo esta relación entre la electricidad y el magnetismo.

Principios Científicos

El motor de Faraday se basaba en la interacción entre un campo magnético y una corriente eléctrica para producir movimiento. Este principio, conocido como la ley de la inducción electromagnética de Faraday, establece que un campo magnético variable puede inducir una corriente eléctrica en un conductor. Aunque Faraday desarrolló esta ley formalmente en 1831, su trabajo en 1821 ya demostraba la conversión de energía eléctrica en energía mecánica.

Diseño y Funcionamiento del Motor

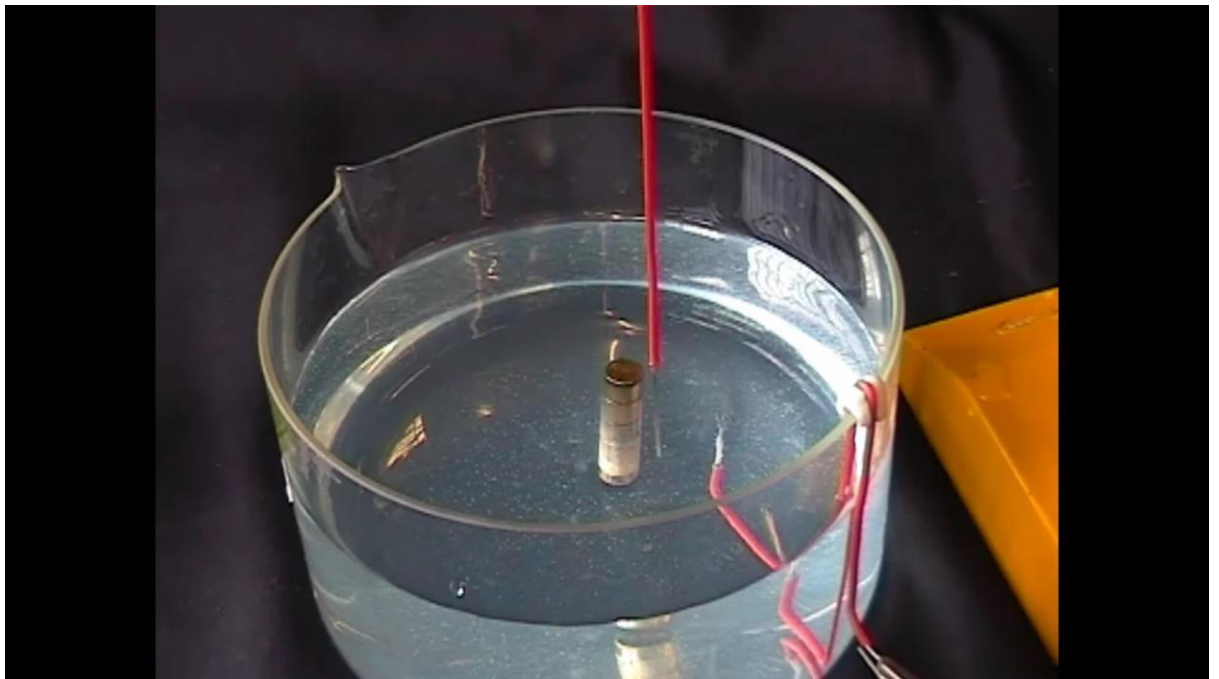
El diseño del primer motor eléctrico de Faraday era sorprendentemente simple pero ingenioso. Consistía en un vaso de mercurio (un buen conductor de electricidad) en el que se colocaba un imán fijo. Suspendido por encima del vaso, se encontraba un alambre conductor conectado a una batería. Cuando la corriente eléctrica pasaba a través del alambre, este experimentaba una fuerza lateral debido a la interacción con el campo magnético del imán, causando que el alambre girara alrededor del imán. Este movimiento rotatorio fue la primera demostración de cómo la electricidad podía generar un movimiento continuo, esencialmente el primer motor eléctrico.

Impacto y Legado

El motor de Faraday no era un dispositivo práctico para aplicaciones industriales en su forma original, pero su importancia radica en su demostración de los principios fundamentales del electromagnetismo. Este invento abrió el camino para el desarrollo de motores eléctricos más avanzados, transformando industrias y mejorando la vida cotidiana.

La influencia del motor de Faraday es incalculable. Su trabajo sentó las bases para la invención de generadores eléctricos y transformadores, dispositivos esenciales para la generación y distribución de electricidad. Además, su enfoque experimental riguroso y sus descubrimientos en electromagnetismo impulsaron el avance de la física y la ingeniería eléctrica.

En el ámbito industrial, los motores eléctricos se convirtieron en el corazón de la Revolución Industrial, facilitando la automatización de fábricas, el transporte eléctrico y numerosas aplicaciones domésticas. La capacidad de convertir la electricidad en movimiento de manera eficiente revolucionó la producción y el consumo de energía, haciendo posible el desarrollo de tecnologías como el tren eléctrico, los electrodomésticos y los vehículos eléctricos.



Conclusión

El primer motor eléctrico de Faraday es un testimonio de cómo la curiosidad y la investigación científica pueden dar lugar a innovaciones que transforman el mundo. Aunque sencillo en su diseño, el motor de Faraday demostró principios que son fundamentales para la tecnología moderna. Su impacto perdura en la vasta red de sistemas eléctricos que sustentan nuestra sociedad contemporánea. Al reflexionar sobre este logro, reconocemos la importancia de la investigación científica básica y su potencial para impulsar avances tecnológicos que beneficien a toda la humanidad.

Bibliografía

<https://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/magnetismo/experiencias/iesjuancierva/pdf/Experimento%20Ley%20de%20Faraday.pdf>

<https://es.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnetic-flux-faradays-law/a/what-is-faradays-law>

<https://www.amarauna.euskadi.eus/es/recurso/ley-de-faraday-henry/a2c493f2-c793-401b-b7e9-b03c210a44be>

<https://concepto.de/ley-de-faraday/> https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Faraday

-Estudiante I

Introduccion

En este proyecto hablaremos de el experimento de Oersted el cual es hito crucial para la ciencia, este experimento fue creado en 1820 por Hans Christian Oersted, en este proyecto exploraremos a fondo de como y porque fue creado este experimento

¿quien fue hans christian oersted?

Hans Christian Ørsted era físico y químico danés, el fue conocido por descubrir la relación experimental entre la electricidad y el magnetismo, que sentó las bases del electromagnetismo. Realizó un experimento en 1820 que demostró que una onda de impedancia se movía alrededor de un conductor mientras una corriente pasaba a través de él, lo que indicaba la existencia de un campo magnético alrededor de un conductor. Este descubrimiento inspiró a otros científicos como André-Marie Ampère y Michael Faraday, quienes ampliaron el estudio del electromagnetismo.

Ørsted también aisló el aluminio por primera vez mediante electrólisis en 1825, dejando un legado en la medición de la reluctancia magnética.

¿en que consistia este experimento?

El experimento de Ørsted demostró la relación entre la electricidad y el magnetismo. Se descubrió que, al pasar una corriente eléctrica a un conductor, se generaba un campo magnético alrededor del conductor, observado por la desviación de la aguja de una brújula cerca del conductor. Se observó que la corriente eléctrica no solo producía calor y luz, sino que también tenía la capacidad de generar un campo magnético. Esto fue fundamental para la teoría del electromagnetismo y abrió el camino para futuros descubrimientos y aplicaciones tecnológicas

Objetivos e hipotesis

El experimento de Ørsted buscaba investigar la relación entre la electricidad y el magnetismo, dos fenómenos separados. Ørsted planteó la hipótesis de que las corrientes eléctricas podrían afectar a los imanes y al campo magnético. El experimento se enfocaba en observar si una corriente eléctrica podría influir en la dirección de un campo magnético, como el de una brújula.

Descubriendo que el agua de la brújula se desviaba cuando se aplicaba una corriente eléctrica a un conductor cercano, Ørsted confirmó su hipótesis y demostró la existencia de una conexión entre la electricidad y el magnetismo

Marco teórico

El marco teórico del experimento de Ørsted se basa en la comprensión de las propiedades básicas de la fuerza eléctrica y el magnetismo. En el siglo XVIII, Charles-Agustín de Coulomb describió la fuerza entre cargas eléctricas estacionarias y las propiedades de los imanes y la brújula magnética. El experimento de Ørsted apoyó a estos conocimientos y expandió, demostró que una corriente eléctrica podía generar un campo magnético. Este descubrimiento unificó dos áreas de la física y abrió el camino hacia la teoría del electromagnetismo, formalizado más tarde por James Clerk Maxwell

Conclusión

En conclusión, Hans Christian Ørsted fue un físico y químico danés, el cual descubrió la relación entre la electricidad y el magnetismo en 1820. Este descubrimiento sentó las bases del electromagnetismo y allanó el camino para futuros avances tecnológicos. Ørsted este experimento confirmó su hipótesis al observar que una corriente eléctrica podría influir en la dirección de un campo magnético, como una brigada. Este experimento unificó dos áreas de la física y contribuyó al desarrollo de la teoría del electromagnetismo, formalizada posteriormente por James Clerk Maxwell.

Bibliografía

ifeder. (2024, 15 abril). Hans Christian Ørsted. Lifeder. <https://www.lifeder.com/hans-christian-orsted/>

Estudiante J

El primer motor eléctrico de la historia fue inventado por Michael Faraday en el siglo XIX. Este invento supuso un antes y un después en la historia de la electricidad, considerando las bases para el descubrimiento de la tecnología electromagnética que se usa en la actualidad. En esta investigación, se indagará a profundidad este importante invento para el mundo actual, así como su historia y su importancia.

Michael Faraday fue un científico británico del siglo XIX, reconocido como uno de los mayores genios en el campo de la física y la química, nacido en 1791. De joven, Michael Faraday demostró un gran interés por la física y la química, aunque sin educación formal en estas áreas. Al mismo tiempo, se convirtió en un entusiasta autodidacta, dedicando interminables horas a la lectura de libros científicos y a experimentar en su propio laboratorio improvisado. Su determinación y curiosidad lo llevaron a adquirir un profundo conocimiento de la química y la física, explorando principios fundamentales como la electricidad, el magnetismo y la electrofísica. En 1821 el motor eléctrico primario fue inventado por Michael Faraday. Para esto Faraday construyó dispositivos para producir lo que se llama "rotación electromagnética". Uno de estos dispositivos, diseñado como un motor homopolar, consta de un alambre que se extiende hasta una piscina de mercurio en la que se ubica. Si la fuente está conectada a una batería eléctrica, la batería encenderá la corriente que tiene poder magnético circular, tras realizar esto Michael publicó los resultados de su trabajo bajo el título "Rotación electromagnética". Estos dispositivos tienen las bases para que estén diseñados como un motor eléctrico. Con esto Faraday logró marcar el inicio de los motores eléctricos. Su invención supuso un hito importante en la historia de la electricidad y sentó las bases para el descubrimiento de la tecnología electromagnética.

Además de su inventar del motor eléctrico, Michael Faraday realizó numerosos descubrimientos y contribuciones al campo de la ciencia electromagnética. Estableció el concepto de campo electromagnético en física mediante su investigación del campo magnético mediante un conductor que sigue siendo transportado. También demostró que el magnetismo puede afectar los rayos de luz y que existe una relación subyacente entre los fenómenos. Faraday descubrió los principios de la inducción electromagnética, el diamagnetismo y los principios de la electrólisis. Nuestros inventos de dispositivos electromagnéticos rotativos incluyen las bases de la tecnología

de los motores eléctricos y contribuyen en gran medida a que la electricidad se vuelva práctica para su uso en la tecnología.

En resumen, el primer motor eléctrico de la historia fue inventado por Michael Faraday en el siglo XIX. Tras la creación de este invento se marca un dobladura en la historia de la electricidad y ayuda a la creación de las bases para el desarrollo de la tecnología electromagnética. Además de también ayudar a inventar el motor eléctrico, Faraday también descubrió y contribuyó al electromagnetismo y estableció conceptos fundamentales que sostienen las bases de la tecnología eléctrica actual.

Referencias:

HistoriaUniversal.org. (2023, 2 enero). Biografía de Michael Faraday.

<https://historiauniversal.org/michael-faraday/>

Inmesol, B. (2023, 21 junio). Michael Faraday, padre del primer motor eléctrico (1791-1867) -

Inmesol. My WordPress. [https://www.inmesol.com/blog/michael-faraday-padre-del-primer-motor-electrico-1791-](https://www.inmesol.com/blog/michael-faraday-padre-del-primer-motor-electrico-1791-1867/)

[1867/](https://www.inmesol.com/blog/michael-faraday-padre-del-primer-motor-electrico-1791-1867/)

Estudiante K

This project consists of explaining what Oersted's experiment was, what its discovery was like and its implications, and understanding why this experiment caused such an impact on physics that it opened a new branch of this science.

Around 1820, a German physicist named Hans Christian Oersted performed an experiment by accident that opened a new branch of physics, which is the one that explores the connections between electricity and magnetism. Thanks to this experiment it was discovered that electricity and electric current can make things rotate, this was a discovery which is why there are what today are washing machines, fans, drills and many more.

It all started when Oersted was giving a lesson in which he had a copper cable and an electric current passed through it, and on his table was a small magnetic compass. The event that happened was that when I passed an electric current through the cable so that some experiment could be done, the magnetic compass that was on the table deviated, once this experiment was done unexpectedly, this was the one that led to the discovery, But the question to know how this experiment works is:

What is creating the magnetic field that moves the compass if there are no magnets nearby?

Since the electric current is responsible for the deviation, it may be that the electric current induces a magnetic field around it, and this generated a very great discovery, since before it was believed that electricity and magnetism were two phenomena that had nothing to do with each other.

Now with the experiment that Oersted created, it can be seen that the electric current induces a magnetic field, and this indicates that there is a type of connection between electricity and magnetism, and this is why electromagnetism is considered a branch of physics that was opened by this experiment, which is where the connection between electricity and magnetism is studied.

The scientists of that time could also deduce that they found that the current increases the magnetic field also.

increases, since the current is what produces the magnetic field, so if the current increases its effect is greater and its result is that the field magnetic increases.

They were also able to deduce that if the same electric current is maintained but if the needle is placed at different distances from the cable, the magnetic field would vary, the deviation would be greater near the cable and the further away the deviation was, the smaller, which It means that the magnetic field becomes stronger near the wire and the further away it goes it becomes weaker.

The scientists also wanted to know what the magnetic field was like, for this what they have to do is spread iron filings and see how they are organized or also move the magnetic compass around the cable in various places and see how it is oriented. In order to do this, they placed the cable through a rectangular piece of cardboard where they could spread the iron filings or where they could put all the magnetic compasses. When they placed the compasses, they found that the magnetic needles were oriented so that the red tip would represent the north pole of the magnet, and the blue tip would represent the south pole, the direction of the magnetic field is defined as the direction towards the north pole. So, to find the direction of the magnetic field at a point around the cable, a circle must be drawn since the cable is located in the center of it and thus the direction of the magnetic field at that point will be obtained.

So, we can conclude that if the magnetic field anywhere around a straight current-carrying wire is made up of concentric circles, the lines of the magnetic field are concentric circles whose center is the wire, and finally they discovered that the direction of the magnetic field lines depend on the direction of the current, if the direction of the current is changed the lines will continue to be concentric circles but the direction will change.

In conclusion, it could be understood that thanks to Oersted's experiment it was discovered that when an electric current is passed through a wire, a magnetic field is induced around it, this is what connects electricity and magnetism.

Bibliography:

Oersted, electric current and magnetism. (n.d.). IOPSpark. <https://spark.iop.org/oersted-electric-current-and-magnetism>

Oersted's Experiment - Energizer. (2024, February 8). Energizer. <https://energizer.com/science-center/oersteds-experiment/>

Oersted's Experiment | Science project | Education.com. (n.d.). Education.com. <https://www.education.com/science-fair/article/moving-electrons-produce-magnetic-field/>

Oersted's Experiment. (2023, December 9). Javalab. <https://javalab.org/en/oersteds-experiment-en/>

Oersted's Experiment - Science World. (2020, April 17). Science World. <https://www.scienceworld.ca/resource/oersteds-experiment/>

What did Oersted do in the experiment? (A) Placed a compass near an electromagnet and observed its deflection (B) Placed a compass near a magnet and observed the deflection of compass needle (C) Placed a compass near a current carrying wire and observed the deflection of compass needle (D) Placed a compass near an electrolyte and observed the deflection of compass needle. (n.d.).

<https://www.vedantu.com/question-answer/did-oersted-do-in-the-experiment-a-placed-a-class-10-physics-cbse-600db6d26cb1be2c7188433c>

The Significance of the Oersted Experiment. (2022, June 8). Unacademy. <https://unacademy.com/content/neet-ug/study-material/physics/the-significance-of-the-oersted-experiment/>