



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Estrategia Didáctica para Facilitar la Enseñanza del Concepto de Generación Eléctrica Usando Componentes de Bajo Costo**

**Johnny Alexander Jiménez Giraldo**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Medellín, Colombia  
2025



# **Estrategia Didáctica para Facilitar la Enseñanza del Concepto de Generación Eléctrica Usando Componentes de Bajo Costo**

**Johnny Alexander Jiménez Giraldo**

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:  
Ph.D Héctor Antonio Botero Castro

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Medellín, Colombia  
2025

## **Dedicatoria o Lema**

*Dedico este trabajo a mis padres y  
mis hermanos.*

---

## Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por darme la oportunidad de culminar satisfactoriamente esta Maestría. A mi madre, porque fue mi gran maestra de vida y primera maestra en todas las áreas del conocimiento, su amor y constancia aunado a su actitud racional y crítica impactaron mi cosmovisión para siempre. A mi padre, porque él me enseñó a ser perseverante y dar lo mejor de mí, valores sin los cuales este trabajo final tal vez no hubiera sido posible. A mis hermanos porque sus experiencias de vida han influido profundamente en los métodos de enseñanza que propongo en este trabajo. A mi director de trabajo final de maestría, por su carisma, sus valiosos aportes y acompañamiento durante la elaboración de este trabajo final.

# Resumen

En las instituciones educativas de Colombia, la enseñanza de leyes físicas y conceptos de electricidad como la ley de Faraday presenta notables desafíos debido a la complejidad conceptual que implica la comprensión de fenómenos electromagnéticos y a la falta de recursos didácticos adecuados. Generalmente, el tema se ve distante de la vida cotidiana de los estudiantes. Este trabajo busca contribuir como un método de enseñanza de estos conceptos para lograr un aprendizaje significativo que según Ausubel se basa en las ideas expresadas simbólicamente que están relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, en su estructura de conocimientos. Ausubel (1983). Para ello, se implementa una secuencia didáctica con estudiantes del grado once de una institución educativa en zona rural del municipio de Rionegro, Antioquia (Colombia), a través de prácticas sencillas que permitan una aproximación al concepto, experimentando con circuitos y elementos electromagnéticos de bajo costo, así como analizando montajes de generadores sencillos, de tal manera que los efectos sean más visibles y apreciables por los estudiantes. Los resultados indican un impacto positivo en el aprendizaje.

Puede concluirse que la intervención en el aula usando secuencias didácticas semejantes a la propuesta en este trabajo final podría contribuir a una mejora en el aprendizaje de conceptos complejos de la Física, tales como la ley de Faraday.

**Palabras clave:** enseñanza, electricidad, aprendizaje significativo, electromagnetismo, física, generador, técnica didáctica

# Abstract

## **Teaching Strategy to Facilitate the Teaching of the Concept of Electricity Generation Using Low-Cost Components**

In high schools in Colombia, teaching physical laws and electrical concepts such as Faraday's law presents significant challenges due to the conceptual complexity involved in understanding electromagnetic phenomena and the lack of adequate teaching resources. The subject is generally viewed as distant from students' daily lives. This work seeks to contribute as a teaching method of these concepts to achieve meaningful learning that, according to Ausubel, is based on symbolically expressed ideas that are related in a non-arbitrary, but substantial (not literally) way with what the student already knows, in his or her knowledge structure. Ausubel (1983). To this end, a teaching sequence is implemented with eleventh-grade students at an educational institution in a rural area of the municipality of Rionegro, Antioquia (Colombia). This sequence is used through simple practices that allow students to approach the concept, experimenting with low-cost electromagnetic circuits and components, and analyzing simple generator assemblies, making the effects more visible and appreciable for students. The results indicate a positive impact on learning.

It can be concluded that classroom interventions using teaching sequences similar to the one proposed in this final work could contribute to improved learning of complex physics concepts such as Faraday's law.

**Keywords: teaching, electricity, meaningful learning, electromagnetism, physics, generator, didactics (Classroom techniques)**

# Contenido

<b><i>Agradecimientos</i></b> .....	<b>5</b>
<b><i>Resumen</i></b> .....	<b>6</b>
<b><i>Abstract</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>Lista de figuras</i></b> .....	<b>10</b>
<b><i>Lista de tablas</i></b> .....	<b>11</b>
<b><i>CAPÍTULO 1. Introducción</i></b> .....	<b>17</b>
<b>1.1 Justificación</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2 Planteamiento del Problema</b> .....	<b>19</b>
<b>1.3 Objetivos</b> .....	<b>20</b>
1.3.1 Objetivo General .....	20
1.3.2 Objetivos Específicos .....	20
<b>1.4 Organización de trabajo</b> .....	<b>21</b>
<b><i>CAPÍTULO 2. Marco referencial</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.1 Referente Antecedentes</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2 Referente Teórico</b> .....	<b>35</b>
2.2.1 El conductismo .....	37
2.2.2 El constructivismo .....	38
<b>2.3 Referente Conceptual-Disciplinar</b> .....	<b>43</b>
<b>2.4 Referente Legal</b> .....	<b>54</b>
<b>2.5 Referente Espacial</b> .....	<b>58</b>
<b>2.6 Resumen del capítulo</b> .....	<b>60</b>
<b><i>CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO</i></b> .....	<b>63</b>
<b>3.1 Enfoque</b> .....	<b>63</b>
<b>3.2 Método</b> .....	<b>64</b>

<b>3.3 Descripción de la asignatura de Física grado once .....</b>	<b>70</b>
<b>3.4 Caracterización de la Población .....</b>	<b>70</b>
<b>3.5 Evaluación de Conocimientos Previos .....</b>	<b>71</b>
<b>3.6 Secuencia Didáctica .....</b>	<b>73</b>
3.6.1 Practica experimental #1. Líneas de campo magnético .....	74
3.6.2 Práctica experimental #2. Fuerzas entre 2 imanes .....	75
3.6.3 Práctica experimental #3. El electroimán.....	75
3.6.4 Práctica experimental #4. El relé.....	76
3.6.5 Práctica experimental #5. Generación eléctrica (máquina rotativa) .....	77
3.6.6 Test Final de Conocimientos .....	77
<b>3.7 Implementación de la Secuencia Didáctica .....</b>	<b>79</b>
<b>3.8 Costos de los experimentos.....</b>	<b>93</b>
<b>3.9 Resumen del capítulo .....</b>	<b>96</b>
<b><i>CAPÍTULO 4. Resultados y observaciones .....</i></b>	<b><i>98</i></b>
<b>4.1 Procedimiento para el análisis y la presentación de los resultados .....</b>	<b>99</b>
<b>4.2 Resultados Evaluación de Conocimientos Previos .....</b>	<b>99</b>
<b>4.3 Resultados Prueba de Conocimientos.....</b>	<b>100</b>
<b>4.4 Análisis estadístico de los resultados .....</b>	<b>101</b>
<b>4.5 Resumen del capítulo .....</b>	<b>105</b>
<b><i>Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones .....</i></b>	<b><i>106</i></b>
<b>5.1 Conclusiones .....</b>	<b>106</b>
<b>5.2 Recomendaciones.....</b>	<b>109</b>
<b><i>Referencias .....</i></b>	<b><i>111</i></b>

# Lista de figuras

Figura 2-1. Generador elemental.

Figura 2-2. Dinamo para bicicleta por fricción.

Figura 3-1. Porcentaje de la población por edad.

Figura 3-2. Registro fotográfico de la experiencia 1. Líneas de Campo Magnético.

Figura 3-3. Registro fotográfico de la experiencia 3. El electroimán.

Figura 3-4. Registro fotográfico de la experiencia 4. El relé.

Figura 3-5. Registro fotográfico de la experiencia 5. Generación eléctrica (máquina rotativa).

Figura 3-6. Esquema montaje experiencia 5. Generación Eléctrica.

Figura 3-7. Captura de pantalla señal entregada por la dinamo de la bicicleta.

Figura 4-1. Cantidad de Respuestas y Valoración en la Prueba de Conocimientos Previos.

Figura 4-2. Cantidad de Respuestas y Valoración en la Prueba de Conocimientos Final.

Figura 4-3. Media de los resultados.

## Lista de tablas

Tabla 2-1. Consolidado lineamientos curriculares electromagnetismo por grados de escolaridad Colombia.

Tabla 2-2. Objetivos e indicadores en electromagnetismo grado 6to básico Chile.

Tabla 2-3. Contenidos y habilidades en electromagnetismo por año de escolaridad Brasil.

Tabla 2-4. Normograma.

Tabla 3-1. Total estudiantes por edad.

Tabla 3-2. Costos experimento 1.

Tabla 3-3. Costos experimento 2.

Tabla 3-4. Costos experimento 3.

Tabla 3-5. Costos experimento 4.

Tabla 3-6. Costos experimento 5.

Tabla 3-7. Costo Total Estimado de todos los experimentos.

Tabla 4-1. Valoraciones por pregunta en la Prueba de Conocimientos Previos.

Tabla 4-2. Valoraciones por pregunta en la Prueba de Conocimientos Final.







# CAPÍTULO 1. Introducción

El mundo de hoy está cambiando a una velocidad vertiginosa, los avances en la industria y la tecnología escalan a un ritmo nunca antes visto. Todo esto nos obliga a adaptarnos a las nuevas condiciones y a las nuevas tendencias. La situación no es ajena en el ámbito educativo. El docente actual necesita nuevas herramientas y estrategias que le permitan diversificar sus formas de enseñanza, en especial en el área de las Ciencias Naturales, como la Física. Enseñar conceptos de electricidad ha mostrado ser un desafío en las aulas de clase. La complejidad de algunos contenidos y la falta de recursos son una gran limitante.

Es por esto que este trabajo pretende acotar la brecha entre el intento de enseñar y el éxito de lograrlo, proponiendo un método de enseñanza práctico, con material concreto y fomentando la experimentación entre pares. Usando preguntas orientadoras antes de realizar cada una de las experiencias se motiva al estudiante a indagar; mientras las realiza surgen muchas más preguntas que le facilitarán construir su propio conocimiento con la ayuda de sus pares y del docente, de tal manera que logra explicar con sus propias palabras el fenómeno físico involucrado; y finalmente al enfrentarse a una experiencia más compleja, se esperaría que el estudiante haya desarrollado habilidades y conocimientos suficientes para ser capaz de interpretar la nueva situación, basándose en los conceptos que ya conoció y aprendió en las experiencias previas y más sencillas, de tal manera que comienza a usar el conocimiento de manera comprensiva.

Por lo tanto, en este trabajo se diseña e implementa una secuencia didáctica que facilita la enseñanza y el aprendizaje significativo de conceptos de electricidad, tales como la generación de electricidad y la ley de Faraday, en el grado undécimo, en una institución educativa rural del municipio de Rionegro, Antioquia (Colombia).

## 1.1 Justificación

Recordando la frase de Benjamín Franklin (1706-1790) – Político, Científico e Inventor Estadounidense: “Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo” y basado en las propuestas de otros autores en todo el mundo, este trabajo pretende contribuir en la búsqueda de soluciones a la problemática que existe en la falta de comprensión adecuada de los conceptos de electricidad y magnetismo en los estudiantes de bachillerato en Colombia, así como en la necesidad de poner en práctica métodos de enseñanza que faciliten un aprendizaje más efectivo y significativo de los fenómenos electromagnéticos.

Mediante el diseño e implementación de una secuencia didáctica que incluya experimentaciones y prácticas sencillas, se espera mejorar significativamente la comprensión conceptual de fenómenos electromagnéticos, al incluir estrategias de aprendizaje activo y al involucrar a los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento, alineándose con las competencias propuestas por el Ministerio de Educación y el ICFES con las cuales se pretende formar a estudiantes para la vida y no para una prueba (Rojas, 2010).

Por otro lado, es importante mencionar que la enseñanza óptima de conceptos de la Física como la Electricidad, requieren materiales y laboratorios que, en instituciones educativas rurales como en la que se desarrolla esta secuencia didáctica, no son muy accesibles o presentan muchas limitaciones. Por lo que se hace prioritario encontrar nuevos recursos educativos y estrategias que faciliten el aprendizaje pleno, con la restricción de que “Los recursos y las posibilidades de educación están distribuidos de manera desigual” (UNESCO, 2020).

El presente trabajo genera además otros beneficios pedagógicos tales como el fomento del trabajo colaborativo, la comunicación y el incremento del interés por las Ciencias, al promover el análisis y la discusión entre pares. Adicionalmente la experimentación permite a los estudiantes involucrarse más en su aprendizaje, por lo que es probable que desarrollen una mayor curiosidad y aprecio por la materia, lo que puede traducirse en una mayor elección de carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología en el futuro.

## 1.2 Planteamiento del Problema

La electricidad hace parte de las áreas clave en la formación científica y tecnológica, esenciales para el desarrollo personal y profesional de los estudiantes. En el currículo nacional, se establece que la enseñanza de la física y la electricidad debe ser parte de la formación básica y media, fomentando el pensamiento crítico y la comprensión de fenómenos naturales (ICFES, 2019). Esto se relaciona con el desarrollo de habilidades prácticas y conceptuales que se requieren en diversas áreas del conocimiento. Por otro lado, la electricidad es una herramienta clave en la búsqueda de soluciones a problemas globales como el cambio climático y el acceso a la energía.

El problema a abordar en el presente trabajo radica en la falta de comprensión de conceptos fundamentales de electricidad, especialmente al estudiar los principios de generación eléctrica, entre los alumnos de grado undécimo. Esta carencia de conocimiento se evidencia en la dificultad para identificar circuitos electromagnéticos simples y en la confusión de conceptos básicos. Sumado a esto, la enseñanza de estas temáticas en instituciones educativas rurales oficiales, especialmente de las zonas con niveles socioeconómicos bajos, presenta mayores limitaciones debido a la falta de recursos apropiados.

Se busca mejorar esta situación proponiendo una secuencia didáctica no tradicional en el aula que implemente el aprendizaje activo, a través de una serie de experiencias en las cuales los estudiantes se vean involucrados en la construcción de su propio conocimiento, puedan manipular circuitos eléctricos y visualizar los efectos. En dicha secuencia didáctica se desarrollarán y adaptarán materiales y recursos accesibles o de bajo costo y que puedan ser utilizados en entornos con limitaciones de infraestructura. Adicionalmente, se promoverá el trabajo colaborativo de tal manera que se generen espacios de discusión entre pares desarrollando habilidades de comunicación, lo cual se espera pueda motivar a los estudiantes a plantearse preguntas y llegar a consensos.

Todo esto nos lleva a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede diseñar y desarrollar una intervención de aula utilizando materiales de bajo costo que permita a los estudiantes experimentar y aplicar los principios de la generación eléctrica de manera significativa?

Con base en lo anterior se plantean los siguientes objetivos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar una unidad didáctica para facilitar la enseñanza del principio de inducción electromagnética, utilizando componentes eléctricos de bajo costo, con estudiantes del grado undécimo de la IE Gilberto Echeverri Mejía

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Realizar una revisión teórica sobre el abordaje del aprendizaje de conceptos eléctricos para fortalecer las competencias científicas.
2. Diseñar un circuito con componentes eléctricos de bajo costo que permita la experimentación del principio de inducción electromagnética en el grado Undécimo de la IE Gilberto Echeverri Mejía.
3. Proponer y aplicar una estrategia didáctica que facilite el aprendizaje significativo del principio de generación eléctrica en el grado Undécimo de la IE Gilberto Echeverri Mejía.

Como resultado del cumplimiento de los objetivos, en este trabajo se logra implementar de manera efectiva una secuencia didáctica centrada en la enseñanza del principio de inducción electromagnética, a través de una serie de experimentos prácticos, utilizando componentes eléctricos de bajo costo. A lo largo de las sesiones, se usa una metodología que promueve la interacción activa de los estudiantes, fomentando el trabajo en equipo y permitiendo la exploración y comprensión de conceptos fundamentales del electromagnetismo.

## 1.4 Organización de trabajo

Este documento se ha organizado de la siguiente manera: en el Capítulo uno, se presenta un marco referencial que incluye los antecedentes a nivel mundial, un recorrido teórico a través de los modelos interactivos del aprendizaje y algunos conceptos de electromagnetismo, así como una breve descripción de los referentes legales que sustentan el trabajo y un referente espacial de la institución educativa en la que se desarrolla. En el Capítulo dos, un diseño metodológico donde se aborda el enfoque y el método a utilizar, además que se discriminan los contenidos del tema de la asignatura estudiada, una caracterización de la población en la que se desarrolla el trabajo, así como la descripción, diseño e implementación de la secuencia didáctica, las pruebas a realizar y el costo de cada una de las experiencias que se llevaron a cabo en el grado undécimo de la institución educativa Gilberto Echeverri Mejía. En el Capítulo tres, los resultados de las pruebas realizadas y un análisis estadístico de ellos. En el Capítulo cuatro, las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del trabajo realizado y por último se presentan las referencias.

# CAPÍTULO 2. Marco referencial

En este capítulo se revisan diversas investigaciones y propuestas educativas en torno a la enseñanza y el aprendizaje significativo de la inducción electromagnética, enfocándose en la identificación de dificultades conceptuales que enfrentan los estudiantes de secundaria en su comprensión. Se revisa el diseño y desarrollo de secuencias didácticas implementadas principalmente en escuelas de secundaria a lo largo del mundo, e investigaciones acerca de las dificultades de aprendizaje de conceptos de electromagnetismo que presentan los estudiantes.

La revisión también considera el contexto educativo colombiano, donde los desafíos son mayores debido a factores socioeconómicos y culturales, resaltando la importancia de adaptar las metodologías de enseñanza a la realidad local para fomentar una mejor comprensión del electromagnetismo y su aplicabilidad en la vida diaria.

## 2.1 Referente Antecedentes

Para comenzar, citamos el trabajo de Dori y Belcher (2005) en el que se aborda el aprendizaje del electromagnetismo a través de visualizaciones y aprendizaje activo, destacando la importancia de las representaciones visuales y concretas en la enseñanza de conceptos complejos y abstractos de la Física tales como el electromagnetismo. El proyecto TEAL (Technology Enabled Active Learning) del MIT se presenta como un modelo exitoso de aprendizaje activo en cursos de física de los primeros semestres de pregrado. Este modelo no solo busca disminuir las tasas de fracaso, sino también fomentar una mejor intuición y modelos conceptuales más sólidos entre los estudiantes.

El texto menciona que las dificultades en el aprendizaje de la física pueden atribuirse a métodos de enseñanza tradicionales que favorecen la memorización y a la falta de creación de vínculos cognitivos entre el mundo de las matemáticas y el de la física. El texto concluye que la tecnología de visualización puede facilitar un aprendizaje significativo al permitir la presentación de imágenes que ilustran relaciones complejas. La utilización de visualizaciones, simulaciones y gráficos puede ser un método eficaz para mejorar la comprensión conceptual del electromagnetismo, lo cual favorece el desarrollo de

habilidades en los estudiantes y los prepara para enfrentar desafíos en su futura educación superior.

La implementación de visualizaciones en el aula entonces, puede ser un método de innovación en la enseñanza de los fenómenos electromagnéticos porque busca adaptarse a las necesidades de los estudiantes, quienes pueden tener un estilo de aprendizaje más visual, promoviendo así la participación activa de los estudiantes, fortaleciendo la capacidad para resolver problemas en contextos reales y mejorando sus competencias y habilidades para la vida.

Por su parte, Constantinou, C. P., et al (2008) sugieren que, al abordar el electromagnetismo desde una perspectiva de investigación y diseño, se puede aumentar la comprensión y el interés de los estudiantes, lo cual es esencial para su desarrollo académico y personal. Al involucrar a los estudiantes en estos procesos activos de aprendizaje, se fomenta no solo la comprensión conceptual, sino también el desarrollo de habilidades críticas y creativas.

En su trabajo también destacan la importancia de desarrollar la conciencia epistemológica de los estudiantes, lo que implica que deben entender no sólo los conceptos científicos, sino también la naturaleza de la ciencia y su relación con la tecnología. Este enfoque es vital para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo moderno, donde la ciencia y la tecnología están intrínsecamente ligadas. Lo que sería particularmente importante en nuestro contexto del ICFES en el que se pretende evaluar competencias que van más allá de la simple memorización de hechos.

El electromagnetismo es un tema que, aunque fascinante, a menudo se percibe como distante de la vida cotidiana de los estudiantes. El texto señala que muchos fenómenos electromagnéticos no son fácilmente identificables por los estudiantes, lo que puede disminuir su interés y motivación para aprender. Sin embargo, el autor propone que, al utilizar contextos relevantes, como el transporte público y los trenes de levitación magnética, se puede aumentar la conexión de los estudiantes con el contenido, haciendo que lo abstracto se vuelva más tangible y significativo, proporcionando una experiencia de aprendizaje activa que puede ser más efectiva que los métodos tradicionales.

A pesar de los beneficios potenciales de este enfoque, el texto también menciona desafíos significativos. La enseñanza basada en la investigación requiere un tiempo considerable para que los estudiantes desarrollen una comprensión coherente y profunda de los conceptos. Esto puede ser un obstáculo, ya que los estudiantes deben demostrar paciencia y persistencia, cualidades que no siempre están presentes en un entorno educativo tradicional tal como el sistema educativo colombiano. Además, la necesidad de mantener el interés de los estudiantes durante períodos prolongados es un reto que los educadores deben abordar de manera creativa.

Con un enfoque similar, Mateus y Barragán (2011) presentan una secuencia didáctica basada en la metodología de enseñanza-aprendizaje por investigación orientada, con el objetivo de presentar el análisis del fenómeno de inducción electromagnética en un curso introductorio de electromagnetismo para estudiantes de nivel universitario. La secuencia se fundamenta en la premisa de que "todo conocimiento es la respuesta a una pregunta" y en la idea de que los estudiantes construyen su conocimiento desde su propia experiencia, la cual es generada por los ambientes de aprendizaje que los profesores propician. El trabajo argumenta que la mayoría de los estudiantes considera el electromagnetismo como un tema difícil y poco atractivo apoyado en investigaciones que han mostrado de manera reiterada, el escaso aprendizaje de los estudiantes después de la enseñanza en dicho campo (Guisasola, 2008).

En la secuencia se plantean situaciones problemáticas que buscan conquistar el interés de los estudiantes y su participación activa en la construcción de su conocimiento. La implementación de la secuencia es una tarea que se realizará en el futuro quedando abierta a los profesores que quieran implementarla o modificarla de acuerdo con su contexto educativo teniendo en cuenta entre otras, los conocimientos previos de sus estudiantes. Se resaltan los aspectos de la metodología propuesta en la secuencia:

- El estudio cualitativo del fenómeno de inducción electromagnética.
- La emisión de hipótesis por parte de los estudiantes especialmente en la explicación de los montajes experimentales.
- La elaboración de estrategias de resolución como experimentos.
- La comunicación y discusión del tema en el aula de clase, concibiendo la interacción social como una forma de aprender.

De esta manera el enfoque de esta secuencia puede contribuir al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Con esta metodología se puede incentivar la participación activa del estudiante, logrando una mayor comprensión del fenómeno. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, para lograrlo de manera exitosa, es indispensable la capacidad que tenga el docente en implementar ambientes de aprendizaje para guiarla y la disponibilidad de recursos para la implementación práctica

Siguiendo una hipótesis similar, Román (2012) señala que la enseñanza de la inducción electromagnética puede ser complicada debido a la amplitud de conceptos y el alto nivel de abstracción que requiere. Esto es relevante, ya que el ICFES enfatiza la importancia de que los estudiantes desarrollen habilidades para resolver problemas y aplicar conocimientos en contextos prácticos. La dificultad de los conceptos puede llevar a que los estudiantes se sientan desmotivados o confundidos, lo que resalta la necesidad de estrategias pedagógicas efectivas.

Una de las propuestas del trabajo de Román (2012) es la incorporación de elementos históricos en la enseñanza de la ciencia. El autor argumenta que esto no solo mejora la comprensión de los conceptos, sino que también permite a los estudiantes ver la ciencia como un proceso dinámico y en evolución. La historia de la ciencia puede ayudar a los estudiantes a conectar conceptos abstractos con eventos y figuras históricas, lo que puede hacer que el aprendizaje sea más significativo.

El texto sugiere que hay un interés genuino en los estudiantes por aprender sobre la historia de la ciencia, lo que podría ser aprovechado para mejorar la enseñanza de temas complejos como la inducción electromagnética. La capacidad de los estudiantes para relacionar conceptos científicos con su contexto histórico puede facilitar su comprensión y aplicación en situaciones cotidianas. Concluye argumentando que la historia del electromagnetismo puede ser una herramienta valiosa para mejorar las actitudes de los estudiantes hacia la física.

Revisamos también el trabajo de Almudi, Guisasola y Zuza (2016) en el que presentan el diseño, implementación y efectividad de una secuencia de enseñanza sobre inducción electromagnética para el primer año de ciencias e ingeniería. La secuencia se diseñó considerando los intereses, actitudes y valores de los estudiantes, los estándares del

currículo, los resultados de estudios empíricos sobre concepciones y razonamientos de los estudiantes, y las contribuciones relativas a cómo se aprende y se enseña en el ámbito de las ciencias. La evaluación de la secuencia muestra que la aplicación de la secuencia diseñada contribuyó a una mejor comprensión de algunas ideas clave de la inducción electromagnética.

Aspectos destacados del texto:

- El estudio aborda la importancia académica y social de la inducción electromagnética, así como el objetivo de ayudar a los estudiantes a reconciliar sus ideas iniciales con la teoría científica.
- Se plantea la pregunta sobre cómo diseñar una secuencia de actividades que ayude a los estudiantes a comprender mejor el fenómeno de inducción electromagnética y a incrementar su interés por el aprendizaje de la física.
- Los resultados muestran que la implementación de la secuencia contribuyó a una comprensión más satisfactoria del modelo explicativo de la inducción electromagnética, con un mejor desempeño en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.

Se destaca además la necesidad de mayor tiempo para analizar y mejorar el razonamiento de varios niveles en temas de inducción electromagnética, así como la importancia de introducir un análisis similar en temas anteriores de electricidad y magnetismo.

En resumen, el estudio presenta una secuencia de enseñanza que ha demostrado contribuir a una mejor comprensión de la inducción electromagnética en estudiantes universitarios de ciencias e ingeniería, aunque también señala áreas de mejora y la necesidad de adaptación a diferentes contextos.

De la misma manera, Cooper, D. (2016) menciona que las estructuras tradicionales del aula no logran fomentar una comprensión conceptual profunda en áreas clave como la electricidad y el magnetismo. Esto es consistente con investigaciones previas que indican que los estudiantes a menudo enfrentan dificultades para aplicar sus conocimientos en contextos reales. La falta de comprensión en estos dominios puede atribuirse a la enseñanza centrada en la memorización y la falta de conexión con experiencias prácticas.

El enfoque propuesto en su trabajo, que utiliza el modelado basado en agentes, se presenta como una herramienta innovadora para abordar estos desafíos. Este método permite a los estudiantes interactuar con modelos que simulan el comportamiento de los electrones, facilitando una comprensión más profunda de fenómenos complejos como la corriente eléctrica. Este enfoque se alinea con las tendencias actuales en educación que promueven el aprendizaje activo y la construcción de conocimiento a través de la experiencia. La implementación de modelos basados en agentes podría no solo mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes, sino también fomentar habilidades críticas que son esenciales en el contexto educativo colombiano actual. Sin embargo, será necesario realizar estudios adicionales para evaluar la efectividad de este modelo en la práctica.

Así mismo, Jelacic, Planinic y Planinsic (2017) proporcionan un análisis detallado de las dificultades que enfrentan los estudiantes de secundaria al aprender conceptos de electromagnetismo a través de un enfoque tradicional. El estudio se lleva a cabo mediante una serie de experimentos y encuestas en un grupo reducido (nueve estudiantes) de educación secundaria en Croacia. Su principal objetivo es investigar los modelos mentales de estudiantes de secundaria y las dificultades de razonamiento de la inducción electromagnética.

El texto afirma que:

- Los modelos mentales se forman en interacción con el entorno, con otras personas y con artefactos de la tecnología como representaciones internas del mundo.
- En la enseñanza de la física, los modelos mentales de los estudiantes son importantes debido a su poder predictivo y explicativo para comprender los fenómenos físicos.

Los estudiantes encuestados presentaron dificultades conceptuales y procedimentales en su razonamiento sobre fenómenos electromagnéticos, lo que sugiere la necesidad de mejorar la comprensión funcional de los conceptos de física desde la educación secundaria. Estas dificultades incluyeron la falta de comprensión de conceptos básicos, como la dirección de la fuerza magnética, la confusión entre efectos eléctricos y magnéticos, y la incapacidad para describir el campo magnético de un alambre conductor, incluso después de experimentar con él. Algunos estudiantes esperaban que el agente y

el objeto tuvieran que estar en contacto físico para que ocurriera el fenómeno. Estas dificultades persistieron incluso después de recibir instrucción sobre el tema.

Se analizaron modelos mentales de inducción electromagnética en los estudiantes, destacando que muchos no reconocieron fácilmente el fenómeno de la inducción electromagnética en experimentos de demostración. Se observa que los estudiantes parecen inventar nuevos modelos mentales sobre la marcha para explicar sus observaciones, lo que sugiere una falta de comprensión arraigada del fenómeno.

El estudio sugiere que los estudiantes deberían ser alentados a crear explicaciones y modelos durante la instrucción, en un entorno interactivo que fomente la discusión y la oportunidad de probar y refinar ideas. En general, se destaca la importancia de abordar las dificultades conceptuales y procedimentales en el aprendizaje de conceptos de electromagnetismo, tales como la inducción electromagnética desde la educación secundaria, así como la necesidad de fomentar un enfoque interactivo y reflexivo en la instrucción para mejorar la comprensión de estos conceptos. De esta manera, el estudio incentiva a la creación de secuencias didácticas para el ejercicio de la enseñanza de la inducción electromagnética a través de procesos de aprendizaje activos.

También, Bravo, Bouciguez y Braunmüller (2019) presentan una propuesta didáctica que busca integrar el aprendizaje de la inducción electromagnética con el desarrollo de competencias digitales en estudiantes de educación secundaria. Reconociendo que los estudiantes actuales, considerados nativos digitales, abordan el conocimiento de manera diferente, se plantea un desafío para los educadores, quienes deben adaptar sus métodos de enseñanza utilizando las TIC como herramientas para facilitar un aprendizaje significativo.

La propuesta se basa en lineamientos curriculares oficiales y en investigaciones sobre las concepciones de los estudiantes, lo que es crucial para una enseñanza efectiva que considere las dificultades y conocimientos previos de los alumnos. La implementación en un curso con estudiantes de 17-18 años ha mostrado una mejor comprensión de la inducción electromagnética.

El trabajo argumenta que la inclusión de las TIC en las clases de Física no solo es necesaria, sino que también enriquece el aprendizaje de conceptos complejos. Los recursos digitales permiten simular fenómenos difíciles de observar, facilitando así la experiencia y comprensión de las leyes de la física. Se destaca que el aprendizaje activo y la interacción con herramientas digitales fomentan un entendimiento más profundo y duradero. Además, se abordan las dificultades de aprendizaje que enfrentan los estudiantes, como la falta de familiaridad con el fenómeno y la dificultad para razonar sobre las fuerzas involucradas. Se sugiere que la propuesta didáctica debe incluir actividades que permitan a los estudiantes visualizar y experimentar con la inducción electromagnética para superar estas barreras.

El texto también enfatiza que las innovaciones educativas deben preparar a los estudiantes para ser participantes activos en un contexto social y cultural donde las ciencias y tecnologías son cada vez más relevantes. Los resultados de la implementación muestran un avance significativo en la comprensión del fenómeno de inducción electromagnética, aunque se observa que las explicaciones de los estudiantes son correctas pero incompletas, indicando que aún hay un camino por recorrer en la profundización de conceptos. Por último, se sugiere incluir más actividades que permitan a los estudiantes analizar y discutir la producción del fenómeno de la inducción electromagnética, enfatizando la variación del flujo magnético, lo cual es fundamental en nuestro contexto para construir un entendimiento más sólido y alineado con las competencias evaluadas por el ICFES en Colombia.

Análogamente, Thai Quoc Bao et al (2019) presentan un estudio sobre la enseñanza y el aprendizaje de los fenómenos de inducción magnética y electromagnética en la educación integrada de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en las escuelas secundarias vietnamitas. El objetivo del estudio es abordar cuestiones de relevancia y práctica epistémica. El estudio se enfoca en la educación STEM y destaca la importancia de la actividad creativa y experiencial en el aprendizaje de los fenómenos de inducción magnética y electromagnética. Se diseñaron experimentos y juguetes técnicos STEM para aplicarlos en el aprendizaje activo de los estudiantes. El texto afirma que al integrar educación STEM se espera que aumente la motivación y el rendimiento en física, así como mejore la capacidad de aprendizaje de los estudiantes.

La educación STEM se refiere a la enseñanza de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de manera integrada. Este enfoque educativo busca dotar a los estudiantes de los conocimientos y habilidades necesarios en estas áreas. El texto argumenta que la enseñanza STEM ha evolucionado para eliminar las barreras tradicionales entre estas disciplinas y se centra en la innovación y la aplicación del diseño para resolver problemas complejos. El texto plantea que en Vietnam, la educación STEM se ha desarrollado tanto en universidades como en escuelas secundarias y que se ha observado que la enseñanza STEM en la física tiene una condición favorable debido a la estrecha relación entre la física, las matemáticas y la tecnología. Y que además, se han desarrollado proyectos y planes de educación STEM en todo el mundo. Por ejemplo, Estados Unidos ha lanzado un plan estratégico de educación STEM para avanzar en su mejora.

Para resaltar dentro del texto:

- La educación STEM tiene como objetivo desarrollar en los estudiantes habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación, la colaboración, la creatividad, el descubrimiento y la capacidad de realizar tareas basadas en proyectos. Además, se espera que los estudiantes adquieran conocimientos en cultura, tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Una encuesta dentro de un proyecto desarrollado en Austria y Alemania ha informado que la elección y preferencia de los estudios STEM por los estudiantes de primer año dependen de la experiencia de la escuela secundaria y de buenos profesores.
- Los métodos educativos más progresistas y flexibles, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje a través de juegos y especialmente el aprendizaje a través de la práctica, son materias integradas STEM totalmente aplicadas.
- Para estudiantes de secundaria, tomar cursos STEM también tiene un efecto positivo en las elecciones profesionales futuras. Al aprender una variedad de conocimiento de manera integrada, los estudiantes disfrutarán activamente de su aprendizaje en lugar de tener miedo o evitar un área determinada. Esto, por tanto, les animará a tener una mejor orientación a la hora de elección de especialidades para la educación superior y certeza para carreras futuras.

En conclusión, el estudio demuestra que la enseñanza orientada a STEM es factible y beneficia a los estudiantes al desarrollar habilidades y capacidades necesarias para su formación. Este enfoque garantiza que los estudiantes adquieran conocimientos básicos en la materia y en otras disciplinas relacionadas. La enseñanza STEM debe ser estudiada y experimentada gradualmente en la educación secundaria para enfrentar los cambios en la reforma educativa.

En este mismo sentido, García (2020) presenta una estrategia metodológica de tipo constructivista que integra la plataforma Arduino como medio didáctico para enseñar el tema "fuentes y formas de energía" en el grado quinto de la Institución Educativa Presbítero Jesús Antonio Gómez en Colombia. La estrategia se desarrolla a través de un análisis de antecedentes, diagnóstico del conocimiento de los estudiantes, construcción de la estrategia metodológica, implementación en el aula y evaluación del impacto en el aprendizaje. Además, se destaca la importancia de la tecnología en la educación y se menciona la dificultad de acceso a herramientas TIC innovadoras en ciertos contextos educativos.

Un aspecto a destacar del texto es que la estrategia metodológica presentada integra elementos tecnológicos como un medio didáctico para enseñar el tema "fuentes y formas de energía" en el grado quinto, con el objetivo de mejorar la comprensión del tema.

De otro lado, Giliberti, Stellato y Cavinato (2022), presentan una experimentación de cinco horas sobre la inducción electromagnética dirigida a estudiantes de último año de una escuela secundaria italiana. El objetivo es comprender mejor el origen físico de la fuerza electromotriz inducida. Se propusieron ejemplos para aclarar conceptos físicos y se analizaron las respuestas de los estudiantes a un cuestionario de opción múltiple. El enfoque parece ser factible, aunque se encontraron dificultades al calcular el flujo y la circulación de un campo vectorial. Además, se propone una "redefinición" del campo eléctrico inducido en términos del potencial del vector magnético. El objetivo principal del estudio se basa en generar una secuencia didáctica que pretenda facilitar la enseñanza del fenómeno de inducción electromagnética bajo la estructura de dos términos:

- El término de transformación de la fuerza electromotriz inducida (emf)
- El término motriz de la EMI

Se resalta además la intención de no “desconectar” la ecuación del fenómeno físico como suele ocurrir en la escuela cotidiana. Si bien, la propuesta se encuentra bien fundamentada, es indispensable mencionar que en la misma se reconoce un alto nivel de la institución educativa en la que se realiza el estudio. Por lo que sería conveniente realizar ajustes a la misma, teniendo en cuenta nuestro contexto educativo colombiano, en el que no es típico desarrollar ampliamente los conceptos del cálculo integral y derivativo. Sin embargo, la propuesta de una "redefinición" puede tener implicaciones para la enseñanza de la física en nuestro país, al introducir enfoques alternativos que podrían facilitar la comprensión de conceptos complejos.

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES en su Informe Nacional de Resultados Saber 11 de 2022, menciona que la prueba de Ciencias Naturales tiene como objetivo evaluar la capacidad de la población evaluada para comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la resolución de problemas. También busca evaluar su habilidad para explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basándose en observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico. Este informe muestra la distribución de estudiantes en los niveles de desempeño de la prueba de Ciencias Naturales a nivel nacional, en el que se observa que el 71 % de las personas evaluadas se ubicaron en los niveles 1 y 2, mientras que el 2 % alcanzó el nivel 4. La distribución en el caso de los colegios ubicados en la zona urbana fue similar.

Por otro lado, observando el Nivel Socioeconómico NSE (el cual se usa para caracterizar la población que presenta las pruebas Saber) la población perteneciente a instituciones rurales y la que se ubica en el NSE 1 (estudiantes pertenecientes a niveles socioeconómicos bajos) mostraron un porcentaje más alto de estudiantes en los niveles inferiores en comparación con el promedio nacional, con un 86 % y un 83 % respectivamente. Para los estudiantes del NSE 4 (estudiantes pertenecientes a niveles socioeconómicos altos), solo el 34 % de la población se ubicó en estos niveles.

En particular, la prueba de Ciencias Naturales mostró diferencias en la proporción de estudiantes que se ubicaron en los niveles de desempeño más altos según el calendario. En calendario A, con excepción de quienes pertenecían al NSE 4, entre el 67 % y el 86 % de la población evaluada se encontraba en los niveles 1 y 2. Esto indica que, aunque estas personas cuentan con la habilidad de relacionar esquemas con nociones básicas del

conocimiento científico y establecer predicciones a partir de datos presentados en tablas, gráficas y esquemas con patrones claramente crecientes o decrecientes, les resultó difícil desarrollar habilidades que les permitieran contrastar modelos de las ciencias naturales con fenómenos cotidianos y comunicar resultados de procesos de investigación científica, entre otras competencias. En calendario B, por su parte, un mayor porcentaje de estudiantes logró desarrollar habilidades y conocimientos propios del nivel 4 que les permiten analizar fenómenos naturales mediante procedimientos propios de la investigación científica, establecer conclusiones derivadas de una investigación y plantear hipótesis basadas en evidencias.

El Laboratorio de Economía de la Educación (LEE) de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bogotá Colombia, presenta un informe en el año 2020 con un análisis estadístico en el que se puede apreciar un comparativo del desempeño de los estudiantes en las pruebas Saber 11 en la última década (2014-2023) según la zona en que está ubicado el establecimiento educativo. LEE (2020). En el periodo analizado se encuentra una tendencia clara y permanente que indica que el desempeño del grupo de estudiantes pertenecientes a establecimientos ubicados en zona urbana del país prevalece al de estudiantes pertenecientes a establecimientos ubicados en zona rural en todas las áreas del conocimiento. El desempeño en zonas rurales siempre ha permanecido por debajo de la media nacional (brecha de zona por encima de los 20 puntos desde 2015 hasta 2023).

No obstante, las brechas de zona más bajas se presentan en el área de Ciencias Naturales (Entre 2014 y 2017 la brecha de zona ha permanecido por encima de 3 puntos y desde el 2018 hasta el 2023 ha permanecido por encima de 4 puntos).

En el Informe nacional de resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) para Colombia 2022, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES explica en qué consiste las pruebas PISA definiéndolo como un estudio creado en 1997 por la OCDE, que permite comparar el nivel de desempeño de jóvenes a nivel internacional, a través de una prueba estandarizada. ICFES (2024).

Esta evaluación se viene aplicando cada tres años de manera consecutiva desde el año 2000, con la participación constante de Colombia desde el 2006. Aunque la última

aplicación estaba prevista para 2021, se pospuso hasta 2022 debido a las numerosas dificultades que enfrentaron los sistemas educativos durante la pandemia del COVID-19.

Esta prueba evalúa el desarrollo de conocimientos y habilidades fundamentales para enfrentar los desafíos de la vida real. Midiendo el desarrollo de habilidades, competencias y destrezas de jóvenes que tienen entre 15 años y 3 meses y 16 años y 2 meses en el momento de la aplicación de la prueba, y evalúa si estas personas pueden reproducir lo aprendido en su educación media. PISA también examina qué tan bien pueden transferir y aplicar sus conocimientos en entornos desconocidos, tanto dentro como fuera del colegio (OCDE, 2023a). La prueba evalúa el desempeño de los estudiantes en las competencias de Lectura, Matemáticas y Ciencias, así como su capacidad para resolver problemas complejos, pensar críticamente y comunicarse de manera efectiva. Cada año PISA enfatiza en un área en particular. La competencia principal de PISA 2022 fue Matemáticas. Presentaron la prueba 7804 estudiantes.

Los dominios evaluados en el área de Ciencias en PISA 2022 fueron:

“Capacidad de las y los estudiantes para relacionarse con aspectos científicos como ciudadanos reflexivos, por lo que requieren competencias para explicar los fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos y evidencias.”

Los resultados para Ciencias muestran que a partir del año 2015 el promedio del puntaje para Colombia está levemente por encima de los otros países latinoamericanos pero aún muy por debajo del promedio de todos los países de la OCDE.

Colombia tuvo un incremento de 23 puntos frente a la aplicación de 2006, pasando de 388 a 411 puntos en 2022, lo que refleja una tendencia positiva de largo plazo, estadísticamente significativa, pero que se estabiliza en los últimos años. Para el agregado de países de Latinoamérica y la OCDE, se observa una disminución en el promedio del puntaje de 9 y 15 puntos respectivamente, en este mismo periodo. Entre los años 2018 y 2022 la variación en la OCDE y los otros 6 países latinoamericanos, incluyendo Colombia, no presentaron cambios estadísticamente significativos.

En el mismo informe recopila los puntajes promedio según cada tipo de establecimiento, en las tres competencias desde 2006 al 2022. Se observa que los puntajes de las tres competencias disminuyeron en 2022 frente al 2018, excepto para los establecimientos oficiales urbanos en Ciencias. En Matemáticas y Ciencias, la diferencia entre estudiantes de instituciones privadas y oficiales rurales es igual a 66 puntos en promedio (2006-2022), a favor de los establecimientos educativos privados. Esta brecha se redujo entre 2018 y 2022, ya que el puntaje obtenido por las instituciones privadas cayó en 19 puntos en Matemáticas y 10 puntos en Ciencias. La brecha entre las instituciones privadas y oficiales urbanas es menor que la descrita anteriormente, aunque también se revela una diferencia promedio de 47 puntos en Matemáticas y Ciencias.

## 2.2 Referente Teórico

La educación contemporánea enfrenta el desafío de formar individuos críticos, creativos y capaces de adaptarse a un mundo en constante cambio. En este contexto, el diseño e implementación de unidades didácticas que integren principios teóricos de aprendizaje se vuelve esencial. La enseñanza del principio de inducción electromagnética, un concepto fundamental en la física no solo puede ser abordada desde la teoría, sino que debe involucrar a los estudiantes en un proceso activo de descubrimiento y construcción de conocimiento. Utilizar componentes eléctricos de bajo costo permite a los educadores facilitar experiencias de aprendizaje prácticas y significativas que fomenten la curiosidad y el pensamiento crítico.

Las teorías del aprendizaje actuales enfatizan la importancia de la mediación en el proceso educativo, sugiriendo que la interacción social y la colaboración son claves para el desarrollo cognitivo. La implementación de metodologías que promuevan el diálogo y el cuestionamiento ayuda a los estudiantes a conectar nuevos conocimientos con sus experiencias previas, convirtiendo el aprendizaje en un proceso significativo y contextualizado. Asimismo, el uso de recursos accesibles y la promoción de un aprendizaje reflexivo no solo abren las puertas al entendimiento de conceptos complejos, sino que también empoderan a los estudiantes a convertirse en agentes de cambio en su entorno.

Ante esta realidad, es imperativo que los educadores adopten enfoques pedagógicos que integren tanto la teoría como la práctica, adaptándose a las necesidades y contextos de sus estudiantes. De esta manera, la enseñanza de principios científicos como la inducción electromagnética se transforma en una oportunidad no sólo para adquirir conocimientos, sino para desarrollar competencias que les permitan a los estudiantes acoplarse activamente y contribuir positivamente en su sociedad.

Conocer los modelos de aprendizaje es fundamental para diseñar e implementar un modelo de enseñanza eficiente, ya que estos modelos proporcionan un marco teórico que guía a los educadores en la selección de estrategias didácticas adecuadas, la evaluación del aprendizaje y la adaptación del contenido a las necesidades de los estudiantes. Este marco teórico ayuda a los educadores entonces a entender cómo aprenden los estudiantes y a diseñar estrategias que faciliten el aprendizaje efectivo. La integración de estas teorías en la práctica educativa permite a los docentes adaptarse a los diferentes contextos educativos de sus estudiantes, promoviendo así un entorno de aprendizaje más inclusivo y efectivo.

De esta manera, los docentes pueden tener en cuenta aspectos relevantes dentro del proceso de enseñanza como estilos de aprendizaje y características específicas de los estudiantes, mecanismos que contribuyan a generar motivación por las temáticas y distintas formas de evaluación y retroalimentación.

Así, podríamos encontrar a lo largo de la historia diferentes posturas pedagógicas, en las cuales podemos rescatar elementos y herramientas propuestas por diferentes autores, psicólogos y académicos tales como el constructivismo, la interacción social, ambientes de aprendizaje apropiados, trabajo en equipo, trabajo colaborativo, el descubrimiento, reconocimiento de conocimientos previos, etc. La importancia de comprender los modelos de aprendizaje para diseñar e implementar un método de enseñanza radica en que ésta no sólo transmita conocimiento, sino que también fomente el desarrollo integral de los estudiantes.

En general podemos hablar de modelos de aprendizaje de tipo conductista o de tipo constructivista. Los modelos de aprendizaje contemporáneos han evolucionado significativamente desde las propuestas conductistas de Skinner (las que veremos a continuación) quien defendió que el aprendizaje se puede entender a través de la modificación del comportamiento mediante el refuerzo positivo y negativo. Aunque sus ideas fueron innovadoras para su tiempo, existen varias razones por las cuales la educación moderna debería alejarse de este modelo.

El conductismo presenta limitaciones en la comprensión del aprendizaje humano, su impacto negativo en la motivación intrínseca (ya que puede llevar a una educación que prioriza la obediencia y la conformidad sobre la curiosidad y la creatividad), su incapacidad para atender la diversidad de estilos de aprendizaje (Skinner no consideró la diversidad de los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes), su falta de atención al desarrollo socioemocional (la educación no se limita al desarrollo cognitivo; también es vital el desarrollo emocional y social de los estudiantes) y su enfoque reduccionista (el conductismo, y en particular la teoría de Skinner, se centra en el comportamiento observable e ignora los procesos cognitivos internos). En su lugar, es fundamental adoptar enfoques que valoren la complejidad del aprendizaje, fomenten la autonomía del estudiante y reconozcan el papel crucial de las experiencias significativas en la educación.

En esta sección se presentará en primer lugar el modelo de Skinner (conductismo) como un referente inicial de comparación para luego revisar las contribuciones más importantes de los modelos de aprendizaje de tipo constructivista.

### 2.2.1 El conductismo

**Modelo de Skinner.** Burrhus Frederic Skinner (1904 - 1990) psicólogo estadounidense, conocido por su trabajo en el campo del comportamiento humano y su desarrollo de la teoría del conductismo radical. La teoría de Skinner se centra en el concepto de "condicionamiento operante", que se refiere al proceso mediante el cual las consecuencias de una conducta pueden influir en la probabilidad de que dicha conducta se repita en el futuro. Skinner argumentó que las conductas que son seguidas por refuerzos positivos tienden a ser repetidas, mientras que aquellas que son seguidas por castigos o consecuencias negativas tienden a disminuir. Esta teoría se basa en la idea de que el

comportamiento es moldeado por su entorno, y que los individuos pueden ser entrenados para adoptar conductas deseadas a través de refuerzos sistemáticos. Skinner es también conocido por su invención de la "caja de Skinner", un dispositivo experimental que le permitió estudiar el comportamiento de los animales en respuesta a diferentes estímulos y refuerzos.

A través de sus investigaciones, Skinner contribuyó significativamente a la psicología educativa y al desarrollo de técnicas de modificación de conducta, que son utilizadas en diversas aplicaciones, desde la educación hasta la terapia conductual.

### 2.2.2 El constructivismo

**Modelo de Piaget:** Jean Piaget (1896, 1980), biólogo y psicólogo suizo, propuso que el aprendizaje es un proceso constructivo y evolutivo en el que los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con el entorno. Destacó etapas del desarrollo cognitivo que influyen en cómo los niños comprenden el mundo.

La teoría Piaget se centra en las etapas del desarrollo cognitivo, lo que sugiere que los educadores deben ajustar el contenido y la metodología según la etapa de desarrollo de los alumnos. Postuló que el desarrollo cognitivo ocurre en una serie de estadios secuenciales, cada uno caracterizado por formas únicas de pensamiento y razonamiento. Estos estadios son el sensoriomotor (de 0 a 2 años), el preoperacional (de 2 a 7 años), el de operaciones concretas (de 7 a 11 años) y el de operaciones formales (a partir de los 11 años). El docente actúa como guía y facilitador del aprendizaje, fomentando la exploración, el pensamiento crítico y la construcción activa del conocimiento.

**Modelo de Bruner:** Jerome Bruner (1915-2016) psicólogo y educador estadounidense, propuso un enfoque constructivista del aprendizaje, que sostiene que los individuos construyen su propio conocimiento a través de experiencias y la interacción con su entorno. Una de sus ideas clave es la "teoría del aprendizaje por descubrimiento", que sugiere que los estudiantes aprenden mejor cuando son activos en el proceso de aprendizaje, en lugar de ser receptores pasivos de información. Esta teoría se basa en la premisa de que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes pueden explorar, formular preguntas y encontrar respuestas por sí mismos. Bruner introdujo el concepto de "modos de

representación", que describe tres formas en que los individuos pueden representar el conocimiento: en forma enactiva (a través de acciones), icónica (a través de imágenes) y simbólica (a través de símbolos y lenguaje). Esta clasificación ha influido en la forma en que se diseñan los currículos educativos y se implementan las estrategias de enseñanza.

**Modelo de Vygotsky:** Lev Vygotsky (1896- 1934) psicólogo y pedagogo ruso, propuso que el desarrollo cognitivo de los individuos está profundamente influenciado por su entorno social y cultural. Una de sus ideas más destacadas es el concepto de la "Zona de Desarrollo Próximo" (ZDP), que se refiere a la distancia entre el nivel de desarrollo actual de un niño, determinado por su capacidad para resolver problemas de forma independiente, y el nivel de desarrollo potencial, que puede alcanzarse con la guía y el apoyo de un adulto o compañeros más capaces. Este concepto subraya la importancia de la interacción social en el aprendizaje y el desarrollo.

Otra base fundamental de su teoría es la mediación, que sugiere que las herramientas culturales, como el lenguaje, juegan un papel crucial en el desarrollo cognitivo. Vygotski argumentó que el lenguaje no solo es un medio de comunicación, sino también una herramienta esencial para el pensamiento y la comprensión del mundo

**Modelo de Ausubel:** David Ausubel (1918-2008) psicólogo estadounidense, propuso su teoría del aprendizaje significativo. Esta teoría sugiere que el aprendizaje es más efectivo cuando la nueva información se relaciona con conceptos previamente existentes en la mente del estudiante dado a que de esta manera la nueva información tiene mayor sentido y relevancia en la estructura cognitiva del estudiante. Esta idea se opone a los métodos de memorización mecánica y destaca la relevancia del conocimiento previo para facilitar la comprensión y retención de nueva información. Para que el aprendizaje sea significativo entonces se requiere tener en cuenta los aprendizajes previos y el interés del estudiante.

**Modelo de Feuerstein:** Reuven Feuerstein (1921-2014) psicólogo y educador rumano-israelí, propuso la Teoría de la Modificabilidad Cognitiva Estructural, que sostiene que la inteligencia no es un rasgo fijo, sino que puede ser desarrollada y modificada a través de la mediación y la intervención educativa. Feuerstein creía que todos los individuos, independientemente de sus antecedentes o capacidades iniciales, tienen el potencial de mejorar sus habilidades cognitivas a través de experiencias de aprendizaje adecuadas.

Su enfoque se basa en la idea de que el aprendizaje es un proceso mediado, donde un educador o mediador ayuda al aprendiz a construir y reorganizar su conocimiento. Esto se traduce en su método de "Instrumental Enrichment", que utiliza materiales y actividades diseñadas para fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Feuerstein también trabajó con poblaciones diversas, incluyendo niños con discapacidades y aquellos de entornos desfavorecidos, demostrando que su enfoque puede ser efectivo en una variedad de contextos.

**Modelo de Bandura:** Albert Bandura (1925-2021) sicólogo canadiense, propuso su teoría del aprendizaje social que sostiene que las personas aprenden no sólo a través de la experiencia directa, sino también observando a otros (aprendizaje por imitación). Esta teoría se basa en cuatro procesos fundamentales: la atención, la retención, la reproducción y la motivación. Bandura demostró estos conceptos a través de su famoso experimento del "muñeco Bobo" en 1961, donde mostró que los niños que observaban a un adulto comportarse de manera agresiva hacia un muñeco influía en su propio comportamiento agresivo al jugar.

Además, Bandura introdujo el concepto de autoeficacia, que se refiere a la creencia de una persona en su capacidad para realizar acciones que influyan en su vida. Esta idea ha tenido un impacto considerable en diversas áreas, incluidos la educación, la salud y la psicología clínica.

**Modelo de Moreira.** Marco Antonio Moreira (1940) investigador brasileño en enseñanza de la Física, doctor en enseñanza de las ciencias, profesor y pedagogo de Física, propuso su teoría del aprendizaje significativo crítico el cual se basa en la obra de David Ausubel. Moreira amplía la noción de aprendizaje significativo al incorporar una dimensión crítica que invita a los estudiantes a cuestionar y reflexionar sobre su entorno y las estructuras de poder que los rodean. En este sentido, su enfoque no solo busca que los estudiantes comprendan y retengan información, sino que también desarrollen una conciencia crítica que les permita actuar de manera reflexiva en su sociedad. Respaldada las metodologías que promuevan la interacción, el diálogo y la construcción colaborativa del conocimiento, alineándose con las teorías constructivistas contemporáneas. Incorpora principios facilitadores como: interacción social y de cuestionamiento, el abandono de la pizarra, no

centralización en el libro de texto, aprendizaje por el error, aprendiz como perceptor y principio del desaprendizaje.

Para el diseño e implementación de la secuencia didáctica propuesta en el presente trabajo, se integran y adaptan componentes y elementos de algunos modelos de aprendizaje, basándose especialmente en los modelos de Vygotsky y Moreira.

Aunque muchos modelos de aprendizaje pueden acondicionarse a este trabajo, se eligen los modelos de Vygotsky y Moreira teniendo en cuenta que tienen un gran potencial de adaptación para el entorno rural, ofrecen elementos interesantes, diferenciadores y actualizados, que incorporan teorías precedentes como las de Ausubel, además de estar enfocados específicamente hacia la enseñanza de las Ciencias (Moreira, 2006). Estos dos modelos permiten ir más allá de lo tradicional y guardan coherencia con las propuestas vigentes de enseñanza - aprendizaje de entidades nacionales como el Ministerio de Educación y el ICFES en las que prima el desarrollo de capacidades y competencias más que la transmisión de contenidos. Al apoyarnos en modelos de aprendizaje en el que se promueve el trabajo en equipo y el diálogo se puede crear un ambiente colaborativo en el que los estudiantes podrán sentirse más apoyados y motivados. Esto sin dejar de lado el acompañamiento y el soporte del profesor lo cual es fundamental para permitirles alcanzar otros niveles de desarrollo. En contextos vulnerables, donde los estudiantes pueden tener experiencias limitadas con el aprendizaje práctico, esta aproximación les permite conectar la teoría con la práctica y desarrollar habilidades críticas. Finalmente, si los estudiantes sienten la libertad de poder equivocarse y aprender de sus propios errores les ayudará no sólo en su desarrollo académico sino también personal, percibiendo así al aprendizaje como un proceso continuo.

La secuencia intenta entonces, promover un aprendizaje significativo y crítico que fomente la interacción social y la construcción activa del conocimiento. La mediación del profesor, la interacción social y la relevancia de los contenidos son aspectos que fortalecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, se presentan elementos clave integrados en la secuencia didáctica implementada en este trabajo en relación con lo planteado por Vygotsky y Moreira:

- Establecimiento de una Zona de Desarrollo Próximo: (Vygotsky). El profesor actuará como mediador facilitando la comprensión de conceptos difíciles como el electromagnetismo y la inducción electromagnética, ofreciendo apoyo y guía durante los experimentos.
- Interacción social: (Vygotsky) Los estudiantes trabajarán en equipos, lo que fomenta la discusión y el intercambio de ideas sobre los experimentos y conceptos.
- Lenguaje como herramienta de pensamiento: (Vygotsky). Se usarán vídeos, guías y experimentos como herramientas que faciliten la comprensión de conceptos complejos al generar discusión entre pares.
- Contexto Cultural: (Vygotsky). El aprendizaje está influenciado por el contexto cultural y social. La secuencia didáctica incorporará elementos culturales y prácticos que son relevantes para los estudiantes, como el uso de materiales de bajo costo para experimentos.
- Reconocimiento de Conocimientos Previos (Vygotsky y Moreira): En la secuencia didáctica, se realizará una prueba de conocimientos previos y se fomentará la reflexión sobre los contenidos aprendidos.
- Construcción Activa del Conocimiento: (Vygotsky y Moreira) La secuencia didáctica permitirá que los estudiantes experimenten, discutan y reflexionen sobre las experiencias prácticas
- Reflexión Crítica: (Moreira) Se generarán lluvias de ideas y discusiones sobre la viabilidad de algunos experimentos permitiendo a los estudiantes desarrollar un pensamiento crítico sobre los conceptos presentados.
- Relevancia y Aplicabilidad del Conocimiento: (Moreira): En la secuencia, se hace énfasis en la utilidad de los conceptos de electromagnetismo en la vida cotidiana, lo cual muestra la intención de generar un aprendizaje significativo crítico al generar conexión del nuevo conocimiento con la vida real y su aplicabilidad.
- Principio del cuestionamiento: (Moreira) Intercambio permanente de preguntas. En las discusiones generadas entre pares se incentiva a la formulación de preguntas más que a la solución de respuestas “correctas”
- Principio de La No Centralización en el libro de texto: (Moreira) La secuencia no se apoyará excesivamente en el libro de texto o en la guía porque pueden resultar estimuladores del aprendizaje mecánico, transmisores de verdades y certezas. Usará en cambio diversidad de materiales didácticos además de la guía tales como videos y diferentes experimentos

- Principio del aprendiz como perceptor/representador. (Moreira) La secuencia tiene en cuenta los aprendizajes previos del estudiante teniendo en cuenta que éste no percibe el mundo directamente, sino que lo representa internamente construyendo sus propios modelos mentales
- Principio del aprendizaje por el error. (Moreira) La secuencia tiene en cuenta que el estudiante aprende corrigiendo sus errores. Al debatir con sus pares y experimentar en cada una de las prácticas propuestas, los estudiantes se enfrentarán a la posibilidad de equivocarse, lo que no está mal. Por el contrario, es un ejercicio muy significativo porque se abre la posibilidad de que puedan desarrollar habilidades de aprender a aprender y a reconocer que no hay nada de malo en cometer errores porque existe la posibilidad de aprender a superarlos.
- Principio del desaprendizaje. (Moreira). Al discutir con sus pares acerca de los fenómenos y confrontar sus ideas previas al respecto con el resto del grupo, los estudiantes se verán motivados a corregir aquellas concepciones erróneas que les impide captar significados del nuevo conocimiento, es decir, aprenden a desaprender.
- Principio de la no utilización de la pizarra. (Moreira). La pizarra representa la enseñanza transmisiva. Por el contrario, la secuencia didáctica planteará utilizar distintas estrategias alejadas de la mera explicación a través de una pizarra, tales como guías didácticas, uso de material concreto, experimentación, material audiovisual y trabajo en grupo, lo cual garantizará la participación activa del estudiante.

## 2.3 Referente Conceptual-Disciplinar

La enseñanza de la electricidad y los principios que la sustentan es crucial en la formación científica y tecnológica de los estudiantes, especialmente en el contexto curricular del sistema educativo básico en Colombia. La palabra “electricidad” puede evocar una imagen de tecnología moderna compleja: luces, motores, electrónica y computadoras. Pero la fuerza eléctrica juega un papel aún más profundo en nuestras vidas. Giancoli (2015).

En el contexto educativo nacional el electromagnetismo constituye una parte fundamental de las mallas curriculares de Ciencias Naturales - Física especialmente en el grado undécimo en el que se aborda con cierto grado de profundidad temas como la Carga Eléctrica, Fuerzas y Campos Electromagnéticos e Inducción Electromagnética. Igualmente, en el grado noveno la malla curricular contempla contenidos de Circuitos

Resistivos Simples y sus interconexiones básicas (serie, paralelo y mixto), pero con un grado inferior de complejidad, contenido y abstracción.

En este contexto el Derecho Básico de Aprendizaje 2 (DBA 2) de Ciencias Naturales del grado once, busca familiarizar al estudiante con los fenómenos electromagnéticos: “Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera fuerzas magnéticas” y una de sus evidencias espera que el estudiante sea capaz de construir y explicar el funcionamiento de circuitos electromagnéticos simples: “Construye y explica el funcionamiento de un electroimán” MinEducación(2016).

Si consultamos los lineamientos curriculares encontramos en el componente de Conocimiento Científico Básico (Conocimiento de Procesos Físicos) para diferentes grados de formación que el contenido de Electricidad y Magnetismo está presente en todos los grados de la enseñanza secundaria. En la Tabla 2-1 podemos apreciar un consolidado:

**Tabla 2-1.** Consolidado lineamientos curriculares electromagnetismo por grados de escolaridad Colombia

Grado	Procesos de pensamiento y acción	Concepto
<b>DÉCIMO y ONCE</b>	En este grupo de grados se debe alcanzar el último nivel en los procesos de “pensamiento y acción”. El privilegio de la actitud teórica debe entonces ser de particular importancia en estos grados. Los temas que en estos cursos se exponen deben ser tratados desde las grandes teorías y fundamentarse en las leyes más generales. (...). Los temas tratados en cursos anteriores podrán ser retomados e integrados a los nuevos desde esta misma perspectiva teórica integradora, utilizando la terminología especializada del lenguaje “duro” de la ciencia y la tecnología.	Electricidad y magnetismo: El concepto de campo eléctrico y el de campo magnético. Relaciones cuantitativas entre carga, corriente, voltaje y resistencia. Inducción electromagnética. Campos electromagnéticos creados por corrientes. La producción de energía eléctrica como una forma de transformación de energía.
<b>SÉPTIMO, OCTAVO Y NOVENO</b>	En este grupo de grados debe alcanzarse como mínimo el octavo subnivel de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. El estudiante en estos cursos debe desarrollar la capacidad de construir nuevas teorías o de expresar algunas que ya conocía, utilizando modelos cuantitativos sencillos. El concepto de medida empieza a tomar importancia en la contrastación de las teorías y se va introduciendo progresivamente el lenguaje propio de la ciencia y la tecnología.	Electricidad y magnetismo: Inducción eléctrica. La corriente eléctrica. Los motores eléctricos. Circuitos electromecánicos. Los micrófonos y los parlantes. (...). Las cargas electrostáticas. Conceptos de corriente, voltaje y resistencia
<b>SEXTO</b>	En este grupo de grados se debe llegar mínimo hasta el sexto subnivel de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. En otras palabras, los estudiantes deben ser capaces de construir teorías acerca de los procesos físicos, químicos y biológicos. Las leyes que hacen parte de estas teorías deben ser expresadas cualitativamente. Las predicciones y el control que gracias a las teorías se puede ejercer sobre los procesos serán, en consecuencia, también cualitativos. Debe hacerse especial énfasis en la crítica de las teorías en función de la predicción y el control que permiten.	Electricidad y magnetismo: Circuitos simples con y sin interruptores. Las pilas y baterías. Circuitos con baterías. Cargas electrostáticas; los rayos y los pararrayos. Los electroimanes. La brújula.

La **corriente eléctrica** se refiere al flujo de carga eléctrica a través de un conductor, como un cable. Este fenómeno se produce cuando hay una diferencia de potencial eléctrico, es decir, un **voltaje**, entre dos puntos de un circuito. El voltaje es una medida de la energía requerida para mover una carga entre dos puntos en un campo eléctrico, manifestada como una diferencia de potencial que impulsa a los electrones, (que son las partículas cargadas negativamente en los átomos), a moverse en una dirección específica, creando así la corriente. Dicho de otro modo, el voltaje  $V$  entre dos puntos A y B está definido como el cambio en la energía  $W$  requerida para mover una carga  $q$  del punto A al punto B, es decir  $V = dw/dq$  (Joule / Coulomb = V). Por tanto, no necesariamente se requiere que haya una carga o una corriente, porque el voltaje se define como una medida de la energía que se requiere para mover esa carga. En términos muy simples podemos asimilar al voltaje como la "presión" que impulsa a los electrones a moverse a través de un conductor, como un cable.

Existen dos tipos principales de corriente eléctrica: la corriente continua (CC) y la corriente alterna (CA). En la corriente continua, los electrones fluyen en una sola dirección, mientras que en la corriente alterna, los electrones cambian de dirección periódicamente.

En términos sencillos, un **campo eléctrico** es una región del espacio donde una carga eléctrica experimenta una fuerza debido a la presencia de otras cargas. Este campo se representa mediante líneas de campo que indican la dirección y la intensidad de la fuerza que una carga de prueba positiva sentiría en ese punto del espacio.

La **carga eléctrica** se define como una propiedad fundamental de la materia que se manifiesta en la interacción entre partículas subatómicas. Existen dos tipos de carga: positiva y negativa, y la interacción entre ellas es lo que da origen a fenómenos eléctricos.

Una de las características más importantes de la carga eléctrica es que las cargas del mismo signo se repelen entre sí, mientras que las cargas de signo opuesto se atraen. Esta interacción es descrita por la ley de Coulomb, que establece que la fuerza  $F$  entre dos cargas  $q_1$  y  $q_2$  es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia  $r$  que las separa;

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

Donde k es la constante de proporcionalidad y se denomina constante de Coulomb.

La inducción electromagnética es un fenómeno fundamental en la física que fue descubierto por Michael Faraday en el siglo XIX. Este concepto se basa en la relación entre el magnetismo y la electricidad. Faraday formuló que un cambio en el flujo magnético a través de un circuito induce una fuerza electromotriz (fem) en el mismo. Es decir que un cambio en el flujo magnético genera una corriente eléctrica en un circuito. Esto significa que si hay un imán o un campo magnético que cambia en el tiempo, puede "crear" electricidad en un conductor, como un cable. **El flujo magnético** se refiere a la cantidad total de campo magnético que atraviesa una superficie. Se puede pensar en ello como una forma de medir la "fuerza" del campo magnético que pasa por un área específica. Ese **campo magnético** es una región en el espacio donde se ejerce una fuerza sobre partículas cargadas eléctricamente. Los imanes generan campos magnéticos, y este campo puede cambiar si, por ejemplo, movemos el imán o cambiamos la intensidad del campo.

Así entonces, el campo eléctrico es la región en la que una carga experimenta una fuerza, mientras que el campo magnético está relacionado con la fuerza ejercida sobre cargas en movimiento.

El flujo magnético  $\Phi_B$  se define matemáticamente como el producto del campo magnético B y el área A a través de la cual este campo atraviesa, considerando el ángulo  $\phi$  entre el campo y la normal a la superficie para un campo magnético constante:

$$\Phi_B = B A \cos(\phi) \quad (2)$$

Expresión que es válida para una espira (una vuelta de cable conductor).

Un cambio en este flujo ya sea por variaciones en la intensidad del campo magnético, el área del circuito, o la orientación del mismo, es lo que provoca la inducción.

Matemáticamente podemos decir que la **ley de inducción electromagnética de Faraday** establece que la magnitud de la fuerza electromotriz inducida  $E$  es proporcional a la tasa de cambio del flujo magnético:

$$E = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (3).$$

Donde  $\frac{d\Phi_B}{dt}$  es la tasa de cambio del flujo magnético y el signo negativo indica la dirección de la corriente inducida, conforme a **la ley de Lenz**, que establece que la corriente inducida siempre se opondrá al cambio que la produce.

La ley de inducción electromagnética de Faraday establece entonces que la cantidad de corriente inducida en un circuito es proporcional a la rapidez con la que cambia el flujo magnético a través de dicho circuito. Es decir, describe cómo un cambio en el flujo magnético puede inducir una fuerza electromotriz (FEM) en un circuito. En términos más simples, cuanto más rápido cambie el campo magnético, mayor será la corriente que se genera.

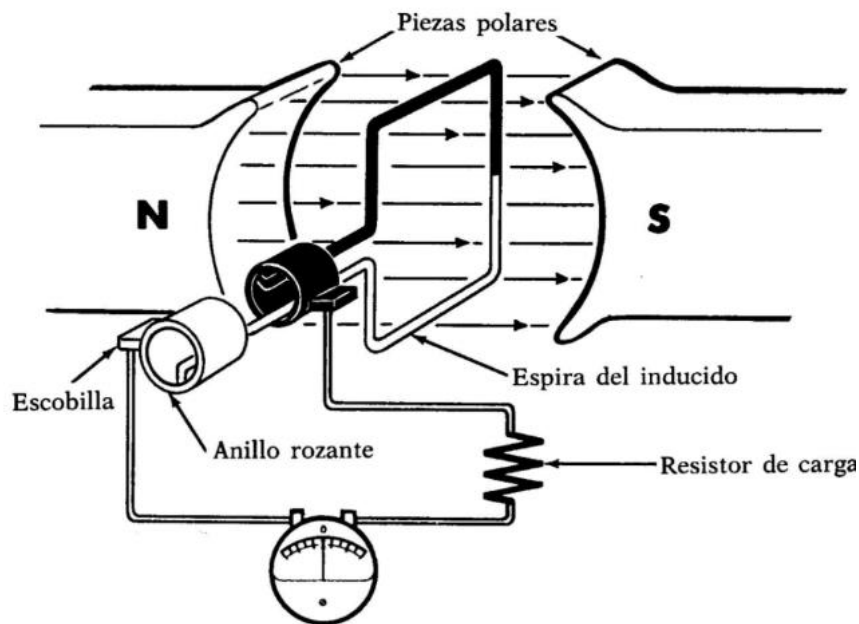
Es el principio de inducción electromagnética de Faraday el que fundamenta la generación de electricidad, un proceso que se ha convertido en la piedra angular de las tecnologías modernas, tal como se destaca en Giancoli (2015).

La **generación de energía eléctrica** es el proceso mediante el cual se convierte energía de diversas formas (mecánica, química, térmica) en energía eléctrica (RETIE, 2014). Este proceso no sólo es fundamental para el funcionamiento de la vida moderna, sino que también adquiere una relevancia especial en el contexto de la sostenibilidad y el desarrollo de soluciones energéticas para los desafíos globales que enfrentamos teniendo en cuenta que la demanda de energía será cada vez mayor a medida que crece la población y se expande la industria. (Turiel, 2022).

Un generador de energía eléctrica elemental está compuesto por una espira (una vuelta de cable) de hilo conductor colocada de modo que pueda girar dentro de un campo magnético uniforme. Si se utilizan contactos deslizantes apropiados que permitan conectar la espira a un circuito exterior, circulará una corriente a través de ese circuito y por la espira.

Las piezas polares son los polos norte y sur del imán que provee el campo magnético. La espira que gira en el interior del campo se llama inducido. Los extremos de la espira del inducido están conectados a aros llamados “anillos rozantes” que giran con el inducido. Los colectores de corriente, que se llaman “escobillas”, frotan contra los anillos rozantes para recoger la electricidad generada en el inducido y enviarla o encauzarla al circuito exterior. Valkenburgh (1978).

Figura 2-1. Generador elemental.



Tomado de: Valkenburgh (1978).

La espira está representada en la figura con forma rectangular, y cuando sus lados horizontales cortan transversalmente el campo magnético, se genera en ellos una FEM que origina una corriente que circulará por el circuito formado por la espira, los anillos rozantes, las escobillas, el amperímetro y el resistor de carga, todo ello conectado en serie.

La FEM generada en la espira, y por consiguiente la magnitud de la corriente que pasa por ella, dependerá de la posición de la espira con relación al campo magnético. Valkenburgh (1978), teniendo en cuenta la ecuación  $\Phi_B = BA \cos(\phi)$ .

Además de los generadores eléctricos, existen muchas más aplicaciones de la inducción electromagnética en la vida cotidiana entre las que podríamos mencionar: motores eléctricos (dispositivos que funcionan de manera inversa al generador eléctrico: transforman la energía eléctrica en energía mecánica), transformadores (dispositivos que cambian el voltaje mediante la inducción, permitiendo que la electricidad se transporte de manera más eficiente a largas distancias), cocinas de inducción (las cuales utilizan este principio para calentar ollas y sartenes directamente a través de campos magnéticos), trenes de levitación magnética (los cuales utilizan la inducción electromagnética para elevar y propulsar trenes reduciendo la fricción y permitiendo altas velocidades), antenas (las antenas de radio y televisión funcionan mediante la inducción electromagnética, capturando señales electromagnéticas en el aire y convirtiéndolas en señales eléctricas que pueden ser procesadas por receptores), etc.

Una aplicación un tanto particular son los dinamos de bicicleta los cuales permiten el encendido de luces delanteras y traseras sin necesidad de baterías. Aunque tanto el lenguaje cotidiano como los principales diccionarios permiten el uso de "dinamo" como sinónimo de "generador", los ingenieros eléctricos suelen reservar "dinamo" para describir un generador de corriente continua (CC). La mayoría de los dinamos de bicicleta son en realidad alternadores (generadores eléctricos), que producen corriente alterna (CA). Hadland, T. (2016).

**Figura 2.2.** Dinamo para bicicleta por fricción.



Recuperado febrero de 2025 en:

<https://aventurasenunabicplegable.blogspot.com/2014/05/iluminacion-para-la-bici-sin-cables-y.html>

Por último, los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del MEN, organizan mediante un objetivo (lo que se esperaría del estudiante al terminar el grado), un entorno (vivo, químico o físico), unas competencias específicas para cada entorno y un desarrollo de compromisos (MEN, 2006). Para el entorno físico de los grados sexto a séptimo, encontramos la siguiente competencia específica: “Verifico la acción de fuerzas electrostáticas y magnéticas y explico su relación con la carga eléctrica”. Y para los grados décimo a undécimo: “Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético”. De esta manera podemos inferir que tanto los DBA, los Lineamientos y los Estándares emanados por el MEN sugieren y establecen pautas para fortalecer la formación en electromagnetismo en los estudiantes de secundaria.

En países latinoamericanos como Chile, el currículum de las Ciencias Naturales resalta en sus indicadores la temática de la generación de energía desde un abordaje más pragmático. Se encuentra organizado por grados y ejes diferenciando entre Ciencias Naturales - Ciencias Físicas y Químicas, Ciencias Naturales - Física y Ciencias Naturales - Química. Para cada grado y eje se establece un objetivo de aprendizaje, así como unos indicadores.

En la Tabla 2-2 se muestra algunos objetivos e indicadores de interés para el grado 6to Básico:

**Tabla 2-2.** Objetivos e indicadores en electromagnetismo grado 6to básico Chile

Eje	Objetivos	Indicadores
<b>Ciencias Naturales</b> <b>Ciencias Físicas</b> <b>Químicas</b>	CN06 OA 08 - Investigar en forma experimental la transformación de la energía de una forma a otra, dando ejemplos y comunicando sus conclusiones	- Nombran aparatos de uso cotidiano en que se manifieste energía lumínica, sonora, eléctrica, calórica y cinética y describen los efectos que se producen en cada caso - Explican a partir de ejemplos el efecto y los cambios que produce la energía en los objetos y en los seres vivos. - Seleccionan y utilizan instrumentos que utilizan energía para su funcionamiento, de manera segura.
<b>Ciencias Naturales</b> <b>Ciencias Físicas</b> <b>Químicas</b>	CN06 OA 09 - Investigar en forma experimental la transformación de la energía de una forma a otra, dando ejemplos y comunicando sus conclusiones	Realizan experimentos que involucren situaciones en que se produzcan transformaciones entre energías: a Luminosa a calórica b Mecánica a eléctrica c Eléctrica a mecánica d Eléctrica a calórica e Luminosa a eléctrica
<b>Ciencias Naturales</b> <b>Física</b>	Investigar, explicar y evaluar las tecnologías que permiten la generación de energía eléctrica, como ocurre en pilas o baterías, en paneles fotovoltaicos y en generadores (eólicos, hidroeléctricos o nucleares, entre otros).	- Comprueban experimentalmente que del movimiento relativo entre un conductor eléctrico y un imán se obtiene una corriente eléctrica. - Explican aspectos básicos de cómo se genera electricidad en centrales eléctricas como las térmicas, hidroeléctricas, eólicas, geotérmicas, de biomasa, solares y fotovoltaicas, entre otras

En el currículo de Brasil por su parte, se aborda más ampliamente los fenómenos electromagnéticos y se les intenta dar un contexto más integral, considerando situaciones de tipo social, económico y tecnológico. Este currículo está determinado por grados de educación primaria y secundaria, discriminando entre contenidos y habilidades por grado y bimestre.

En la Tabla 2.3 se consolida la información contenida relacionada con electromagnetismo en el cuadro curricular de contenidos y habilidades de Física para el Estado de Sao Paulo:

**Tabla 2-3.** Contenidos y habilidades en electromagnetismo por año de escolaridad Brasil

Año /Bim	Contenidos/Habilidades
2do/4	<p>Habilidades:</p> <p>Identificar los principales medios de producción, propagación y detección de ondas electromagnéticas en la vida cotidiana. Explicar el funcionamiento básico de los equipos y sistemas de comunicación, como radio, televisión, telefonía celular y fibras ópticas, en base a las características de las ondas electromagnéticas.</p>
3ro/1	<p>Contenidos:</p> <p>Campos y fuerzas electromagnéticas. Propiedades eléctricas y magnéticas de materiales e interacción a través de campos eléctrico y magnético. Valores de corrientes, tensiones, cargas y campos en situaciones cotidianas.</p> <p>Habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar el campo eléctrico con cargas eléctricas y el campo magnético con cargas eléctricas en movimiento.</li> <li>• Reconocer las propiedades eléctricas y magnéticas de la materia y sus formas de interacción a través de campos.</li> </ul>
3ro/2	<p>Contenidos</p> <p>Equipamientos eléctricos: Campos y fuerzas electromagnéticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interacción eléctrica y magnética, el concepto de campo y las leyes de Oersted y las leyes de inducción de Faraday. Motores y generadores. • Constitución de motores y generadores, la relación entre sus componentes y las transformaciones de energía. Producción y consumo eléctrico.</li> <li>• Producción a gran escala de energía eléctrica en hidroeléctricas, termoeléctricas y viento; estimación de su balance costo-beneficio y sus impactos ambientales</li> </ul> <p>Habilidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las líneas del campo magnético y reconocer los polos magnéticos de un imán, a través de figuras dibujadas, mallas de hierro u otras representaciones. Representar el campo magnético de un imán usando un lenguaje icónico de puntos, guiones o líneas.</li> <li>• Identificar la relación entre la corriente eléctrica y el campo magnético correspondiente en términos de intensidad, dirección y sentido. Relacionar la variación del flujo del campo magnético con la generación de corriente eléctrica.</li> <li>• Reconocer la relación entre fenómenos eléctricos y magnéticos basándose en resultados de observaciones o textos históricos. Explicar el funcionamiento de motores y generadores eléctricos y sus componentes y los fenómenos e interacciones electromagnéticas correspondientes</li> <li>• Reconocer las transformaciones energéticas implicadas en motores y generadores eléctricos.</li> <li>• Identificar similitudes y diferencias entre procesos físicos en sistemas que generan energía eléctrica, como pilas, baterías, dinamos, generadores o centrales eléctricas</li> <li>• Identificar fases y/o características de la transformación energética en plantas de generación de energía eléctrica. Identificar y caracterizar los distintos procesos de producción de energía eléctrica.</li> <li>• Representar, a través de diagramas, la transmisión de electricidad desde las plantas hasta las cargas.</li> </ul>

De esta manera podemos observar que, si bien pueden existir diferencias en el diseño y ejecución, en el contexto latinoamericano existe un gran interés por fomentar la formación en electromagnetismo dentro de los currículos de la educación secundaria obligatoria. De los tres países analizados, es Brasil quien más incorpora contenidos y define habilidades que los estudiantes deberían desarrollar al estudiar electromagnetismo, además que en su currículo intenta integrar la parte técnica con otros ámbitos de la vida cotidiana de los estudiantes.

## 2.4 Referente Legal

A continuación, se presentan algunos lineamientos legales de la educación así como principios y documentos rectores que dan sustento a la importancia de la enseñanza del electromagnetismo en diferentes contextos internacionales, nacionales y locales.

**Tabla 2-4. Normograma**

Principio o documento rector	Descripción	Contexto
<b>Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS. Naciones Unidas</b>	ODS 7. (ONU) Energía limpia y no contaminante	La formación en energía eléctrica como el electromagnetismo es esencial para sentar las bases en el desarrollo de soluciones innovadoras que faciliten el acceso a energía limpia y sostenible, lo que a su vez puede ayudar a reducir la dependencia de tecnologías contaminantes, especialmente en comunidades vulnerables, alineándose con el ODS 7
<b>Educación para el Desarrollo Sostenible EDS. UNESCO</b>	EDS. Hoja de ruta 2030. Ámbito de acción prioritario 2 Transformación de los entornos de aprendizaje.	Indica la necesidad de transformar el entorno educativo para que la enseñanza sea más significativa y relevante, integrando principios de desarrollo sostenible y metodologías prácticas que conecten la teoría con la vida cotidiana, de modo que los estudiantes se conviertan en agentes de cambio capaces de desarrollar habilidades y un entendimiento profundo de conceptos complejos.
<b>Educación para el Desarrollo Sostenible EDS. UNESCO (Libro de consulta)</b>	Libro de consulta EDS. Tabla 1. Listado de algunas educaciones adjetivadas. Educación en Energía	Resalta la importancia de educar sobre temas de energía y propone temas y actividades para implementarse en el aula, con el objetivo de contribuir al cumplimiento del ODS 7.
<b>Pilares de la Educación. UNESCO</b>	Propone que la educación debe centrarse en cuatro pilares fundamentales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser	Fomentar un aprendizaje activo y significativo cobra gran importancia porque no sólo puede mejorar la comprensión de conceptos, sino que también forma individuos responsables y autónomos, preparados para enfrentar los desafíos del siglo XXI, especialmente en contextos educativos con recursos limitados.
<b>Ley 115 de 1994</b>	Por la cual se expide la ley general de educación. Fines de la educación (7 y 9)	Ordena que la educación se debe desarrollar garantizando el acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y el fomento de la investigación y debe promover el desarrollo de habilidades críticas y analíticas para impulsar el avance científico y tecnológico en beneficio del bienestar cultural y social del país.
<b>Ley 115 de 1994</b>	Por la cual se expide la ley general de educación. Objetivos de la educación (a,c y e)	La educación debe proporcionar una formación integral que incluya el acceso crítico y creativo al conocimiento, así como el desarrollo de habilidades de razonamiento y actitudes hacia la investigación.

**Tabla 2-4 (cont). Normograma**

Principio o documento rector	Descripción	Contexto
<b>Plan Nacional de Desarrollo PND</b>	Plan Nacional de Desarrollo PND. Currículos para la justicia social.	Señala que es fundamental contextualizar y simplificar la enseñanza en las instituciones educativas para lograr una educación más relevante y accesible, que empodere a los estudiantes y los conecte con su vida cotidiana, fomentando su participación activa y el desarrollo de habilidades prácticas y críticas.
<b>Plan Nacional de Desarrollo PND</b>	Plan Nacional de Desarrollo PND. Transición energética justa, segura, confiable y eficiente. Cierre de brechas energéticas	Indica que el gobierno nacional busca ampliar la cobertura energética mediante la participación de la sociedad y la implementación de energías limpias, incluyendo la autogeneración a pequeña escala. Por tanto, es fundamental enseñar electromagnetismo para formar profesionales capaces de innovar en tecnologías energéticas, además de fomentar una ciudadanía informada que contribuya a un futuro energético sostenible e inclusivo
<b>Conpes 3918</b>	Estrategia para la implementación de los ODS en Colombia	Colombia busca aumentar la cooperación internacional para mejorar el acceso a la investigación y tecnología en energía limpia, así como fomentar la inversión en infraestructura energética y tecnologías menos contaminantes, con el objetivo de lograrlo para el año 2030
<b>Conpes 4075</b>	Política de Transición Energética 2022	Colombia se ha posicionado como líder en transición energética en la región, implementando leyes y estrategias que promueven el uso de energías limpias y sostenibles, con un enfoque particular en la movilidad eléctrica y el aumento de la cobertura del servicio eléctrico
<b>Decreto 1403 de 2024. Ministerio de Minas y Energía</b>	Por el cual se modifica el Decreto 1073 de 2015, en relación con los lineamientos de política energética en materia de autogeneración y producción marginal	Busca eliminar las restricciones y monopolios para la autogeneración eléctrica. La formación en electromagnetismo y generación eléctrica es crucial para preparar a las nuevas generaciones en el entendimiento de los sistemas energéticos, fomentando su innovación y participación en la transición energética.
<b>Competencias científicas. ICFES</b>	Competencias para el área de Ciencias Naturales	Proponer métodos de enseñanza que involucren estrategias activas, para la comprensión de la física, su aplicación en la vida cotidiana y proponer prácticas sencillas que faciliten el aprendizaje, ayuda a fomentar las competencias científicas.

**Tabla 2-4 (cont). Normograma**

Principio o documento rector	Descripción	Contexto
<b>Derechos Básicos de Aprendizaje DBA. Ministerio de Educación Nacional</b>	DBA 2. Ciencias Naturales	Utilizar prácticas sencillas y materiales de bajo costo, permite a los estudiantes comprender de otra forma la ley de Faraday y los fenómenos electromagnéticos fomentando el aprendizaje a través de la experiencia práctica, cumpliendo con los objetivos del DBA 2.
<b>Estándares Básicos MEN</b>	Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. MEN	La secuencia didáctica propuesta permite a los estudiantes comprender mejor las fuerzas magnéticas y electromagnéticas a través de experimentos prácticos, lo que les ayuda a relacionar sus observaciones con las teorías aprendidas y a fortalecer su comprensión de estas interacciones en la realidad, alineándose con las competencias propuestas en los estándares básicos
<b>Lineamientos curriculares. MEN</b>	Lineamientos Curriculares para el área de Ciencias Naturales	Involucra conceptos de electromagnetismo de manera más amplia: desde circuitos eléctricos simples, hasta motores y generadores. Para formar estudiantes críticos y comprometidos con su entorno en el ámbito de las ciencias, es esencial contextualizar la enseñanza, emplear estrategias didácticas activas, desarrollar competencias científicas, considerar la inclusión y diversidad, y realizar una evaluación reflexiva de los aprendizajes.
<b>Plan de Desarrollo Departamental Antioquia</b>	Programa 3.1.4. Energía Accesible y no Contaminante. Componente 2.3 Educación y Cultura con Pertinencia y Calidad	Plantea la necesidad de mejorar la cobertura energética en las zonas rurales y garantizar una educación de calidad adaptada a estas comunidades, mediante la colaboración entre actores del sector eléctrico y la optimización de recursos para promover un aprendizaje equitativo
<b>Plan de Desarrollo 2024-2027 Municipio de Rionegro</b>	Componente 1. Educación	La SER busca mejorar la calidad y la cobertura de la educación mediante estrategias asequibles, inclusivas e innovadoras. La secuencia didáctica propuesta se alinea con este propósito, permitiendo acortar brechas de aprendizaje especialmente en zonas rurales incorporando materiales de bajo costo y prácticas sencillas.
<b>Malla Curricular</b>	Mallas Curriculares Instituciones Educativas del área de Ciencias Naturales - Física.	Incluyen un componente importante sobre electromagnetismo, que abarca desde circuitos eléctricos básicos hasta conceptos fundamentales como la carga eléctrica, los campos eléctricos y magnéticos, y la Ley de Inducción Electromagnética de Faraday

## 2.5 Referente Espacial

### **Caracterización espacial:**

La Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía IEGEM se encuentra ubicada en zona rural de la vereda Cabeceras de Llanogrande del corregimiento sur del municipio de Rionegro, Antioquia. La IEGEM, es de carácter público, mixto y recientemente está implementando la estrategia de jornada única orientada por el Ministerio de Educación Nacional hasta el noveno grado.

### **Misión**

La Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía propende por una educación integral, inclusiva, de calidad para la formación del ser a través del fortalecimiento de valores y desde una pedagogía basada en la filosofía de la Noviolencia, en completa armonía con la naturaleza, posibilitando así, el pleno desarrollo de la persona, la familia, la sociedad y el progreso de la región

### **Visión**

En el 2025 la Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía será líder en la construcción de procesos académicos de educación, inclusivos, sociales y afectivos, desarrollando competencias básicas, científico-tecnológicas, ciudadanas y laborales, fundamentadas en la cultura y pedagogía para la Noviolencia.

### **Principios de la institución:**

- Noviolencia: Pilar fundamental para una sociedad que construye la paz.
- Dignidad Humana: Todos los seres deben ser tratados según sus decisiones, intenciones o manifestaciones de consentimientos que redunden en su propio beneficio.
- Equidad: Igualdad de oportunidades partiendo de la inclusión y de su no discriminación. La persona respeta los derechos de los demás y da a cada quien lo que corresponde de una manera justa.

### **Modelo pedagógico**

La Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía IEGEM tiene una propuesta de modelo pedagógico social - desarrollista. Presenta un enfoque pedagógico integral que no sólo

busca la formación académica, sino también el desarrollo de habilidades sociales y valores que fomenten la convivencia pacífica (cultura de la No Violencia), la equidad, la responsabilidad social y el respeto por el entorno. Los aspectos relevantes de su propuesta pedagógica son:

- **Humanismo:** La propuesta educativa de la IEGEM se centra en el desarrollo integral del ser humano, enfatizando la formación de sujetos críticos, autónomos y solidarios. La filosofía de la "noviolencia" y la resolución pacífica de conflictos también refleja una perspectiva humanista que prioriza la dignidad y el bienestar de cada individuo dentro de la comunidad educativa.
- **Espíritu Científico:** El componente de investigación mencionado en el currículo sugiere una promoción del espíritu científico. La importancia de la investigación como mediación del conocimiento implica un enfoque crítico y analítico que fomenta la curiosidad y el pensamiento científico entre los estudiantes, alentando la construcción del conocimiento a través de la indagación.
- **Transformación social:** El currículo crítico-social promueve la construcción de conocimiento en contexto.
- **Compromiso con la Comunidad:** La IEGEM busca generar un impacto positivo en su comunidad, en particular en la vereda Cabeceras, Rionegro. Este compromiso con el entorno refleja la responsabilidad social de la institución y su intención de formar ciudadanos que contribuyan a la mejora de su contexto social.
- **Valores de Convivencia:** La promoción de valores como la tolerancia, la justicia y la equidad es fundamental para el desarrollo de un ambiente escolar saludable y respetuoso. Estos valores son esenciales para construir relaciones interpersonales basadas en el respeto y la colaboración.

#### **Contexto cultural:**

Rionegro, es un municipio que ha ido evolucionando rápidamente en materia de urbanismo e industrialización, sin embargo, aún conserva muchas tradiciones que reflejan la identidad paisa como las festividades religiosas y celebraciones populares. En las veredas se encuentran algunos mercados donde los agricultores venden sus productos, promoviendo

así la economía local y el consumo de alimentos orgánicos.

En el diagnóstico de la población presentado en el Plan de área de Lengua Castellana de la IEGEM (2025) encontramos información que nos permite caracterizar a los estudiantes de la institución y a sus familias. Dicho diagnóstico expresa que la vereda Cabeceras tiene una población mayoritariamente no nativa, compuesta en gran parte por familias flotantes que provienen de otras regiones. El nivel socioeconómico de los alumnos oscila entre uno y tres, y se observa una apatía hacia la educación, así como una falta de un proyecto de vida que busque mejorar su calidad de vida. En general, las familias priorizan el trabajo en actividades productivas en lugar de la educación, viéndola como una opción limitada para un futuro mejor. Las aspiraciones de los estudiantes suelen centrarse en empleos de mayordomía, agricultura o trabajos en restaurantes, limitando así sus oportunidades para mejorar su condición económica.

El documento también argumenta dentro de su contenido del contexto geosocial, que existe un riesgo asociado al consumo de sustancias psicoactivas, así como el consumo de alcohol, que es común en sus entornos familiares y sociales. También se presentan, de manera frecuente, problemas como los embarazos adolescentes, la deserción y el acoso escolar, incluyendo bullying y ciberacoso. Todos estos factores tienen un impacto directo en el rendimiento académico y las oportunidades laborales de los egresados.

## 2.6 Resumen del capítulo

En este capítulo se analizaron diversas investigaciones sobre la enseñanza de la inducción electromagnética y el electromagnetismo en contextos educativos, especialmente en escuelas secundarias. Se destacan estudios como el de Giliberti et al. (2022), que propone una secuencia didáctica en Italia para mejorar la comprensión de la fuerza electromotriz, y el de Jelacic et al. (2017), que sugiere un enfoque interactivo en Croacia debido a las dificultades de los estudiantes. También se menciona la integración de la educación STEM en Vietnam y el uso de tecnologías como Arduino en Colombia para facilitar el aprendizaje. Se sugieren modelos constructivistas que incorporen teorías contemporáneas de aprendizaje y se resalta la importancia de un currículo adecuado en la formación de competencias científicas. Se realiza una revisión normativa nacional que sustenta la secuencia didáctica implementada, así como una comparación entre algunos currículos

latinoamericanos del área de Ciencias Naturales - Física para el tema específico de electromagnetismo.

Adicionalmente se presentan dos enfoques principales en los modelos de aprendizaje: el conductismo y el constructivismo. El conductismo, representado principalmente por Frederic Skinner, se centra en la modificación del comportamiento a través del refuerzo positivo y negativo. Sin embargo, se cuestiona su enfoque por limitar la comprensión del aprendizaje humano, impactar negativamente la motivación intrínseca, ignorar la diversidad de estilos de aprendizaje y no considerar el desarrollo socioemocional.

Por otro lado, el constructivismo, representado por figuras como Jean Piaget, Jerome Bruner, Lev Vygotsky, David Ausubel, Reuven Feuerstein, Albert Bandura y Marco Antonio Moreira, promueve una visión más compleja del aprendizaje, donde los estudiantes construyen su conocimiento mediante la interacción con su entorno y el desarrollo de habilidades críticas. Cada uno de estos teóricos aporta conceptos valiosos, como las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget, el aprendizaje por descubrimiento de Bruner, la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky, el aprendizaje significativo de Ausubel, la modificabilidad cognitiva de Feuerstein, el aprendizaje social de Bandura, y la crítica social de Moreira. En conjunto, estos modelos resaltan la importancia de fomentar la autonomía, la curiosidad y la relevancia del contexto social en el proceso educativo.

Finalmente, se presenta el contexto de la institución educativa Gilberto Echeverri Mejía la cual busca fomentar una educación integral en un entorno vulnerable, en la que se pretende implementar esta secuencia didáctica, contribuyendo al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes a través de la enseñanza del electromagnetismo, aportando así a un desarrollo social más sostenible y a la formación de ciudadanos críticos.

Tanto en las secuencias didácticas como en las investigaciones se encuentra una tendencia en elementos diferenciadores tales como la integración de tecnología en la enseñanza, conexión con el contexto, modelos interactivos de aprendizaje, entre otros, enfatizando la necesidad de mejorar la comprensión de los conceptos de las Ciencias a través de metodologías de aprendizaje activo para superar barreras de la educación tradicional.

En conjunto, estos estudios sugieren que es fundamental diseñar estrategias didácticas que favorezcan la interacción, el pensamiento crítico y la conexión de conceptos abstractos con experiencias prácticas, con el fin de mejorar el aprendizaje en el área de Ciencias Naturales.

# CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo, se revisa el enfoque y el método a utilizar, así como los contenidos en electromagnetismo de la asignatura de Física para el grado once y se describen las actividades que se desarrollaron en la secuencia didáctica con los estudiantes de la IEGEM. Inicialmente se realiza una prueba de conocimientos previos para identificar la comprensión inicial de los estudiantes sobre temas como la Ley de Faraday, el electroimán, entre otros. La implementación de la secuencia didáctica se divide en cuatro sesiones. Cada sesión incluye la organización del grupo, la presentación de objetivos y la discusión de preguntas orientadoras que fomentan la indagación. Se llevan a cabo diversas actividades prácticas finalizando con la construcción de un sistema que transforma energía mecánica en energía eléctrica usando un generador dinamo de bicicleta.

Para lograr este propósito se plantearon una serie de experimentos con material de bajo costo que de una manera lógica y progresiva pudiera llevar a los estudiantes a construir un conocimiento básico acerca de la ley de inducción electromagnética de Faraday y la generación eléctrica.

Al concluir la secuencia didáctica, se aplica un test de conocimientos similar a la prueba inicial de conocimientos previos para ponderar el aprendizaje adquirido y evaluar la efectividad de la metodología.

A lo largo del proceso, se fomenta un ambiente de colaboración y debate entre los estudiantes, promoviendo así competencias científicas y una comprensión más profunda de los conceptos de electromagnetismo. Además, se detallan los costos de los experimentos, destacando la viabilidad económica de la propuesta educativa.

## 3.1 Enfoque

El enfoque de la secuencia didáctica propuesta es de tipo constructivista centrado en la participación activa del estudiante, la relación con sus conocimientos previos y la contextualización de los conceptos a través de experiencias prácticas y experimentales teniendo en cuenta principios orientadores de los modelos pedagógicos de Vygotsky y Moreira.

El enfoque está alineado también con la investigación-acción educativa en la que se busca mejorar la práctica educativa a través de la reflexión y acción de los propios educadores, centrándose en la resolución de problemas prácticos en el aula, e involucrando a los docentes en un proceso de mejora continua de su enseñanza.

Se trata de una estrategia activa, participativa y reflexiva, que busca transformar la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes mediante la indagación, la experimentación y la reflexión crítica. Los aspectos principales del enfoque adoptado en la secuencia son:

**1. Aprendizaje basado en la indagación y la experimentación:** Los estudiantes realizarán prácticas experimentales, como la visualización de líneas de campo magnético, construcción de electroimanes y generación de electricidad con dinamos, fomentando el descubrimiento activo y la construcción de conocimientos a partir de la experiencia directa.

**2. Uso de preguntas orientadoras y reflexión:** Cada actividad iniciará con preguntas que motiven la indagación, y al final se pedirá a los estudiantes que saquen conclusiones, promoviendo la autorreflexión crítica sobre los fenómenos estudiados.

**3. Interacción y colaboración:** Se organizarán equipos, debates y discusiones de los resultados obtenidos fomentando un ambiente de colaboración y construcción conjunta del conocimiento.

**4. Conexión con conocimientos previos y contexto real:** La propuesta tiene en cuenta el entorno social y económico de los estudiantes; se usarán materiales de bajo costo vinculando los contenidos con su realidad, con la finalidad de emancipar y liberar a los estudiantes mediante un conocimiento significativo y contextualizado. Lo significativo será reforzado con una secuencia de experimentos que irán desde prácticas muy sencillas hasta prácticas más complejas, con lo cual el conocimiento nuevo se relaciona de manera significativa con el conocimiento previo, y no de manera arbitraria.

**5. Evaluación formativa y sumativa:** Se realizará una evaluación de conocimientos previos y un test final para valorar el aprendizaje, pero además se promoverá la reflexión sobre los resultados y el funcionamiento de los experimentos.

## 3.2 Método

La secuencia didáctica se adapta a un método crítico social al desarrollarse a través de varias acciones que permiten a los estudiantes reflexionar, cuestionar y analizar los contenidos y procedimientos relacionados con la enseñanza del electromagnetismo, en particular la ley de inducción electromagnética y la generación eléctrica, desde una perspectiva crítica y contextualizada. A continuación se explican los momentos en los que se desarrolla el método:

**Momento 1. Reflexión sobre la viabilidad y realismo de los experimentos:**

Presentación de videos introductorios. Los estudiantes observarán algunos videos introductorios con experimentos y analizarán críticamente si los resultados mostrados son viables, si corresponden a la realidad o si hay aspectos que podrían modificarse para mejorar su funcionamiento. Por ejemplo, los estudiantes cuestionarán la construcción de circuitos de energía infinita, analizarán la intensidad de luz en los experimentos y discutirán la viabilidad técnica y física de los procedimientos mostrados.

**Momento 2. Indagación y cuestionamiento durante las actividades prácticas:**

Se realizarán actividades experimentales, como el campo magnético y el electroimán, durante las cuales los estudiantes no solo realizarán las prácticas, sino que también comentarán, cuestionarán y analizarán los fenómenos observados. Preguntas como “¿De qué manera podemos hacer visible el campo magnético?” o “¿Por qué algunas limaduras se juntan y otras se separan?” fomentarán la reflexión crítica sobre los conceptos físicos y su relación con el contexto.

**Momento 3. Diálogo y discusión en el aula:**

El docente promoverá espacios de discusión donde los estudiantes expresen sus ideas, objeciones y conclusiones, generando un ambiente de debate crítico. Por ejemplo, al analizar los videos y los experimentos, los estudiantes podrán expresar desacuerdos, propuestas de cambios o justificaciones, lo que favorece una actitud reflexiva y cuestionadora.

**Momento 4. Formulación de preguntas y reflexión sobre principios científicos:**

A lo largo de la secuencia, se fomentará que los estudiantes generen sus propias preguntas sobre los fenómenos, lo que desarrolla una actitud crítica frente a la adquisición pasiva del conocimiento y promueve una comprensión activa y contextualizada.

### **Momento 5. Análisis de los resultados y utilidad social:**

La evaluación de los conocimientos y las actividades realizadas incluye la reflexión sobre la utilidad de los experimentos en la vida cotidiana, su aplicabilidad y los posibles impactos sociales, promoviendo una visión crítica del conocimiento científico como una herramienta para transformar y comprender su contexto social.

### **3.3 Instrumento de recolección de información y análisis de información**

Las fuentes primarias y secundarias utilizadas para la recolección de información son las siguientes:

#### **Fuentes primarias:**

1. La prueba de conocimientos previos aplicada a los estudiantes antes de iniciar la secuencia didáctica, que permite obtener información directamente de los estudiantes sobre su comprensión inicial de conceptos como la Ley de Faraday, el electroimán, fuerzas entre cargas, etc.
2. El registro fotográfico de las actividades, experimentos y prácticas realizadas por los estudiantes durante las sesiones, que proporcionan datos directos sobre su participación, comprensión y resultados en las prácticas experimentales.
3. Las conclusiones y respuestas de los estudiantes durante las sesiones, debates y experimentos, que reflejarán en primera mano su nivel de comprensión y razonamiento.
4. La evaluación final (test de conocimientos) que mide los aprendizajes alcanzados tras la intervención educativa.

#### **Fuentes secundarias:**

1. La revisión de contenidos en electromagnetismo de los materiales curriculares y mallas de la asignatura de Física, que sirven como base teórica y conceptual para diseñar la secuencia didáctica y comprender los temas abordados.
2. Los datos y costos de los experimentos, que provienen de fuentes comerciales, sitios web, y materiales reciclados o de talleres, que sirven como información secundaria para la planificación y viabilidad económica del proyecto.

Para clasificar, registrar, analizar e interpretar la información recolectada en la secuencia, se utilizará un componente cualitativo y cuantitativo complementario, fundamentado en

técnicas empíricas y teóricas, que permitan dar respuesta a los objetivos específicos planteados.

El proceso de clasificación, registro, análisis e interpretación de la información recolectada en el desarrollo de la unidad didáctica se diseñó sistemáticamente para que permitiera evaluar el impacto de la propuesta pedagógica en el aprendizaje de los estudiantes del grado undécimo en la IE Gilberto Echeverri Mejía. Las etapas de este proceso son:

### **1. Clasificación de la información**

La información recolectada se divide en dos categorías principales:

- a. Resultados de la evaluación de conocimientos previos
- b. Resultados de la prueba final de conocimientos

Este criterio de clasificación responde a la necesidad de comparar el estado inicial de comprensión de los estudiantes con el nivel alcanzado tras la implementación de la secuencia didáctica, permitiendo así valorar la efectividad de la didáctica.

### **2. Registro de los datos**

Se utilizará una hoja de cálculo en Excel para registrar sistemáticamente los datos de ambas evaluaciones. Cada respuesta será valorada según una rúbrica basada en una escala de Likert de 4 niveles, donde:

- 4 = Describe completamente el concepto (100 puntos)
- 3 = Describe el concepto, pero introduce al menos un error. (70 puntos)
- 2 = Describe con múltiples errores (50 puntos)
- 1 = No describe o describe erróneamente en su totalidad (10 puntos)

Este sistema de valoración permite cuantificar de manera objetiva el nivel de comprensión de los estudiantes en cada respuesta y facilita el análisis estadístico posterior.

### **3. Análisis de los datos**

Se emplearán técnicas estadísticas descriptivas y análisis gráfico utilizando las funciones de Excel, incluyendo:

- Cálculo de la media y desviación estándar para evaluar el rendimiento general del grupo en ambas pruebas.

- Generación de gráficos de barras para visualizar la distribución de valoraciones por pregunta, identificando áreas de mayor dificultad o comprensión.
- Análisis comparativo de aciertos y errores entre la evaluación inicial y final para determinar la evolución en el aprendizaje.

Este procedimiento permite identificar patrones, detectar preguntas que generaron mayor dificultad y evaluar la mejora en el desempeño de los estudiantes.

#### **4. Interpretación de la información**

La interpretación se realizará contrastando los resultados estadísticos con la literatura teórica sobre aprendizaje significativo y de interacción social, así como con los objetivos específicos del proyecto. Se analizará la manera en la que la implementación de la secuencia didáctica puede influir en la comprensión conceptual del principio de inducción electromagnética, considerando tanto los aspectos cuantitativos (mejoras en calificaciones y distribución de valoraciones) como cualitativos (notas observacionales sobre la participación y actitudes de los estudiantes).

Se buscará responder a preguntas clave como:

- ¿Qué conceptos mostraron mayor dificultad inicialmente?
- ¿En qué aspectos se evidenció mayor progreso tras la intervención?
- ¿Cómo se relacionan los resultados con los principios del aprendizaje significativo y las estrategias didácticas empleadas?

Para la presentación de los resultados se incluirán tablas que muestran la distribución de valoraciones por pregunta, gráficos que ilustran la evolución en las respuestas y estadísticas descriptivas que resumen los cambios. Además, se acompañará con análisis interpretativos que contextualizan los datos, resaltando los logros y las áreas que requieren mayor atención.

Este proceso de recolección y análisis de información combina técnicas cuantitativas y cualitativas, fundamentadas en la investigación-acción, para asegurar una evaluación completa y rigurosa del impacto de la secuencia didáctica. La utilización de instrumentos como escalas de valoración, hojas de cálculo y análisis estadístico permite objetividad y precisión en los resultados, mientras que la interpretación contextualizada facilita

comprender las implicaciones pedagógicas y ajustarlas a las necesidades de la institución.

Las técnicas a utilizar en la secuencia didáctica están basadas en la experimentación y la indagación mediante actividades prácticas y constructivistas enmarcadas en principios de los modelos pedagógicos de Moreira y Vygotsky. Se fundamentan en promover la participación activa de los estudiantes a través de la realización de experimentos con materiales de bajo costo, que les permitirán explorar y comprender de manera significativa los conceptos del electromagnetismo, especialmente el principio de inducción electromagnética.

Específicamente, se implementarán las siguientes técnicas dentro de la secuencia:

1. Evaluación formativa y sumativa: Se realizarán pruebas de conocimientos antes y después de la secuencia para evaluar el aprendizaje, además de las observaciones durante las prácticas.
2. Secuencia de actividades prácticas y experimentales: La secuencia se dividirá en varias prácticas experimentales (líneas de campo magnético, fuerzas entre imanes, electroimán, relé y generación eléctrica con dinamo), que permitirán a los estudiantes manipular, observar y analizar fenómenos físicos concretos.
3. Preguntas orientadoras y reflexión guiada: Antes de cada experimento, se plantearán preguntas para motivar la indagación, fomentando la curiosidad y el pensamiento crítico. Después de cada práctica, los estudiantes deben responder a estas preguntas y extraer conclusiones basadas en sus observaciones.
4. Trabajo en equipo y colaboración: La organización en grupos promoverá el debate, la discusión y la construcción conjunta del conocimiento, facilitando un aprendizaje más significativo.
5. Uso de recursos visuales y gráficas: La guía didáctica contiene ilustraciones y dibujos que apoyan la comprensión conceptual, complementando las actividades prácticas.
6. Retroalimentación y discusión: El docente acompañará todo el proceso, resolviendo

dudas, esclareciendo conceptos y promoviendo la reflexión sobre los resultados experimentales y su relación con los principios teóricos.

### 3.3 Descripción de la asignatura de Física grado once

En las mallas curriculares del área de Ciencias Naturales - Física encontramos diversos contenidos para el grado once. De manera general podemos encontrar temas como Fenómenos Ondulatorios, Gravitación, Óptica y Electromagnetismo. Algunas mallas incorporan también algunos contenidos de Física Moderna como la Relatividad. Esta formación teórica siempre va acompañada por unos logros o indicadores mínimos que el estudiante debería desarrollar a lo largo del período académico como los Derechos Básicos de Aprendizaje y las competencias científicas tales como la indagación, la explicación de fenómenos y el uso comprensivo del conocimiento científico.

El contenido de electromagnetismo a su vez cuenta con subcontenidos más específicos como Carga Eléctrica, Campo Eléctrico, Circuitos Eléctricos Resistivos, Campo Magnético, Inducción Electromagnética y Ondas Electromagnéticas

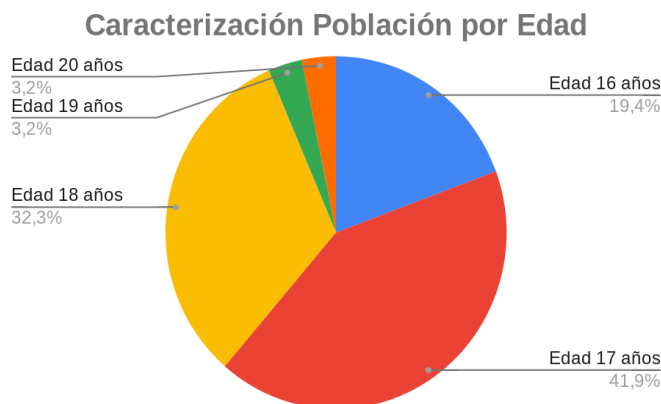
### 3.4 Caracterización de la Población

La secuencia didáctica se implementa en un grupo de 31 estudiantes pertenecientes al grado undécimo. El grupo de estudio del grado once inicialmente comienza con 35 estudiantes, sin embargo, por diferentes motivos de inasistencia a clases (calamidades, enfermedad, etc.), la secuencia didáctica la desarrollan y culminan satisfactoriamente un total de 31 estudiantes compuesto por 17 hombres y 14 mujeres. Con edades comprendidas entre los 16 y los 20 años, tal como se muestra en la Tabla 3-1:

**Tabla 3-1.** Total estudiantes por edad

Estudiantes edad 16 años	6
Estudiantes edad 17 años	13
Estudiantes edad 18 años	10
Estudiantes edad 19 años	1
Estudiantes edad 20 años	1
<b>Total estudiantes</b>	<b>31</b>

**Figura 3-1. Porcentaje de la Población por Edad.**



En la gráfica observamos que las edades de mayor prevalencia son 17 y 18 años, con un 41,9 % y un 32,3% respectivamente.

Para desarrollar el presente trabajo se gestionó el aval respectivo ante la rectoría de la IEGEM el cual fue enviado a la dirección de área curricular del posgrado. Adicionalmente, se realizan los consentimientos informados por parte de los acudientes en el que autorizan la realización de la secuencia didáctica y la recogida y uso de datos de los estudiantes. Además, para desarrollar la secuencia didáctica no se solicitó un aval ético porque este trabajo no requirió la recolección de información sensible, ni de intervenciones médicas, ni psicológicas, sino interacciones didácticas convencionales en un aula de clase de ciencias naturales.

Los estudiantes generalmente habitan la vereda de Cabeceras de Llanogrande, siendo en su mayoría hijos de personas que se dedican a la agricultura y la mayordomía. Sus padres tienen un nivel medio-bajo de escolaridad. El sector en el que habitan es tranquilo y de costumbres tradicionales que caracterizan a la población del municipio, el departamento y el país en aspectos como la religión y los eventos comunitarios.

### 3.5 Evaluación de Conocimientos Previos

A continuación, se relaciona la prueba de conocimientos previos que se realizó a los estudiantes antes de abordar la secuencia didáctica, tal cual se entregó a los estudiantes:

## Evaluación de Conocimientos Previos

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía

Rionegro, Antioquia

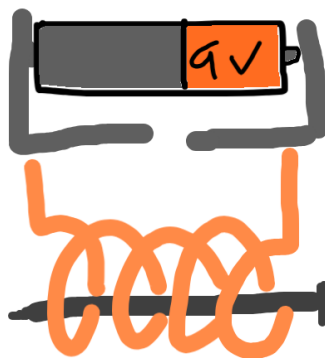
Física

Docente: Johnny A. Jlménez

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Identificar los aprendizajes previos en los estudiantes del grado undécimo sobre los fenómenos electromagnéticos

1. Describa en qué consiste la Ley de Faraday
2. Describa en qué consiste un electroimán
3. ¿De qué manera la distancia afecta la fuerza de atracción entre las cargas eléctricas?
4. Explique qué tipo de fuerzas pueden asociarse al acercarse un imán a una hoja de papel
5. Utilizando un dibujo explique la forma de la onda que tiene el voltaje de alimentación en tu hogar indicando sus magnitudes
6. Explique qué sucede si se coloca un imán de manera estática cerca de una bobina. Justifique su respuesta
7. Considere el siguiente montaje compuesto por una pila de 9V conectada a una bobina envuelta en un clavo de hierro:



Explique qué sucedería si se acerca al clavo algún objeto metálico como un clip o una aguja

8. Explique qué puede suceder si se acerca un imán a una brújula. Justifique su respuesta

9. Describa dos formas para generar energía eléctrica

10. Explique cómo funciona un generador de una bicicleta

### 3.6 Secuencia Didáctica

La secuencia didáctica se realiza en cuatro sesiones (dos sesiones de una hora y dos sesiones de dos horas) y cuatro fases (lluvia de ideas a partir de la presentación de dos videos introductorios, prueba de conocimientos previos, desarrollo de la guía didáctica y un test final de conocimientos). El propósito de los videos introductorios es motivar al aprendizaje y generar en los estudiantes un espíritu de indagación y una posición crítica. Además, que tiene la pretensión de incentivar un interés por las actividades subsiguientes.

En cada sesión se realiza las siguientes actividades:

- Organización de los estudiantes por equipos de cuatro o cinco personas.
- Facilitación de la guía didáctica.
- Explicación del objetivo de la sesión.
- Reflexión de la pregunta orientadora de cada experimento.

- Revisión de materiales traídos por los estudiantes.
- Explicación de la práctica a desarrollar.
- Acompañamiento del profesor durante el desarrollo de la guía didáctica.

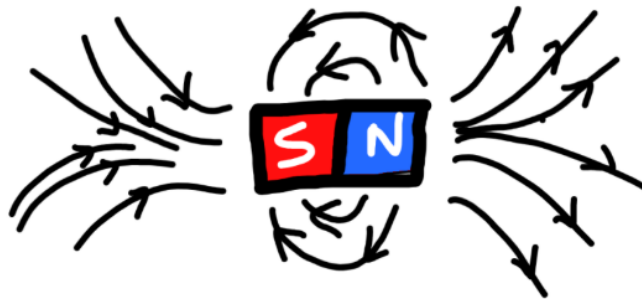
La guía didáctica entregada a los estudiantes fue diseñada de una forma muy gráfica, sencilla e ilustrativa con dibujos a mano alzada a color, de tal manera que tuviera un texto mínimo. Incluye una pregunta orientadora antes de abordar cada práctica con el fin de que pudiera motivar y guiar al aprendizaje y una lista de materiales requeridos para desarrollarla. A continuación se explica la guía.

### 3.6.1 Practica experimental #1. Líneas de campo magnético

En esta actividad de la guía didáctica se pretende tener un primer acercamiento a los campos magnéticos. Los estudiantes experimentarán con imanes y podrán hacer “visible” los campos que generan. La pregunta orientadora de esta experiencia es:

¿De qué manera podemos hacer visible el campo magnético de un imán?

El apoyo visual presentado para esta experiencia:



Los materiales requeridos para desarrollar esta experiencia:

1. Un imán
2. Una lámina de acetato u hoja de papel tamaño A4
3. Limaduras de hierro

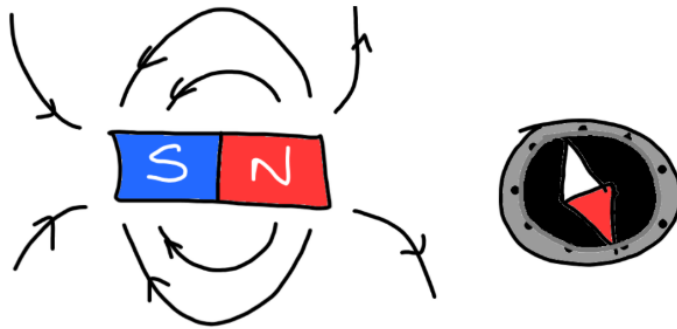
### 3.6.2 Práctica experimental #2. Fuerzas entre 2 imanes

En esta actividad de la guía didáctica se pretende llevar al estudiante a la visualización de la interacción entre dos campos magnéticos distintos: el de un imán y el de la Tierra. Los estudiantes experimentarán con imanes y brújulas pudiendo apreciar los efectos que un imán de una masa muy pequeña puede ejercer sobre un instrumento que permite conocer la orientación de los campos magnéticos terrestres como una brújula, identificando de esta manera una polarización magnética (Norte y Sur) que existe en nuestro entorno.

La pregunta orientadora de esta experiencia es:

¿Cómo podemos reconocer cuando dos imanes se atraen o se repelen?

El apoyo visual presentado para esta experiencia:



Los materiales requeridos para desarrollar esta experiencia:

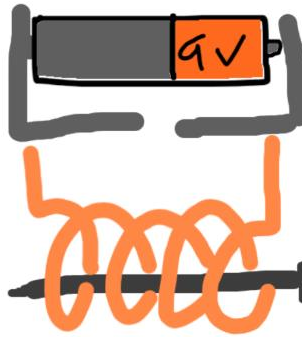
1. Un imán
2. Una Brújula

### 3.6.3 Práctica experimental #3. El electroimán

En esta actividad se pretende evidenciar la interrelación que existe entre electricidad y magnetismo. El estudiante a partir del electroimán podrá evidenciar como al hacer pasar una corriente a través de un cable conductor, se genera un campo magnético alrededor de éste. La pregunta orientadora de esta experiencia es:

¿Podemos generar magnetismo a partir de la electricidad?

El apoyo visual presentado para esta experiencia:



Los materiales requeridos para desarrollar esta experiencia:

1. Un clavo de hierro de 4"
2. 5m de cable esmaltado AWG 18 o 16
3. Cinco clips o cinco puntillas
4. Una batería de 9Vdc

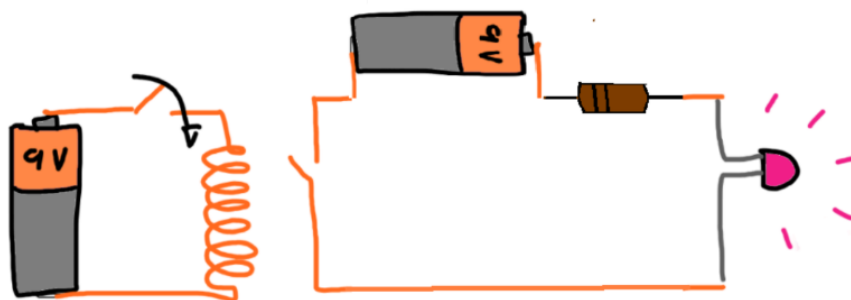
### 3.6.4 Práctica experimental #4. El relé

En esta práctica se pretende familiarizar al estudiante con dispositivos eléctricos de amplio uso en la industria que incorporan el mismo principio del electroimán. Este dispositivo por ejemplo permite la activación de un circuito eléctrico de potencia que funciona con un voltaje elevado y corriente alterna, a partir de un circuito eléctrico de control que funciona con un voltaje mucho menor y con corriente directa.

La pregunta orientadora de esta experiencia es:

¿Qué aplicaciones puede tener el electromagnetismo?

El apoyo visual presentado para esta experiencia:



Los materiales requeridos para desarrollar esta experiencia:

1. Dos baterías de 9Vdc
2. Un relé 9Vdc
3. Una resistencia de 330 Ohm
4. Un LED
5. Un interruptor
6. Cables de conexión

### 3.6.5 Práctica experimental #5. Generación eléctrica (máquina rotativa)

En ésta última práctica se lleva al estudiante a construir un sistema sencillo en el que pueda evidenciar cómo trabaja un mecanismo que funciona a partir de la ley de inducción electromagnética de Faraday. Con la ayuda de una bicicleta, una dinamo y un monitor los estudiantes podrán apreciar cómo la energía mecánica se convierte en energía eléctrica al hacer mover las espiras en el interior del campo magnético de un imán permanente.

Las preguntas orientadoras de esta experiencia son:

¿Es posible transformar la energía mecánica en electricidad?

¿Es posible generar electricidad a partir del magnetismo?

Esta experiencia no contiene apoyo visual

Los materiales requeridos para desarrollar esta experiencia:

1. Una bicicleta
2. Base para bicicleta
3. Generador dinamo para bicicleta
4. Un PC con el software Arduino instalado

### 3.6.6 Test Final de Conocimientos

Con el objetivo de no sesgar los resultados obtenidos, al finalizar la presente secuencia didáctica se realiza un test de conocimientos que contiene las mismas preguntas que la prueba de conocimientos previos. La estructura del test es como sigue:

## Evaluación Electromagnetismo. Generación Eléctrica y Principio de Faraday

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía

Rionegro, Antioquia

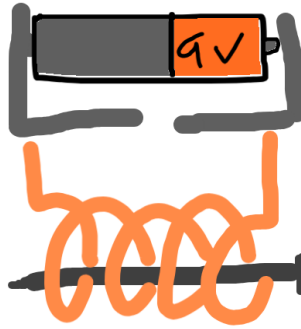
Física

Docente: Johnny A. Jiménez

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Objetivo: Identificar los aprendizajes adquiridos en los estudiantes del grado undécimo sobre los fenómenos electromagnéticos.

1. Describa en qué consiste la Ley de Faraday
2. Describa en qué consiste un electroimán
3. ¿De qué manera la distancia afecta la fuerza de atracción entre las cargas eléctricas?
4. Explique qué tipo de fuerzas pueden asociarse al acercar un imán a una hoja de papel
5. Utilizando un dibujo explique la forma de la onda que tiene el voltaje de alimentación en tu hogar indicando sus magnitudes
6. Explique qué sucede si se coloca un imán de manera estática cerca de una bobina. Justifique su respuesta
7. Considere el siguiente montaje compuesto por una pila de 9V conectada a una bobina envuelta en un clavo de hierro:



Explique qué sucedería si se acerca al clavo algún objeto metálico como un clip o una aguja

8. Explique qué puede suceder si se acerca un imán a una brújula. Justifique su respuesta

9. Describa dos formas para generar energía eléctrica

10. Explique cómo funciona un generador de una bicicleta

### 3.7 Implementación de la Secuencia Didáctica

La implementación de la secuencia didáctica se realizó en cinco sesiones los días 16, 23, 28 de octubre, 06 y 07 de noviembre.

**Fecha: 16 Octubre 2024 (Sesión uno - dos horas)**

**Aplicación prueba conocimientos previos**

#### **Agenda**

- Inicio. Saludo, llamado de asistencia y bienvenida
- Momento 1. Introducción a la Secuencia Didáctica
- Momento 2. Elementos necesarios para realizar la Secuencia Didáctica
- Momento 3. Aplicación de Prueba de Conocimientos Previos
- Cierre. Compromiso para la siguiente sesión

En esta primera sesión el profesor aborda la introducción a lo que será la secuencia didáctica a implementar y el objetivo general que persigue:

“Diseñar e implementar una unidad didáctica para facilitar la enseñanza del principio de inducción electromagnética, utilizando componentes eléctricos de bajo costo, con estudiantes del grado undécimo de la IE Gilberto Echeverri Mejía”

Posteriormente el profesor da a conocer los elementos necesarios para construir los experimentos, los cuales deben conseguir para las siguientes sesiones con el fin de desarrollar por equipos cada una de las experiencias propuestas.

Adicionalmente les facilita la guía con toda la secuencia didáctica y explica de manera general en qué consiste.

Finalmente, el profesor procede a aplicar la Prueba de Conocimientos Previos en la cual explica de qué se trata. Relata que durante la aplicación de la Prueba de Conocimientos Previos ellos pueden sentirse libres de contestar lo que se les ocurra, no es obligatorio tener algún conocimiento para desarrollarla. Aquellas preguntas en las que creen no tener ningún conocimiento pueden contestar las palabras “no sé”. Para esta prueba los estudiantes disponen de 40 minutos.

El compromiso para la próxima sesión de la secuencia es traer por equipos de cinco estudiantes todos los elementos necesarios para su desarrollo.

**Fecha: 23 Octubre 2024 (Sesión dos - Dos horas)**

### **Agenda**

- Inicio. Saludo, llamado de asistencia y presentación de objetivo de la sesión de clase
- Momento 1. Presentación de videos introductorios
- Momento 2. Lluvia de ideas a favor o en contra acerca de videos introductorios
- Momento 3. Experimentación con campos magnéticos
- Cierre. Compromiso: Traer el electroimán de la guía elaborado para continuar con la secuencia

El profesor comienza saludando al grupo, presenta el objetivo de la sesión y da un breve repaso acerca de la estructura de la secuencia didáctica y los elementos necesarios para realizarla. En el salón de clase se dispone de un monitor de televisor desde el cual el profesor presentaría los videos introductorios. Sin embargo, para ese día, ocurre una eventualidad debido a que por reformas que se dieron en el colegio en cuanto a dotación de tableros, dicho monitor había sido desmontado. Ante este suceso el profesor decide enviar los videos introductorios a los correos de los estudiantes para que lo puedan ver desde su celular dando indicaciones al respecto.

Los estudiantes se organizan por equipos de cinco personas alrededor de mesas de trabajo en las que se facilita la interlocución y debate entre pares. Los estudiantes deberán ver dos videos mientras piensan en responder a la pregunta: ¿Es viable lograr los resultados del experimento de la forma en que se muestra en los videos ?. Deben elaborar una conclusión tratando de explicar si están de acuerdo o no con el contenido de los mismos. Deben cuestionarse si los resultados mostrados en ellos son viables o no, si esperarían que funcionen o no, o si debería cambiarse algo para lograr su funcionamiento. Además, deben justificar su respuesta.

Se les indica que disponen de 15 minutos para esta tarea para luego escuchar sus opiniones y realizar una lluvia de ideas. Los estudiantes proceden a revisar los videos y preparan sus argumentos.

Transcurrido el tiempo previsto, el profesor da la palabra a los estudiantes. En general manifiestan estar de acuerdo en que los experimentos no tienen ningún problema en su implementación tal como se muestra en los videos manifestando algunas objeciones y argumentos.

Para el video 1. "Wow Electric Free Energy Generator 100% Using Magnet & Light Bulb 220V" los estudiantes expresaron:

1. "En el video de la lámpara no es posible que la situación se dé porque sería construir un circuito de energía infinita"
2. "El circuito si es viable y debería funcionar pero sólo por un momento y muy incómodo sostener el bombillo"

3. "Puede funcionar pero muy incómodo con el bombillo"
4. "Claro que funciona pero maluco sostener el bombillo"
5. "El bombillo si funciona pero no con la intensidad que le daría un toma corriente, es decir funciona con una intensidad más baja"

Para el segundo video no hubo comentarios.

Terminado el momento de lluvia de ideas se da paso a la secuencia didáctica. Para intentar lograr el objetivo, se dan instrucciones previas a los estudiantes motivándolos con la pregunta orientadora de cada uno de los experimentos e instándolos a que la respondan antes de proceder con cada experiencia. Además, se explica en detalle el procedimiento de cada experimento y la manera de disponer los elementos. El profesor va pasando por cada equipo resolviendo las inquietudes que se presentan durante la práctica acerca de la disposición de elementos y los resultados obtenidos. Al final de cada experimento los estudiantes deben sacar conclusiones, responder a la pregunta orientadora y dar una breve explicación de lo ocurrido basados en la introducción y asesoría del profesor y en lo observado por ellos mismos.

El profesor revisa los elementos traídos por los estudiantes y se da paso al experimento #1: "Líneas de campo magnético" .

Videos introductorios:

Video 1. [Wow Electric Free Energy Generator 100% Using Magnet & Light Bulb 220V](#)

[Wow Electric Free Energy Generator 100% Using Magnet & Light Bulb 220V](#)

Video 2

[ELECTRIFYING FUN WITH INDUCTION - ENGLISH - One apparatus, Many experiments.](#)

### **Experimento No 1. Líneas de campo magnético:**

Se explica el objetivo del experimento y se aclara inquietudes antes de proceder con la práctica.

Algunos equipos traen limadura aparentemente de acero, por lo que no obtienen los resultados esperados. El profesor sugiere prestar limaduras de hierro de otro equipo.

Preguntas y comentarios durante el experimento 1: “Profe ¿eso porque pasa? Unas limaduras se juntan y otras se separan, mire yo las junto y luego se separan”, “ ¡Ay! ¿se parece al campo magnético de la Tierra!”.

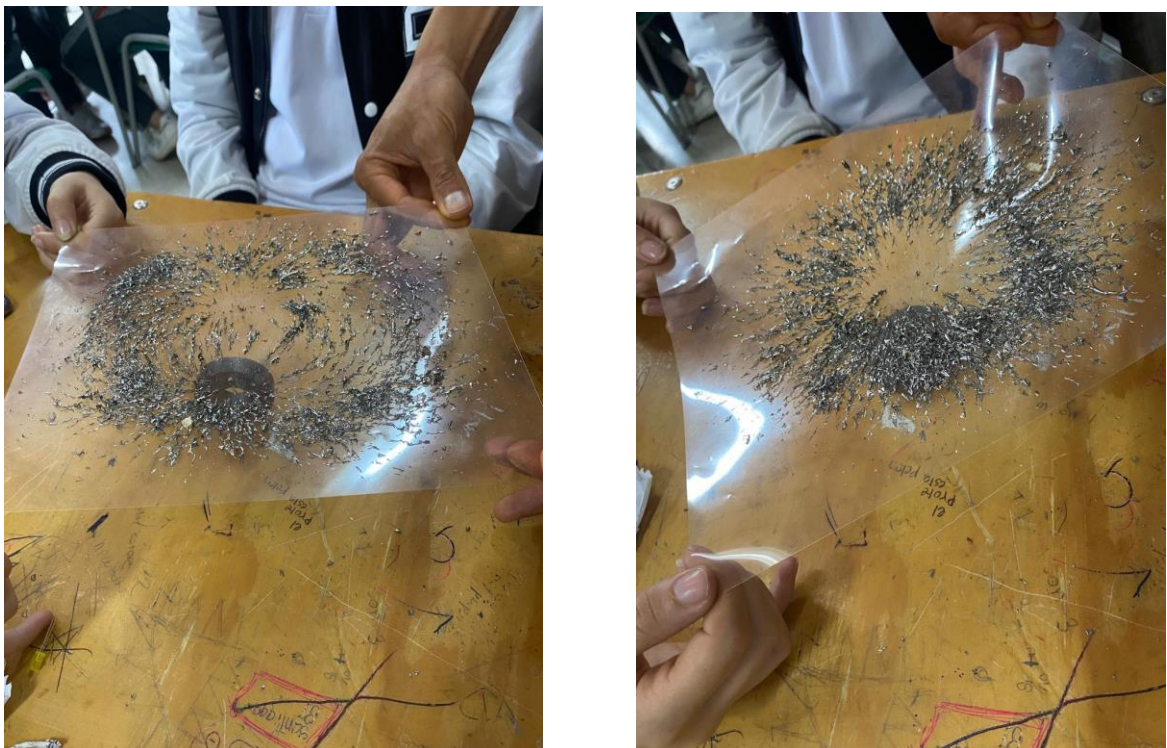
Los estudiantes alcanzan a visualizar un patrón en las limaduras de hierro proporcionado por el campo magnético del imán. Adicionalmente hubo comentarios como: “Profe ¿el mismo experimento no es la respuesta a la pregunta orientadora?”, “Durante el experimento pudimos evidenciar las líneas del imán como en el dibujo”.

Al comienzo de la actividad, algunos equipos de estudiantes no alcanzaban a notar los resultados porque colocaban demasiadas limaduras sobre el papel (o el acetato) o en un solo punto de éste, o porque acercaban demasiado el imán al acetato o ambas situaciones. Sin embargo, al realizar el experimento en una segunda oportunidad y de manera dosificada, pudieron lograr un resultado aceptable.

El profesor apoya a los equipos de trabajo hasta lograr reconocer un patrón definido y apreciable en las líneas de campo magnético del imán sobre el papel o el acetato.

En la figura 3-2, podemos apreciar un registro fotográfico de la experiencia 1.

**Figura 3-2.** Registro fotográfico de la experiencia 1. Líneas de Campo Magnético





### **Experimento No 2. Fuerzas entre 2 imanes:**

El profesor sugiere usar la brújula del celular para el experimento. Algunas brújulas del celular tuvieron que ser calibradas para su correcta operación.

Los estudiantes hacen comentarios como: “La brújula se va a descontrolar al acercar el imán”, “las ondas del imán interferirán con la brújula”, “No va a suceder nada”, “Ay que chévere, la brújula se mueve” “La brújula es desorientada por el imán que está más cerca de ella y percibe un campo más fuerte de este imán que el de los polos de la Tierra”. “La brújula se altera porque el imán tiene mucha fuerza magnética”

### **Experimento 3. El Electroimán**

Para el experimento #3. “El electroimán” el profesor explica en qué consiste una bobina y cómo se puede construir utilizando un clavo de hierro y cable esmaltado con el fin de que los estudiantes puedan elaborarla fuera de clase y proceder con su ejecución en la próxima sesión.

Para cerrar, el profesor indica traer elaborado el electroimán de la guía para continuar con la secuencia.

## **Fecha 28 Octubre (Sesión tres - Una hora)**

### **Agenda**

- Inicio. Saludo llamado de asistencia y presentación de objetivo de la sesión de clase
- Momento 1. Experimento #3 Revisión de bobinas elaboradas por los estudiantes
- Momento 2. Experimento #4. Experimentación con relé
- Cierre. Compromiso próxima sesión

El profesor repasa brevemente la explicación acerca de qué es una bobina, procede a describir para qué sirve este elemento, qué son espiras de una bobina y en qué equipos se usan (transformadores y motores por ejemplo). Usando este experimento el profesor enseña algunos fundamentos del electromagnetismo y la ley de Faraday tales como el concepto de campo electromagnético, líneas de flujo electromagnético, e inducción electromagnética.

Para esta sesión se había pedido a los estudiantes adelantar el montaje de la bobina sobre el clavo de hierro. La mitad del grupo lo había elaborado y la otra mitad tenía los componentes incompletos. A quienes la elaboraron se debieron realizar ajustes al montaje puesto que algunas bobinas por ejemplo, no tenían las espiras suficientes para producir un campo magnético considerable tal que permitiera apreciar el comportamiento del electroimán.

Durante esta sesión se corrigieron las bobinas.

Debido a la limitación de componentes y al avance heterogéneo en los estudiantes el profesor decide segmentar el trabajo entre los diferentes equipos de trabajo. Algunos equipos avanzan entonces en el experimento #3 y otros equipos en el experimento #4.

En el experimento #4. El relé, el profesor comienza indagando por conocimientos previos de los estudiantes acerca del término de relé. Luego explica qué es un relé y para qué sirve. Explica el circuito de la secuencia didáctica y la función que cumple el relé en él, haciendo énfasis en el fenómeno de inducción que tiene que ocurrir para que el circuito completo funcione. Plantea la pregunta “¿Cómo creen ustedes que el circuito 1 puede activar al circuito 2 si no hay conexión física o eléctrica entre ambos?”. Uno de los estudiantes responden: “Habría que intentar cerrar el segundo interruptor (el del relé) ”

pero no se les ocurre alguna idea para hacerlo. El profesor entonces insta a los estudiantes a enlazar con lo aprendido en el experimento #3. A partir de allí los estudiantes responden que tal vez con el magnetismo de un electroimán podrían activar el interruptor del relé. El profesor tiene la posibilidad de suministrar sólo 2 kits de circuito relé, los cuales fueron rotados por todos los equipos de trabajo durante la sesión. Para esta actividad se suministra a los estudiantes los elementos y se explica en detalle la función de cada uno de ellos. La explicación del funcionamiento general del circuito se presenta de manera magistral. El profesor detalla el montaje y los elementos acercándose a cada una de las mesas para mostrar con exactitud la forma en que se conectan y el principio de funcionamiento.

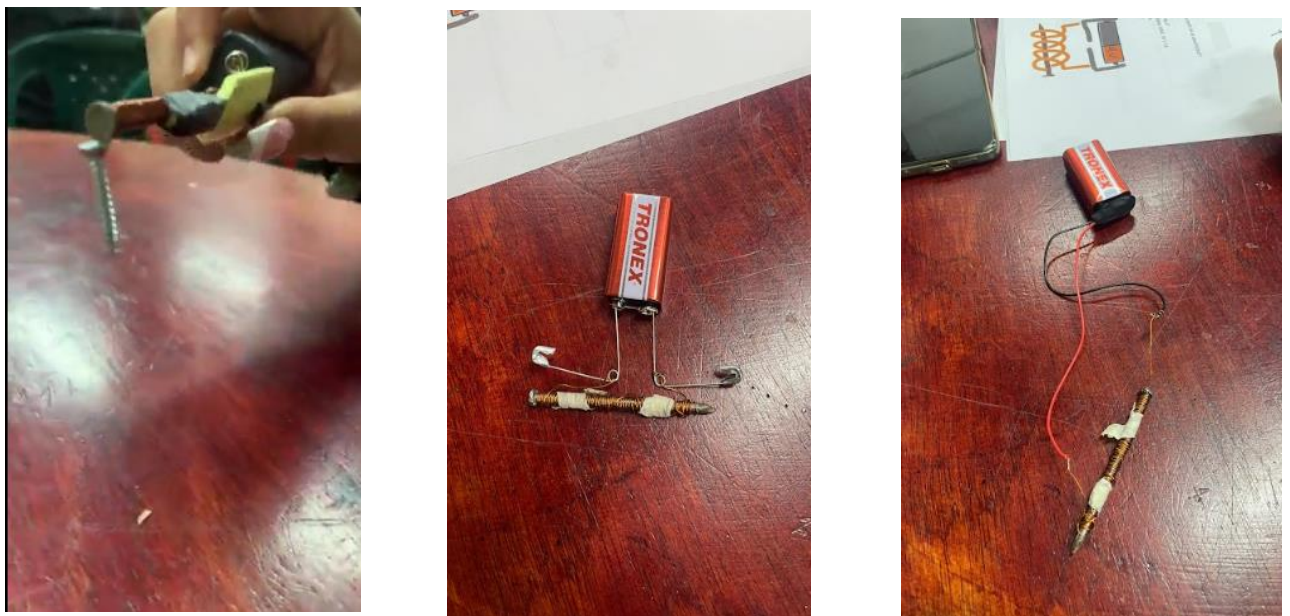
Los estudiantes tuvieron cierta dificultad para asociar el relé físico con la representación gráfica en el circuito presentado en el texto guía de la Secuencia Didáctica y solicitaron varias veces explicación en este sentido. Adicionalmente se repasan conceptos alrededor de la resistencia y el LED que los estudiantes ya conocían de grados anteriores. Se explica también el funcionamiento de la protoboard y su utilidad en la prueba de circuitos. Se resuelven inquietudes de los estudiantes acerca de su funcionamiento pasando por cada uno de los equipos de trabajo. Para esto se realiza un montaje básico paso a paso para la activación de un relé a través de un pulsador en compañía de ellos, usando el circuito representado en la guía de la secuencia didáctica. Los estudiantes van razonando a medida que se les hace preguntas y se va desarrollando la práctica demostrativa. En esa medida van construyendo ideas que sirven para ir resolviendo el circuito propuesto. Surgen preguntas como: "Profe ¿el puentear algo es seguro o tiene sus riesgos?" El profesor replica que en circuitos de baja corriente no es riesgoso como en este caso, pero en otro tipo de circuitos habría que tener mucha más precaución por la posibilidad que existe de cortocircuito o arcos eléctricos que pueden tener una gran magnitud y ocasionar lesiones a una persona.

A los estudiantes le surgen preguntas como: "¿Al circuito se le puede colocar en lugar del LED otro dispositivo distinto como un bombillo?" "¿Como podemos hacer para sostener la iluminación del LED?". Los estudiantes experimentan con LEDs de diferentes colores. "Podemos colocar varios LEDs?" "Con cuantos LEDs puede aguantar el circuito?" El profesor explica que dependería de la forma de conexión serie o paralelo.

Al finalizar la sesión todos los equipos terminan la experiencia #4. La experiencia #3 aún queda pendiente para 2 equipos de trabajo porque no lograron terminar la elaboración de la bobina con el cable esmaltado. Se les indica traer los elementos para la siguiente sesión y poder terminar este experimento. Adicionalmente se les sugiere reflexionar acerca de la pregunta orientadora del experimento #5. Generación Eléctrica (Máquina rotativa).

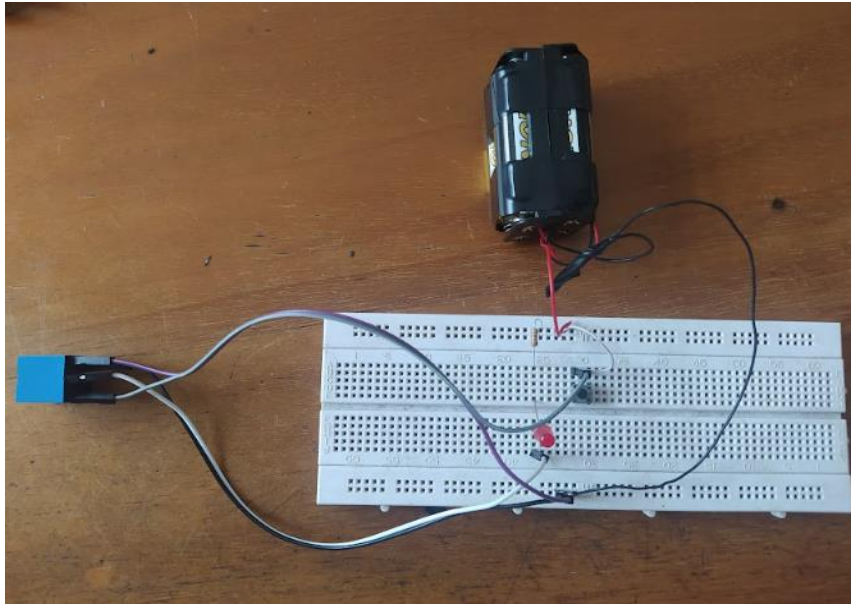
En las figuras 3-3 y 3-4 podemos apreciar un registro fotográfico de las experiencias 3 y 4 respectivamente.

**Figura 3-3.** Registro fotográfico de la experiencia 3. El electroimán



**Figura 3-4.** Registro fotográfico de la experiencia 4. El relé





**Fecha 06 Noviembre 2024 (Sesión cuatro - Una hora)**

**Agenda:**

- Inicio. Saludo, toma de asistencia y presentación objetivo de la sesión
- Momento 1. Experimento #3 Electroimán (continuación)
- Momento 2. Experimento #4 Relé (continuación)
- Momento 3. Experimento #5 Generación Eléctrica

El profesor comienza induciendo a los estudiantes a generar preguntas acerca de las prácticas realizadas hasta el momento. Preguntas de los estudiantes: “Incide más que se realicen más vueltas sobre la bobina o que se coloque una batería más grande con más voltios?”.

El profesor realiza algunas preguntas acerca del experimento #3. El electroimán: “Que se espera al quitar la fuente de energía a la bobina?” Los estudiantes responden “Dejaría de funcionar como imán” . Pregunta secundaria de un estudiante: “Porque una batería a veces puede echar chispas como las baterías de carro”. Profesor: “a veces puede pasar al conectar o desconectar los cables por la capacidad de corriente que tiene esa batería, la cual es capaz de generar lo que se llama un arco eléctrico”.

Posteriormente se repasa brevemente el funcionamiento del circuito del experimento #4. El relé.

En esta sesión los equipos de estudiantes que faltaban por desarrollar las experiencias 3 y 4 logran terminar la actividad. Aquellos que no habían llevado el material para la construcción del electroimán, ese día lo hicieron. El profesor facilitó el montaje para desarrollar la experiencia con el relé, explicando de nuevo su principio de funcionamiento y realizando demostraciones pasando por cada mesa de trabajo. A medida que pasa el profesor por los equipos, les permite experimentar con el montaje y realizar todas las preguntas que los estudiantes consideren necesarias.

Surgen preguntas en los estudiantes tales como: “¿Existen equipos que permitan medir la intensidad del campo magnético a partir de la corriente de un circuito?” El profesor explica que existen sensores (como los de efecto Hall) que a partir de una corriente puede medir el campo magnético o también pinzas de corriente que trabajan de una manera inversa: que miden las corrientes eléctricas a partir del campo magnético generado por el cable eléctrico.

Finalmente, el profesor con ayuda de otros dos estudiantes, realizan el montaje correspondiente al experimento #5 Generación eléctrica. Para lo cual usan una de las bases construidas por los estudiantes, la dinamo y el sistema desarrollado con Arduino para la visualización de datos. Se motiva a los estudiantes formulando la pregunta orientadora de la experiencia y se insta a reflexionar en la pregunta mientras aprecian el experimento.

Se pregunta a los estudiantes acerca del principio que pueden apreciar en el experimento. Estos dos estudiantes participaron en la Feria de la Ciencia del Colegio presentando el experimento y en esta sesión se les encomienda exponer la actividad en clase al resto de sus compañeros con ayuda del profesor. El profesor indica a los estudiantes tener presente las preguntas orientadoras del experimento mientras los 2 estudiantes exponen. Los estudiantes dan una breve introducción explicando el concepto de la Ley de Faraday y luego explican cada una de las partes del montaje con la bicicleta.

Posteriormente el profesor precisa un poco más los conceptos, explica en qué consistió el experimento que realizó Faraday y su principio de inducción electromagnética. Explica además acerca de la necesidad de que el campo magnético varíe para que pueda generar una corriente eléctrica a través de un conductor. Pregunta del profesor: “¿Si acerco un

imán a un cable eléctrico se puede producir una corriente eléctrica? ". Algunos estudiantes responden que sí es posible y otros que no. Pero no justifican la respuesta. El profesor aclara que al estar el imán cerca, existe un campo magnético estático que no genera corriente. El imán debe estar moviéndose para poder generar un campo magnético variable y así poder generar una corriente variable en el cable.

Continúa el profesor: "Entonces en el experimento observado (Experimento #5. Generación eléctrica) ¿En dónde están los imanes moviéndose?". Responde un estudiante: "En el generador". El profesor explica de manera general el funcionamiento de la dinamo desde el punto de vista de la conversión de energía (Energía mecánica - movimiento circular- a energía eléctrica) y tomando en cuenta el principio de inducción electromagnética de Faraday. Explica además el montaje del experimento #5 usando diagramas de bloques. Surgen más preguntas de los estudiantes: "O sea que el dinamo es lo que convierte ese movimiento en energía eléctrica?", "Esa energía generada por la dinamo se puede almacenar en una batería?". De manera complementaria, el profesor explica de manera general cómo funciona un motor eléctrico desde el punto de vista de la transformación de energía (Energía eléctrica a energía mecánica).

Por motivos de tiempo no se alcanza a responder a todas las preguntas por lo que el profesor indica que quedará pendiente para la próxima sesión en la que se tendrá lugar a una realimentación general de todas las experiencias desarrolladas durante la secuencia didáctica.

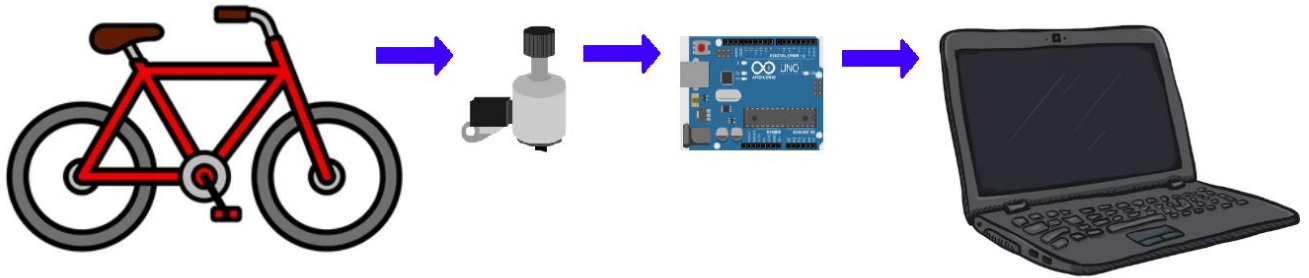
En la figura 3-5 podemos apreciar un registro fotográfico de la experiencia 5.

**Figura 3-5.** Registro fotográfico de la experiencia 5. Generación eléctrica (máquina rotativa)



En la figura 3-6 se muestra el esquema del montaje realizado en la experiencia 5. Generación eléctrica (máquina rotativa) y en la figura 3-7 la captura de pantalla de la señal entregada por la dinamo de bicicleta observada en el monitor Arduino.

**Figura 3.6.** Esquema montaje experiencia 5. Generación Eléctrica



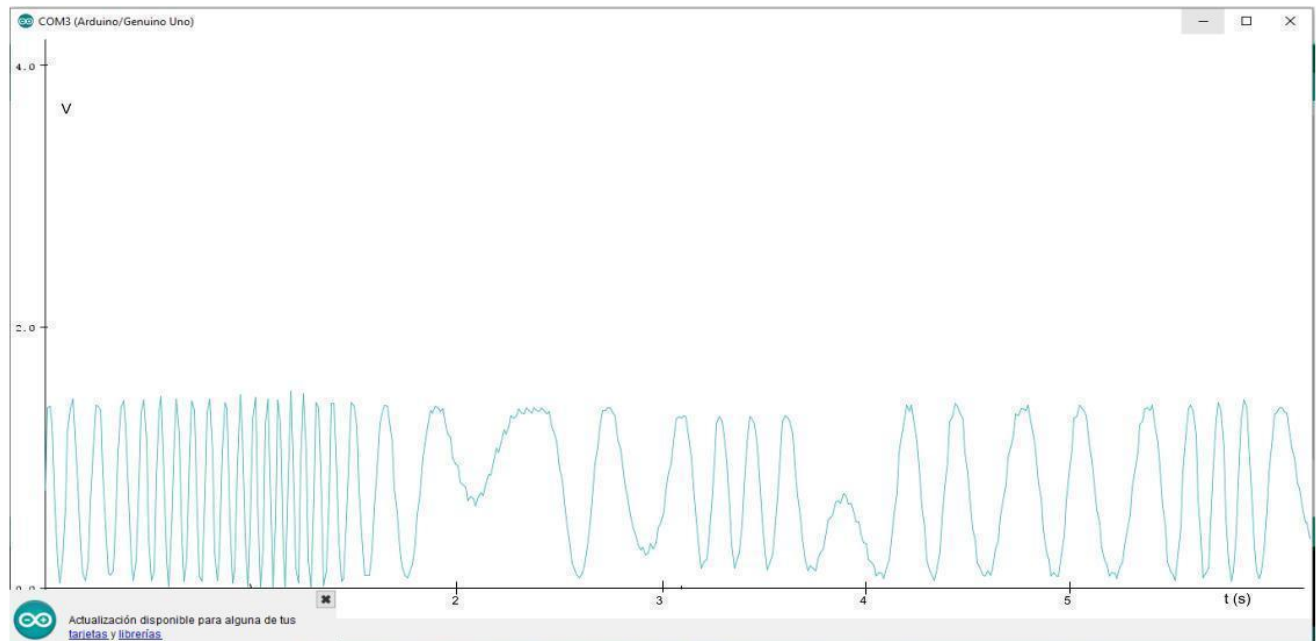
Adaptado de Freepik, AdobeStock y Educima. Recuperado febrero de 2025 en:

<https://www.freepik.es/>

<https://stock.adobe.com/>

<https://www.educima.com/>

**Figura 3-7.** Captura de pantalla señal entregada por la dinamo de la bicicleta



**Fecha 07 Noviembre 2024 (Sesión cinco - Una hora)**

**Agenda:**

- Inicio. Saludo, toma de asistencia y presentación objetivo de la sesión

- Momento 1. Revisión de temas de electromagnetismo
- Momento 2. Realimentación de todos los experimentos
- Momento 3. Resolución de inquietudes
- Momento 4. Aplicación de prueba de conocimientos
- Cierre. Compromiso próxima sesión

En los primeros 15 minutos el profesor comienza repasando algunos conceptos básicos vistos en las experiencias anteriores. Usando el montaje de la bicicleta el profesor repasa también el concepto de corriente alterna y su aplicación en la vida cotidiana tal como el suministro eléctrico doméstico, sus magnitudes y forma de onda

Se resuelven inquietudes que no hayan podido ser resueltas en todas las experiencias en cuanto a montaje, principio de funcionamiento, aplicabilidad y utilidad en la vida real. Posteriormente se aplica la prueba de conocimientos para lo cual los estudiantes disponen de 40 minutos para resolverla.

### 3.8 Costos de los experimentos

A continuación se presentan las tablas con los costos estimados para cada uno de los experimentos. Para cada experimento se estima un valor en pesos colombianos y el equivalente en dólares estadounidenses. Se toma un valor de dólar de \$4200 COP.

**Tabla 3-2.** Costos experimento 1

Ítem	Artículo	Precio Pesos	Precio Dólares	Referencia precio
1	1 Imán Cerámico Ferrita Toroide 45mm X 22mm X 8mm	\$2.000	\$0,48	<a href="http://www.mercadolibre.com">www.mercadolibre.com</a>
2	1 lámina de acetato u hoja de papel tamaño A4	\$1.600	\$0,38	<a href="http://www.mercadolibre.com">www.mercadolibre.com</a>
3	Limadura de hierro	\$0	\$0,00	Se consigue en talleres industriales de soldadura o forjadoras de hierro
	<b>Total</b>	<b>\$3.600</b>	<b>\$0,86</b>	

**Tabla 3-3.** Costos experimento 2

Ítem	Artículo	Precio Pesos	Precio Dólares	Referencia precio
1	1 Imán Cerámico Ferrita Toroide 45mm X 22mm X 8mm	\$0	\$0,00	<a href="http://www.mercadolibre.com.co">www.mercadolibre.com.co</a>
2	1 Brújula (casera)	\$2.500	\$0,60	
	<b>Total</b>	<b>\$2.500</b>	<b>\$0,60</b>	

**Observaciones:**

- En el ítem 1 no se considera costo porque ya se asume del experimento 1
- Consideraciones de costo del ítem 2: en la secuencia se usó la brújula del celular, sin embargo ésta brújula puede también elaborarse con elementos caseros usando un corcho, una aguja, un imán para polarizar la aguja (usando el mismo imán del ítem 1) y un recipiente con agua.

**Tabla 3-4.** Costos experimento 3

Item	Artículo	Precio Pesos	Precio Dólares	Referencia precio
1	1 clavo de hierro de 4"	\$500	\$0,12	<a href="http://www.casaferreteria.com">www.casaferreteria.com</a>
2	5m de cable cobre esmaltado AWG 18 o 16	\$8.200	\$1,95	<a href="http://www.casaferreteria.com">www.casaferreteria.com</a>
3	5 clips o 5 puntillas	\$1.000	\$0,24	
4	1 batería de 9Vdc	\$6.900	\$1,64	<a href="http://www.mercadolibre.com.co">www.mercadolibre.com.co</a>
	<b>Total</b>	<b>\$16.600</b>	<b>\$3,95</b>	

**Observaciones:**

- Item 2: Este valor corresponde al costo del cable nuevo. Sin embargo para efectos del experimento no tiene que ser nuevo, puede ser reciclado, lo cual puede bajar su costo a la mitad

**Tabla 3-5. Costos experimento 4**

Item	Artículo	Precio Pesos	Precio Dólares	Referencia precio
1	Dos baterías de 9Vdc	\$6.900	\$1,64	<a href="http://www.mercadolibre.com.co/">www.mercadolibre.com.co/</a>
2	1 relé 9Vdc	\$15.900	\$3,79	<a href="http://www.mercadolibre.com.co/">www.mercadolibre.com.co/</a>
3	1 resistencia de 330 Ohm	\$500	\$0,12	<a href="http://www.suconel.com">www.suconel.com</a>
4	1 LED difuso 3mm	\$200	\$0,05	<a href="http://www.suconel.com">www.suconel.com</a>
5	1 minipulsador de 2 pines	\$200	\$0,05	<a href="http://www.suconel.com">www.suconel.com</a>
6	10 Cables de conexión	\$2.500	\$0,60	<a href="http://www.suconel.com">www.suconel.com</a>
	<b>Total</b>	<b>\$26.200</b>	<b>\$6,24</b>	

**Observaciones:**

- En el ítem 1 se considera el costo de una sola batería porque el costo de la otra se asume en el experimento 3

**Tabla 3-6. Costos experimento 5**

Item	Artículo	Precio Pesos	Precio Dólares	Referencia precio
1	1 Bicicleta	\$0	\$0,00	
2	1 Base para bicicleta estática, elaborada con tubos de sanitario	\$78.000	\$18,57	<a href="http://www.homecenter.com.co/">www.homecenter.com.co/</a>
3	1 Generador dinamo para bicicleta	\$36.000	\$8,57	<a href="http://www.mercadolibre.com.co">www.mercadolibre.com.co</a>
4	1 PC con el software Arduino instalado	\$0	\$0,00	
5	1 Placa Arduino UNO	\$50.000	\$11,90	
	<b>Total</b>	<b>\$164.000</b>	<b>\$39,05</b>	

**Observaciones:**

- En el ítem 1 no se asume costo porque la intención del experimento es usar la bicicleta de un estudiante y elaborar la base (ítem 2) teniendo en cuenta las dimensiones de esa bicicleta en particular
- En el ítem 2 se usa 6 m de tubería de sanitario de 6"
- En el ítem 4 no se asume costo porque se usa un computador portátil de la institución

Finalmente, en la tabla 3-7 se presenta un consolidado con el costo total estimado de todos los experimentos.

**Tabla 3-7.** Costo Total Estimado de todos los experimentos

Item	Concepto	Costo Pesos	Costo Dólares
1	Costo Experimento 1	\$40.000	\$9,52
2	Costo Experimento 2	\$2.500	\$0,60
3	Costo Experimento 3	\$16.600	\$3,95
4	Costo Experimento 4	\$26.200	\$6,24
5	Costo Experimento 5	\$164.000	\$39,05
	<b>Total</b>	<b>\$249.300</b>	<b>\$59,36</b>

### 3.9 Resumen del capítulo

Se implementó una secuencia didáctica en la institución educativa Gilberto Echeverri Mejía, que incluye una serie de experimentos con materiales de bajo costo, diseñada para facilitar la comprensión de la ley de inducción electromagnética de Faraday y la generación eléctrica. La secuencia didáctica abarca cuatro sesiones, donde los estudiantes realizan diversas prácticas experimentales, como la visualización de campos magnéticos, la construcción de un electroimán y la generación de electricidad a partir de una dinamo de bicicleta. Se organiza a los estudiantes en equipos y se les proporciona una guía didáctica con contenido gráfico y con preguntas orientadoras para estimular el aprendizaje.

Los estudiantes, con edades de entre 16 y 20 años, provienen de un entorno rural y sus familias presentan un nivel de escolaridad medio-bajo. Durante la implementación, se realiza una evaluación de conocimientos previos y un test final para medir el aprendizaje alcanzado. Los resultados de estas evaluaciones se analizan para determinar la efectividad de la metodología utilizada, destacando la evolución en la comprensión de los conceptos de electromagnetismo por parte de los estudiantes. Además, se presentan los costos estimados de cada experimento, lo que subraya la viabilidad de la

propuesta en términos económicos.

## CAPÍTULO 4. Resultados y observaciones

En este capítulo se describe el proceso sistemático que se llevará a cabo para clasificar, registrar, analizar e interpretar la información recolectada durante la evaluación de conocimientos previos y la prueba final de conocimientos, en el marco de la implementación de la unidad didáctica sobre el principio de inducción electromagnética de Faraday. Este proceso nos ayudará a evaluar el impacto de la implementación de la secuencia didáctica en el aprendizaje de los estudiantes del grado undécimo de la IE Gilberto Echeverri Mejía.

La información recolectada se clasificará en dos categorías: Resultados de la Evaluación de Conocimientos Previos y Resultados de la Prueba de Conocimientos Final. Dentro de cada categoría, se organizarán los datos según las preguntas de las pruebas, permitiendo identificar los niveles de comprensión y las áreas que requieren atención adicional. Las valoraciones (1 a 4) asignadas a cada respuesta permitirán una rápida visualización del desempeño de los estudiantes. Se utilizará una hoja de cálculo para registrar los datos obtenidos de ambas pruebas. Asimismo, se incluirán las métricas generales como la media, la desviación estándar y el número total de aciertos. El análisis estadístico será realizado mediante el aplicativo Excel, el cual nos permitirá calcular:

- Media y Desviación Estándar: Para cada prueba, se calcularán estos parámetros, proporcionando una visión general del rendimiento del grupo. La comparación de estas métricas entre ambas pruebas permitirá evaluar la mejora en el aprendizaje.
- Distribución de Valoraciones: Se generarán gráficos de barras para visualizar la distribución de las valoraciones (1 a 4) en cada pregunta. Esto facilitará la identificación de preguntas que presentaron mayor dificultad y aquellas que fueron mejor comprendidas.
- Aciertos y Errores: Se revisará la diferencia en el número de aciertos y errores entre ambas pruebas, permitiendo cuantificar la mejora en el aprendizaje. Esto reflejará un cambio en el comportamiento de la cantidad de respuestas con valoraciones 1, 2, 3 y 4.

Se buscará responder preguntas clave como:

- ¿Qué áreas del contenido fueron más difíciles para los estudiantes y requieren más atención en futuras lecciones?
- ¿Cómo se refleja el uso de componentes eléctricos de bajo costo en la comprensión de conceptos eléctricos?

## 4.1 Procedimiento para el análisis y la presentación de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados de la secuencia didáctica propuesta se contrastará un estado final de comprensión conceptual de los estudiantes frente a un estado inicial. Para este propósito se aplica la prueba inicial de conocimientos previos y, posteriormente al terminar el desarrollo de la secuencia, el test de conocimientos. Lo anterior buscando evaluar la eficacia del método de enseñanza propuesta y buscando el logro de un aprendizaje significativo, tomando en cuenta la evolución en el aprendizaje de los estudiantes. Cada prueba consiste en un conjunto de 10 preguntas con una valoración que irá de 10 a 100 puntos. De esta manera el puntaje máximo es de 1000 puntos y el mínimo será de 100 puntos.

Se usará una escala de Likert para establecer una valoración cuantitativa de los resultados en ambas pruebas teniendo en cuenta la siguiente rúbrica:

Valoración 4. El estudiante describe completamente el concepto. (100)

Valoración 3. El estudiante describe el concepto, pero introduce al menos un error. (70)

Valoración 2. El estudiante describe el concepto con más de un error. (50)

Valoración 1. El estudiante no describe el concepto o es descrito erróneamente en su totalidad. (10)

## 4.2 Resultados Evaluación de Conocimientos Previos

En la prueba de conocimientos previos sólo 4 estudiantes obtuvieron una calificación total que supera el 50% del puntaje máximo, es decir, obtuvieron una calificación por encima de 500 pts. En promedio la calificación fue de 397,7 con una desviación estándar de 95,63.

Las respuestas obtuvieron un total de 94 aciertos (valoraciones 3 y 4) siendo la pregunta

#4 la que presentó mayor dificultad puesto que todo el grupo la responde de manera totalmente errada (valoración 1). Por otro lado, la respuesta con mayor número de valoraciones 4 fue la correspondiente a la pregunta 9 para un total de 18.

También hubo un total de 166 respuestas con valoración 1 y 53 con valoración 4.

A continuación, en la Tabla 4-1, se muestra la cantidad de valoraciones para cada pregunta de la prueba de conocimientos previos:

**Tabla 4-1.** Valoraciones por pregunta en la Prueba de Conocimientos Previos.

	Valoración 1	Valoración 2	Valoración 3	Valoración 4
Pregunta 1	27	2	2	0
Pregunta 2	18	4	0	9
Pregunta 3	13	4	1	13
Pregunta 4	31	0	0	0
Pregunta 5	26	4	1	0
Pregunta 6	12	5	8	6
Pregunta 7	21	2	1	7
Pregunta 8	3	11	17	0
Pregunta 9	1	5	7	18
Pregunta 10	14	13	4	0
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>50</b>	<b>41</b>	<b>53</b>

### 4.3 Resultados Prueba de Conocimientos

En la prueba de conocimientos realizada al terminar la secuencia didáctica todos los estudiantes obtuvieron una calificación total que supera el 50% del puntaje máximo, es decir, obtuvieron una calificación por encima de 500 pts. En promedio la calificación fue de 738,4 con una desviación estándar de 96,42.

Las respuestas obtuvieron un total de 230 aciertos (valoraciones 3 y 4) siendo la pregunta #4 la que presentó mayor dificultad con 21 estudiantes que aún responden de manera totalmente errada (valoración 1). Por otro lado, la respuesta con mayor número de valoraciones 4 fue la correspondiente a la pregunta 7 para un total de 28. Es importante anotar que esta pregunta tenía que ver directamente también con una de las experiencias de la secuencia didáctica (experimento #3. El electroimán).

También hubo un total de 39 respuestas con valoración 1 y 145 con valoración 4.

A continuación, en la Tabla 4-2, se muestra la cantidad de valoraciones para cada pregunta de la prueba de conocimientos:

**Tabla 4-2.** Valoraciones por pregunta en la Prueba de Conocimientos Final

	Valoración 1	Valoración 2	Valoración 3	Valoración 4
Pregunta 1	0	9	13	9
Pregunta 2	0	5	2	24
Pregunta 3	6	2	1	22
Pregunta 4	21	0	2	8
Pregunta 5	8	6	17	0
Pregunta 6	1	4	2	24
Pregunta 7	0	1	2	28
Pregunta 8	0	1	27	3
Pregunta 9	0	5	1	25
Pregunta 10	3	8	18	2
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>85</b>	<b>145</b>

#### 4.4 Análisis estadístico de los resultados

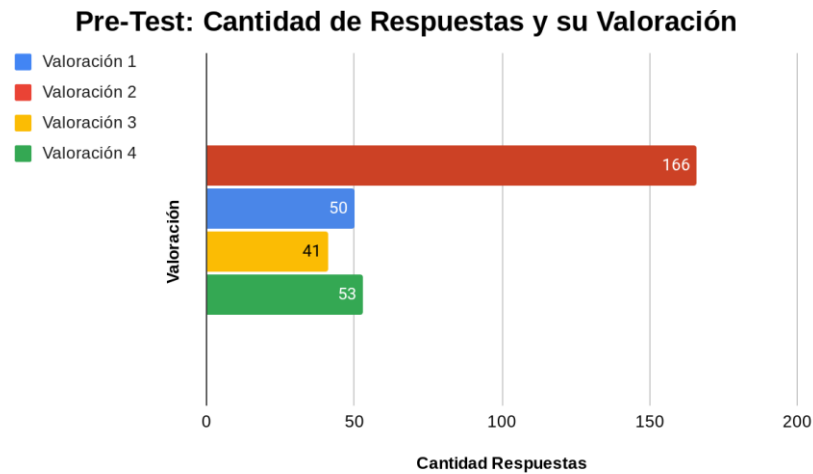
La información se clasifica en dos categorías: Resultados de la Evaluación de Conocimientos Previos y Resultados de la Prueba de Conocimientos Final, organizando los datos para identificar niveles de comprensión y áreas que requieren atención. Se utiliza el software Excel para calcular métricas como la media y la desviación estándar, así como para visualizar la distribución de las valoraciones y la diferencia en aciertos y errores entre ambas pruebas.

Los resultados de la Evaluación de Conocimientos Previos mostraron que sólo el 13% de los estudiantes superaron el 50% del puntaje, con una calificación promedio de 397,7. La prueba final, en contraste, reveló que todos los estudiantes obtuvieron más del 50%, con un promedio de 738,4, indicando una mejora general del aprendizaje del 85,6%. Se observó una tendencia de mejora en las valoraciones, donde la dificultad se evidenció en preguntas específicas. Las desviaciones estándar de ambas pruebas fueron similares, sugiriendo que, aunque hubo dispersión en los resultados, la comprensión general de los conceptos mejoró significativamente.

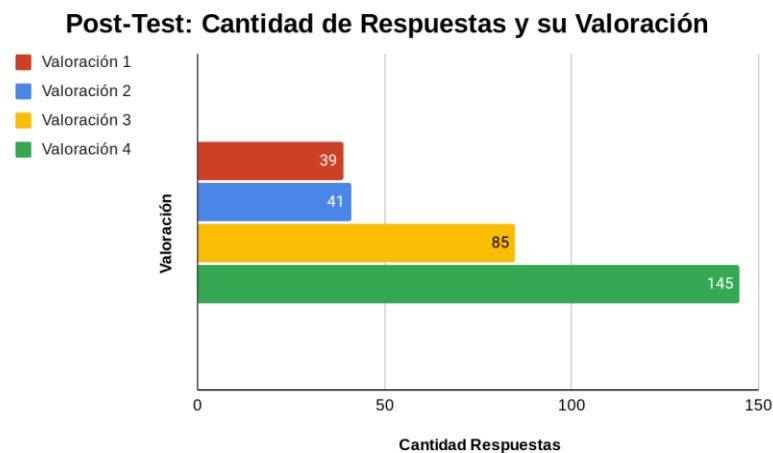
En las figuras 4-1 y 4-2 observamos el comportamiento inicial y final en la cantidad de

respuestas con menor y mayor valoración para ambas pruebas. En ellas podemos apreciar la tendencia piramidal inversa entre los resultados de la prueba de conocimientos previos y los resultados de la prueba de conocimientos final.

**Figura 4-1.** Cantidad de Respuestas y Valoración en la Prueba de Conocimientos Previos



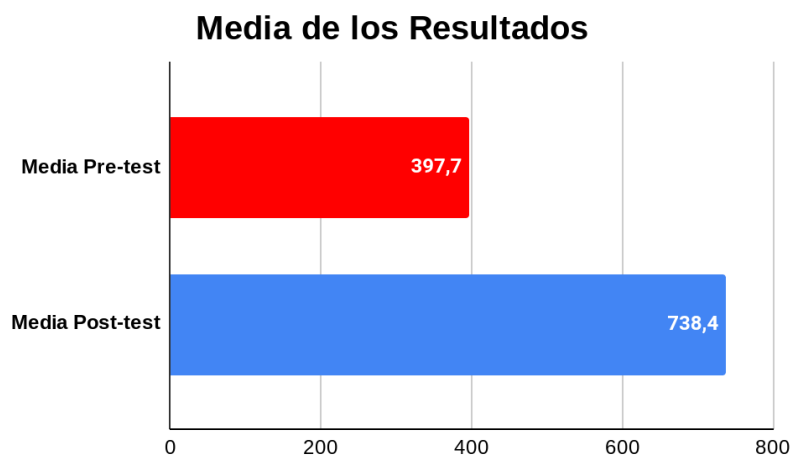
**Figura 4-2.** Cantidad de Respuestas y Valoración en la Prueba de Conocimientos Final.



Por lo que estos resultados sugieren que en términos generales se presenta un mejoramiento en el aprendizaje y la comprensión de conceptos.

La media de los resultados para ambas pruebas la podemos revisar en la figura 4-3:

**Figura 4-3.** Media de los resultados.



En la que podemos apreciar una mejoría general promedio del aprendizaje de un 85,6%

Por otro lado, la desviación estándar en la calificación de la prueba de conocimientos previos fué de 95,63 para un rango de calificaciones obtenido entre 250 y 640 pts. Mientras que la desviación estándar en la calificación de la prueba de conocimientos fué de 96,42 para un rango de calificaciones obtenido entre 560 y 890 pts.

Estos resultados sugieren que, aunque los resultados en ambas pruebas están ampliamente dispersos en la misma proporción, lo que indica que los resultados por grupos de estudiantes pueden estar muy distantes el uno del otro, las valoraciones mínimas y máximas mejoraron significativamente. Adicionalmente podemos anotar que la mejoría fue significativa al encontrar que al aplicar la prueba de conocimientos final todo el grupo (el 100%) obtiene una valoración aceptable (por encima de 500 pts.), teniendo en cuenta que en la prueba de conocimientos previos sólo el 13% del grupo obtiene el mismo resultado.

Cabe mencionar que, algunos estudiantes no logran llegar al nivel de undécimo con una apropiación adecuada del conocimiento y dominio básico de la electricidad. Algunos tienen un nivel de abstracción escaso y en este sentido alejándose bastante de la concepción requerida. Otros manifiestan una apatía considerable por el conocimiento en general, tal y como se expone en el capítulo de Caracterización de la Población. Sin embargo, en este intento por lograr unos objetivos de aprendizaje a través de la secuencia didáctica

propuesta, y teniendo en cuenta la comparación entre la situación inicial y la final, podríamos inferir que aunque esas falencias y situaciones desfavorables para el proceso de enseñanza estén presentes en el aula, aún podemos tener esperanza de tener éxito. Involucrar a los estudiantes en un aprendizaje activo tal como lo sugiere la realización de experiencias prácticas y ponerlas en contexto, puede incentivar su interés facilitando de esta manera el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Durante el desarrollo de la secuencia también se evidencian algunas sorpresas como por ejemplo: algunos estudiantes que no se caracterizan por ser los mejores académicamente y sin embargo sus respuestas estuvieron mucho mejor estructuradas que las de otros estudiantes de los que se esperaba un poco más. Así como estudiantes que se han destacado académicamente pero en las pruebas realizadas no logran estructurar bien sus respuestas y se les dificultó un poco su redacción.

Indiscutiblemente se notan avances al comparar ambas pruebas, aunque no sean exactamente las que el docente espera. Es evidente el progreso que los estudiantes pudieron obtener al desarrollar la secuencia didáctica en la comprensión de conceptos referentes al electromagnetismo. La posición de los estudiantes frente a los temas también tiende a cambiar porque ya no lo ven como un tema aislado o alejado de su realidad con el cual nada tienen que ver, sino que al haberlo experimentado surgen más preguntas e inquietudes acerca de las aplicaciones y sistemas que reconocen en el medio en el que viven.

También es de considerar el hecho de que es normal que los conocimientos adquiridos sobre electricidad se hayan disminuido considerablemente tomando en cuenta que por lo general en las instituciones educativas se abordan estos temas en el grado noveno y no vuelven a desarrollarse hasta el grado once.

La ley de inducción electromagnética de Faraday como ya se ha dicho, es un tema complejo, de difícil comprensión y si tomamos en cuenta los factores mencionados anteriormente se hace aún más difícil su enseñanza y su aprendizaje. Sería conveniente considerar esta situación en las planeaciones de área y mallas curriculares de las instituciones educativas con el fin de incluir o estimar más tiempo para desarrollar actividades que permitan construir un aprendizaje mucho más significativo y que no se

limiten a clases magistrales únicamente. De esta manera el profesor podría tener un escenario más amplio para conjugar la teoría con la práctica, enriqueciendo de esta manera el proceso educativo. El desarrollo de una secuencia didáctica como la propuesta en este trabajo, si bien no requiere de una inversión importante de dinero, sí lo requiere en tiempo. La secuencia debe prepararse, se debe disponer de los materiales, se debe disponer de un tiempo considerable para montarla y desarrollarla. Además, durante su desarrollo también tienen que existir momentos de análisis, de discusión, de retroalimentación y de conclusión. De esta manera existe mayor garantía de que los estudiantes puedan asimilar mejor los conceptos. Sin embargo las planeaciones de área y las mallas curriculares generalmente están muy saturadas de temas y conceptos que no facilitan la incorporación de nuevas dinámicas. Adicional a esto por lo general el docente también mantiene una carga académica y administrativa que le impide concentrarse en nuevas estrategias o nuevas formas de hacer las cosas.

## 4.5 Resumen del capítulo

En este capítulo se detalla el proceso para clasificar, registrar, analizar e interpretar la información obtenida en las evaluaciones presentadas por los estudiantes en el desarrollo de la secuencia didáctica. Este análisis busca evaluar el impacto de dicha unidad en el aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo en la IE Gilberto Echeverri Mejía.

Más allá de las cifras presentadas, puede percibirse que existen diferentes aspectos por fortalecer en los estudiantes del grado once en la institución educativa IEGEM en materia del aprendizaje del electromagnetismo. La gran mayoría de estos estudiantes vienen con vacíos importantes en temas de electricidad básica aunque ya hayan tenido un primer acercamiento en grados anteriores. Aún más, dejando de lado el dominio de los contenidos de Física, se evidencian dificultades importantes en su manera de escribir, de redactar, inclusive de expresar sus ideas. En general puede decirse que todos los estudiantes muestran una mejoría aunque en algunos de ellos sea muy básica.

# Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

## 5.1 Conclusiones

En este trabajo se analizaron diversas investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje significativo de la inducción electromagnética y el electromagnetismo en contextos educativos, especialmente en escuelas secundarias. Se destacaron los principales estudios que proponen una secuencia didáctica, los que sugieren un enfoque interactivo debido a las dificultades de los estudiantes, los que mencionan la integración de la educación STEM y el uso de tecnologías como Arduino para facilitar el aprendizaje. También se analizaron modelos constructivistas que incorporan teorías contemporáneas de aprendizaje y se resalta la importancia de un currículo adecuado en la formación de competencias científicas. Se realizó una revisión normativa nacional que sustenta la secuencia didáctica implementada, así como una comparación entre algunos currículos latinoamericanos del área de Ciencias Naturales - Física para el tema específico de electromagnetismo.

Adicionalmente, se presentaron dos enfoques principales en los modelos de aprendizaje: el conductismo y el constructivismo. El conductismo que se centra en la modificación del comportamiento a través del refuerzo positivo y negativo. Sin embargo, se cuestiona su enfoque por limitar la comprensión del aprendizaje humano, impactar negativamente la motivación intrínseca, ignorar la diversidad de estilos de aprendizaje y no considerar el desarrollo socioemocional. Por otro lado, el constructivismo que promueve una visión más compleja del aprendizaje, donde los estudiantes construyen su conocimiento mediante la interacción con su entorno y el desarrollo de habilidades críticas. Cada uno de estos teóricos aporta conceptos valiosos, como las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget, el aprendizaje por descubrimiento de Bruner, la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky, el aprendizaje significativo de Ausubel, la modificabilidad cognitiva de Feuerstein, el aprendizaje social de Bandura, y la crítica social de Moreira. En conjunto, estos modelos resaltan la importancia de fomentar la autonomía, la curiosidad y la relevancia del contexto social en el proceso educativo.

Asimismo, se presentó el contexto de la institución educativa Gilberto Echeverri Mejía

(IEGEM) la cual busca fomentar una educación integral en un entorno vulnerable, en la que se pretende implementar esta secuencia didáctica, contribuyendo al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes a través de la enseñanza del electromagnetismo, aportando así a un desarrollo social más sostenible y a la formación de ciudadanos críticos.

De otro lado, se explicó que, tanto en las secuencias didácticas como en las investigaciones, existe una tendencia en elementos diferenciadores tales como la integración de tecnología en la enseñanza, conexión con el contexto, modelos interactivos de aprendizaje, entre otros, enfatizando la necesidad de mejorar la comprensión de los conceptos de las Ciencias a través de metodologías de aprendizaje activo para superar barreras de la educación tradicional. En conjunto, estos estudios sugieren que es fundamental diseñar estrategias didácticas que favorezcan la interacción, el pensamiento crítico y la conexión de conceptos abstractos con experiencias prácticas, con el fin de mejorar el aprendizaje en el área de Ciencias Naturales.

Además, se implementó una secuencia didáctica en la IEGEM, que incluyó una serie de experimentos con materiales de bajo costo, diseñada para facilitar la comprensión de la ley de inducción electromagnética de Faraday y la generación eléctrica. La secuencia didáctica abarcó cuatro sesiones, donde los estudiantes realizaron diversas prácticas experimentales, como la visualización de campos magnéticos, la construcción de un electroimán y la generación de electricidad a partir de una dinamo de bicicleta. Se organizó a los estudiantes en equipos y se les proporcionó una guía didáctica con contenido gráfico y con preguntas orientadoras para estimular el aprendizaje.

Se explicó que los estudiantes, con edades de entre 16 y 20 años, provenían de un entorno rural y sus familias presentaban un nivel de escolaridad medio-bajo. Durante la implementación, se realizó una evaluación de conocimientos previos y un test final para medir el aprendizaje alcanzado. Los resultados de estas evaluaciones se analizaron para determinar la efectividad de la metodología utilizada, destacando la evolución en la comprensión de los conceptos de electromagnetismo por parte de los estudiantes.

Conforme a lo planteado por David Ausubel: “la esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en qué ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no

arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto o una proposición)".(Ausubel 1983) y al contrastar los resultados de la prueba de conocimientos previos frente a la prueba final, podemos afirmar que el aprendizaje en los alumnos del grado once de la IE Gilberto Echeverri fue significativo y el método es suficiente porque se evidencia que se lograron resultados positivos al interrelacionar y conectar sus conocimientos previos con los nuevos conceptos de electromagnetismo, en lugar de fomentar un mero ejercicio de memorización tal como lo propone la educación tradicional.

Al comparar las estrategias de Dori y Belcher del proyecto TEAL del MIT (visualizaciones y aprendizaje activo) y la de Constantinou (estrategia de ingeniería y diseño – construcción de tren de levitación magnética) con la secuencia didáctica propuesta en este trabajo, se evidencian similitudes y diferencias significativas en la enseñanza del electromagnetismo. Ambas estrategias, TEAL y la de Constantinou, enfatizan la importancia de la experimentación práctica, el trabajo colaborativo y el uso de tecnologías visuales, lo que resulta en una mejora notable en el rendimiento académico y la comprensión conceptual de los estudiantes. El proyecto TEAL, con su enfoque en simulaciones avanzadas, ha demostrado ser particularmente efectivo, logrando resultados cuantitativos superiores y una mayor motivación entre los estudiantes. Por su parte, la secuencia de Constantinou también promueve un aprendizaje activo a través de la construcción de modelos y la investigación, fomentando habilidades críticas y un mayor interés en la ciencia. En contraste, la secuencia didáctica presentada en este trabajo, aunque utiliza recursos accesibles y un enfoque activo, muestra que es posible obtener resultados positivos incluso en contextos con limitaciones tecnológicas. Sin embargo, a pesar de los logros en el rendimiento y la comprensión de los conceptos, persisten desafíos en la expresión y en la comprensión de conceptos más abstractos, así como vacíos en conocimientos básicos. Esto sugiere que, al igual que en las otras estrategias, el éxito depende de una planificación cuidadosa, un acompañamiento docente efectivo y la integración de actividades que conecten conocimientos previos con nuevos aprendizajes. De esta manera, mientras que las estrategias de Dori y Belcher y Constantinou ofrecen modelos robustos que requieren inversiones significativas en tecnología y formación docente, la secuencia didáctica de este trabajo demuestra que con un enfoque activo y materiales de bajo costo también se pueden alcanzar mejoras en la comprensión del electromagnetismo, aunque con la necesidad de

un tiempo adicional para abordar áreas que aún requieren atención.

Además en el presente trabajo, se presentaron los costos estimados de cada experimento, lo que subrayó la viabilidad de la propuesta en términos económicos.

Con base en los resultados, se detalló el proceso para clasificar, registrar, analizar e interpretar la información obtenida en las evaluaciones presentadas por los estudiantes en el desarrollo de la secuencia didáctica. Este análisis buscó evaluar el impacto de dicha unidad en el aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo en la IEGEM. Más allá de las cifras presentadas, puede percibirse que existen diferentes aspectos por fortalecer en los estudiantes del grado once en la institución educativa en materia del aprendizaje del electromagnetismo. La gran mayoría de estos estudiantes vienen con vacíos importantes en temas de electricidad básica aunque ya hayan tenido un primer acercamiento en grados anteriores. Aún más, dejando de lado el dominio de los contenidos de Física, se evidencian dificultades importantes en su manera de escribir, de redactar, inclusive de expresar sus ideas. En general puede decirse que todos los estudiantes muestran una mejoría aunque en algunos de ellos sea muy básica.

El trabajo realizado ha sido un paso positivo hacia la mejora de la enseñanza y el aprendizaje significativo de la física en la Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía, ofreciendo un modelo que podría replicarse en otras instituciones educativas para abordar la enseñanza de principios científicos complejos de manera más efectiva y accesible. Las experiencias obtenidas pueden servir como base para futuras investigaciones y proyectos educativos que busquen profundizar en los métodos de enseñanza de la física y otros campos de conocimiento

## 5.2 Recomendaciones

1. Coincidiendo con Constantinou, C. P., et al (2008) y Almudi, Guisasola y Zuza (2016), La preparación de actividades que incentivan el aprendizaje activo como el propuesto en este trabajo requiere de un tiempo y preparación adicional por lo que surge la necesidad de optimizar la preparación de materiales y el tiempo destinado a su planeación. A largo plazo, es fundamental que las mallas curriculares y planeaciones de área consideren la integración de estrategias didácticas que combinen teoría y práctica, asegurando que los

estudiantes no se limiten a memorizar conceptos, sino que los apliquen en situaciones reales y cotidianas.

2. Es fundamental que se sigan desarrollando y adaptando secuencias didácticas que consideren el contexto educativo colombiano, integrando principios de aprendizaje activo y recursos accesibles, para otras áreas como química, biología, entre otras.

3. Es necesario promover la formación continua de los docentes en metodologías innovadoras que permitan abordar los contenidos de manera efectiva y atractiva para los estudiantes. Esto no solo contribuirá a mejorar la comprensión de los conceptos de electromagnetismo, sino que también facilitará la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con su entorno.

4. Puede ser muy significativo introducir métodos de enseñanza como los propuestos en este trabajo, no sólo para temas complejos como el electromagnetismo, sino también para los temas más básicos como la electricidad básica del noveno grado. Para ello, se sugiere que los estudiantes desarrollen actitudes como la paciencia y la persistencia, puesto que los experimentos por lo general no dan resultados correctos de manera inmediata.

# Referencias

Alcaldía de Rionegro. (2023). Plan de desarrollo 2024–2027 municipio de Rionegro, Antioquia. <https://rionegro.gov.co/>

Almudi, J. M., Zuza, K., & Guisasola, J. (2016). Learning of electromagnetic induction theory in general physics university courses: A teaching based on guided problem solving. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 7–24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1612>

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston. Recuperado el 24 de febrero de 2025, de <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.112045/page/n5/mode/2up>

Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer Science & Business Media.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hayssen, H. (1980). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.

Bandura, A., & Walters, R. H. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall. Recuperado el 19 de febrero de 2025, de [https://dn790002.ca.archive.org/0/items/BanduraSocialLearningTheory/Bandura\\_SocialLearningTheory\\_text.pdf](https://dn790002.ca.archive.org/0/items/BanduraSocialLearningTheory/Bandura_SocialLearningTheory_text.pdf)

Bao, T. Q., Khoa, C. T., Ngoc, N. T., Ha, N. T. T., Hoan, V. Q., Quang, P. H., & Ha, C. V. (2019). Teaching and learning about magnetic field and electromagnetic induction phenomena integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education in Vietnamese high schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012031>

Bravo, B., Bouciguez, M. J., & Braunmüller, M. (2018). Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de

competencias digitales. Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 1(1), 1203. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1203](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1203)

Bruner, J. S. (1960). The process of education. Harvard University Press. Recuperado el 20 de febrero de 2025, de [http://edci770.pbworks.com/w/file/attach/45494576/Bruner\\_Processes\\_of\\_Education.pdf](http://edci770.pbworks.com/w/file/attach/45494576/Bruner_Processes_of_Education.pdf)

Bruner, J. S. (1972). The relevance of education (1st ed.). Harvard University Press.  
Chance, P. (2006). Learning and behavior (6th ed.). Wadsworth. Recuperado el 20 de febrero de 2025, de [https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/k8J2e4\\_Learning\\_and\\_Behavior-7th.pdf](https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/k8J2e4_Learning_and_Behavior-7th.pdf)

Cleveland, C. J. (2004). Encyclopedia of energy (Vol. 2). Elsevier.

Congreso de Colombia. (1994). Ley 115 de 1994: Por la cual se expide el estatuto de educación. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 15 de febrero de 2025, de <https://www.mineducacion.gov.co>

Constantinou, C. P., Papaevripidou, M., Lividjis, M., Scholinaki, A., & Hadjilouca, R. (2008). Teaching and learning about electromagnetism in high school: Addressing issues of relevance and epistemic practice. Curriculum Design. <http://hdl.handle.net/10797/14492>

Cooper, D. (2016). Teaching & learning electromagnetism through agent-based modeling. Vanderbilt University. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de: <https://irbe.library.vanderbilt.edu/server/api/core/bitstreams/3e257ae1-04c9-455a-9bee-6b979e27cc94/content>

Delors, J. (1994). Los cuatro pilares de la educación. Recuperado el 25 de febrero de 2025, de <https://www.uv.mx/dgdaie/>

Dori, Y. J., & Belcher, J. (2005). Learning electromagnetism with visualizations and active learning. En J. K. Gilbert (Ed.), Visualization in science education: Models and modeling in science education (Vol. 1, pp. 195-210). Springer. <https://doi.org/10.1007/1-4020-3613->

## 2 11

Feuerstein, R. (1980). Instrumental enrichment: An intervention program for cognitive modifiability. University Press of America. Recuperado el 25 de febrero de 2025, de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED327322>

Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2015). The Feynman lectures on physics (Vol. 2: The new millennium edition: Mainly electromagnetism and matter). Basic Books. Recuperado el 12 de febrero de 2025, de <https://mathphyche.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/01/the-feynman-lectures-on-physics-vol.-ii -the-new-millennium-edition -mainly-electromagnetism-and-matter.pdf>

García Agudelo, M. A. (2020). Estrategia metodológica para la enseñanza del concepto de energía en ciencias naturales del grado quinto integrando la plataforma Arduino como medio didáctico. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78404>

García, S. C. (2011). Michael Faraday y la ley de inducción: ¿Para qué sirve un bebé? Centro de Investigación en Energía, UNAM. Recuperado el 5 de febrero de 2025, de <http://www.acmor.org.mx>

Giancoli, D. C. (2005). Physics: principles with applications (1st ed.). Pearson.

Giliberti, M., Stellato, M., & Cavinato, M. (2022). A high school teaching/learning path on electromagnetic induction: A case study. PrePrint, <https://doi:10.20944/preprints202206.0332.v1>

Gingrich, H. W. (1980). Máquinas eléctricas, transformadores y controles. Prentice Hall.

Gobernación de Antioquia. (2024). Plan de desarrollo departamental por Antioquia firme. Departamento de Antioquia. Recuperado el 13 de febrero de 2025, de <https://antioquia.gov.co/>

Gobierno de Colombia. (1998). Lineamientos curriculares ciencias naturales y educación

ambiental. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 6 de febrero de 2025, de <https://www.mineduccion.gov.co>

Gobierno de Colombia. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 6 de febrero de 2025, de <https://www.mineduccion.gov.co>

Gobierno de Colombia. (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 6 de febrero de 2025, de <https://www.mineduccion.gov.co>

Gobierno de Colombia. (2016). Derechos básicos de aprendizaje. v1. Ciencias naturales. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 6 de febrero de 2025, de <https://www.mineduccion.gov.co>

Gobierno de Colombia. (2018). Conpes 3918. Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Departamento Nacional de Planeación de Colombia. Recuperado el 26 de febrero de 2025, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/SitePages/Home.aspx>

Gobierno de Colombia. (2020). Plan Nacional de Desarrollo: Colombia potencia de la vida. Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 25 de febrero de 2025, de <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>

Gobierno de Colombia. (2022). Conpes 4075. Política de transición energética. Departamento Nacional de Planeación de Colombia. Recuperado el 26 de febrero de 2025, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/SitePages/Home.aspx>

Griffiths, D. J. (2023). Introduction to electrodynamics (4th ed.). Cambridge University Press.

Guisasola, A. J., Zubimendi, J. L., García, J. M. A., & Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: Estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. Enseñanza de las Ciencias: Revista

de Investigación y Experiencias Didácticas, 177–192. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/118093/297681>

Gussow, M. (1988). Fundamentos de electricidad Schaum. McGraw-Hill.

Hadland, T., & Lessing, H. E. (2016). Bicycle design: An illustrated history. MIT Press.

Icfes. (2019). Marco de referencia de la prueba de ciencias naturales Saber 11. Bogotá: Dirección de Evaluación, Icfes. Recuperado el 25 de febrero de 2025, de: <https://www.icfes.gov.co>

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía. (2020). Malla curricular: Plan de área Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía. (2025). Horizonte institucional IEGEM.

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía. (2025). Modelo pedagógico IEGEM.

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía. (2025). Plan de área lengua castellana.

Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía. (2025). Proyecto educativo institucional.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes). (2023). Informe nacional de resultados Saber 11° 2022. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://www.icfes.gov.co/>

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes). (2024). Informe nacional de resultados Saber 11 2022. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://www.icfes.gov.co/>

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2024). Edición 4: Boletín saber al detalle. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://www.icfes.gov.co>

Jacques, D. (1994). La educación encierra un gran tesoro: Informe a la UNESCO de la

Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. UNESCO. Recuperado el 20 de febrero de 2025, de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa)

Jelicic, K., Planinic, M., & Planinsic, G. (2017). Analyzing high school students' reasoning about electromagnetic induction. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010112>

Laboratorio de Economía de la Educación (LEE) de la Pontificia Universidad Javeriana. (2024). Informe No. 92. Pruebas Saber 11. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://lee.javeriana.edu.co/w/lee-informe-92>

Ministerio de Educación de Chile, Unidad de Currículum y Evaluación. (s.f.). Currículum nacional. Recuperado el 10 de febrero de 2025, de <https://www.curriculumnacional.cl/>

Moreira, M. A. (2006). Aprendizagem significativa subversiva. *Série Estudos*, (Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB). Recuperado el 10 de febrero de 2025, de <https://www.serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/289>

Naciones Unidas. (s.f.). Objetivos de desarrollo sostenible. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://www.un.org/es/>

Oficina para América Latina y el Caribe del IIEP UNESCO. (s.f.). Educación básica. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://siteal.iiep.unesco.org/>

Orrú, S. (2003). Reuven Feuerstein y la teoría de la modificabilidad cognitiva estructural. *Revista de Educación*, 332(1), 33–54. Recuperado el 27 de febrero de 2025, de <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2003/re332/re332-03.html>

Oyuela Mateus, D. I., & Garzón Barragán, I. (2011). Sequence of instruction for the presentation of analysis of the phenomenon of electromagnetic induction. *Revista Científica*, Extra volumen, (2011), 1–10. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/620>

Piaget, J., & Cook, M. (1952). The origins of intelligence in children (2nd ed.). International Universities Press. Recuperado el 21 de febrero de 2025, de [https://sites.pitt.edu/~strauss/origins\\_r.pdf](https://sites.pitt.edu/~strauss/origins_r.pdf)

Purcell, E. M. (2001). Electricidad y magnetismo (Vol. 2). Reverté.

Quintero, L. (2017). Red de estándares docentes. Los tres editores.

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). (2024). Ministerio de Energía. Recuperado el 12 de febrero de 2025, de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/>

Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. (1999). Física (Vol. 2). Continental.

Rojas, H. P. (2010). Formar para la vida y no para una prueba. Altablero. Recuperado el 5 de febrero de 2025, de <https://www.mineduccion.gov.co/1621/article-241928.html>

Román, M. P. (2012). Electromagnetic induction for high school students: An historical approach. Latin American Journal of Physics Education, 1(213), 6. [http://www.lajpe.org/icpe2011/39\\_Monica\\_Pacheco.pdf](http://www.lajpe.org/icpe2011/39_Monica_Pacheco.pdf)

Sears, F. W., Zemansky, M. W., & Young, H. D. (2009). Física universitaria con física moderna (vol. 2, 11ª ed.). Pearson.

Secretaría de Educación del Estado de São Paulo, Brasil. (s.f.). Currículo do estado de São Paulo: Ciências da natureza e suas tecnologias. Recuperado el 10 de febrero de 2025, de <https://www.educacao.sp.gov.br/>

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). Física para ciencias e ingeniería con física moderna (Vol. 2, 7ª ed.). Cengage Learning.

Skinner, B. F. (1938). El comportamiento de los organismos: un análisis experimental. Appleton-Century. Recuperado el 24 de febrero de 2025, de

<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.191112/mode/2up?view=theater>

Skinner, B. F. (1971). Beyond freedom and dignity. Recuperado el 20 de febrero de 2025, de <https://selfdefinition.org/psychology/BF-Skinner-Beyond-Freedom-&-Dignity-1971.pdf>

Turiel, A. (2022). The energy crisis in the world today: Analysis of the World Energy Outlook 2021. Viewpoint, 2022(1). <http://dx.doi.org/10.31009/viewpoint.2022.01>

UNESCO. (2020). Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción. UNESCO.

UNESCO. (s.f.). Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: objetivos de aprendizaje. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://www.unesco.org/es>

Van Valkenburgh, N. (1978). Neville, Inc. Basic electricity (Vol. 3). New York, NY: John F.

Vygotsky, L. S. (1987). The collected works of L. S. Vygotsky: Volume 1: Problems of general psychology, including the volume Thinking and Speech. Springer Science & Business Media.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press. Recuperado el 22 de febrero de 2025, de <https://home.fau.edu/musgrove/web/vygotsky1978.pdf>

Wildi, T. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia (6a ed.). Pearson.

