



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

Construyendo aprendizaje conceptual sobre inducción electromagnética, a través de la construcción de un motor eléctrico.

Trabajo presentado para optar por el título de Licenciados en matemáticas y física

Luis Fernando Avendaño Ramírez

Juan Fernando Aguilar Rincón

Asesora:

Edilma Rentería Rodríguez



Resumen

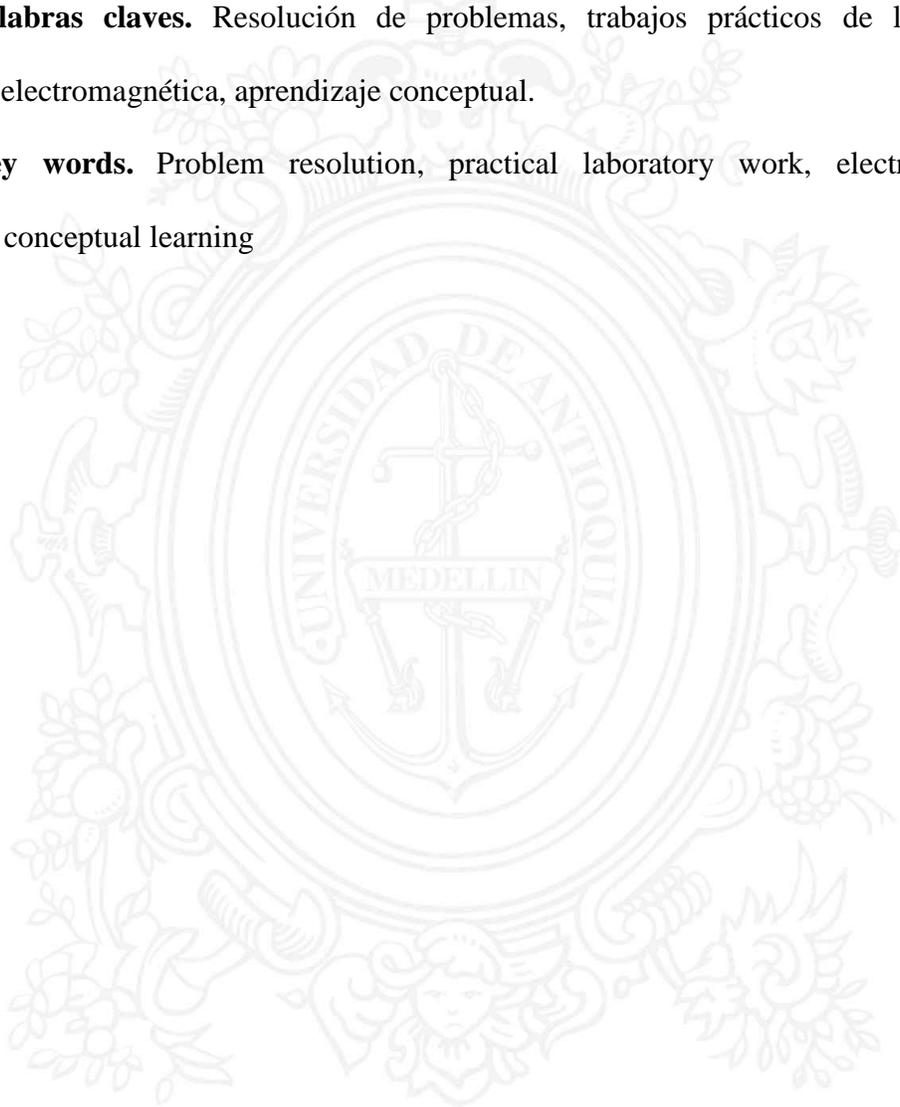
En el presente trabajo se podrá encontrar una investigación de carácter cualitativa, que tiene como objetivo principal, analizar la influencia que tienen una estrategia didáctica basada en trabajos prácticos en el aprendizaje conceptual sobre inducción electromagnética.

Para lograr cumplir este objetivo, se inicia desarrollando una amplia descripción de la importancia que juegan los trabajos prácticos de laboratorio (TPL), como metodología de enseñanza – aprendizaje en el aula de clases. Diseñando una serie de guías prácticas, consecuentes con el marco teórico de resolución de problemas en cuestiones básicas de inducción electromagnética, y que buscaban un camino a seguir en el trabajo en el aula. Estas guías entraban en correspondencia, con la construcción de un motor eléctrico elaborado por los estudiantes, analizando con este, el aprendizaje conceptual que de ahí subyace. Dichas actividades se sugieren en tres fases: una fase diagnóstica (previa a la implementación de la estrategia), fase interactiva (durante la estrategia) y una fase post-activa (posterior a la implementada de la estrategia). La información recogida en cada una de las fases, se analiza por medio de varios instrumentos, dependiendo de las características y necesidades de la misma, los instrumentos utilizados son: La observación, cuestionarios, la estrategia didáctica y la entrevista (post-prueba), los cuales se enmarcan dentro del paradigma de estudio de casos.

Aunque las actividades propuestas se realizaron con todos los estudiantes, solo se tuvieron en cuenta 3 casos seleccionados al azar, los cuales permitieron clarificar los diferentes conceptos presentados en los TPL.

Palabras claves. Resolución de problemas, trabajos prácticos de laboratorio, inducción electromagnética, aprendizaje conceptual.

Key words. Problem resolution, practical laboratory work, electromagnetic induction, conceptual learning



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Tabla de contenido

<u>Resumen</u>	II
<u>Introducción</u>	6
<u>Capítulo N° 1: Objeto de estudio</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>1.1 El problema y su justificación</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>1.2 OBJETIVOS</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>Capítulo N° 2: MARCO TEÓRICO</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>2. MARCO TEÓRICO</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>2.1 Resolución De Problemas</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>2.2 Trabajos prácticos</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>2.3 Electromagnetismo</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>Capítulo N°3: Diseño metodológico</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3. Diseño metodológico</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.1 Tipo de investigación</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.2 Enfoque de la investigación</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.4 Participantes</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.5 Criterios de selección de Casos</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.6 INSTRUMENTOS</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.6.1 Observación</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.6.2 Cuestionarios (Guías anexos)</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>3.7 Categorías de análisis</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>Capítulo N°4: Estrategia didáctica</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>4. Estrategia didáctica</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>4.1 Naturaleza de la estrategia didáctica</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>4.2 Componentes procedimentales</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>4.3 Articulación de los conocimientos conceptuales y procedimentales</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>4.4 Actividad de campo</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>Capítulo N°5: Análisis de la información</u>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>



5. Análisis de la información ¡Error! Marcador no definido.

Caso 1. María..... ¡Error! Marcador no definido.

Caso 2. Luis..... ¡Error! Marcador no definido.

Caso 3. Camila ¡Error! Marcador no definido.

Capítulo N°6: Conclusiones y recomendaciones..... ¡Error! Marcador no definido.

6.1 Conclusiones..... ¡Error! Marcador no definido.

6.2 Recomendaciones..... ¡Error! Marcador no definido.

Bibliografía ¡Error! Marcador no definido.

Anexos..... ¡Error! Marcador no definido.

Anexo 1: Guías ¡Error! Marcador no definido.

Anexo 2: bitácoras..... ¡Error! Marcador no definido.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Introducción

Este estudio tuvo como propósito analizar la influencia que tiene una estrategia didáctica, basada en el uso de los trabajos prácticos, en el aprendizaje conceptual sobre electromagnetismo.

Este trabajo está inscrito en el marco general de la metodología de enseñanza y aprendizaje como investigación dirigida, que utiliza los principios de la investigación científica para que los estudiantes aprendan los conceptos de la ciencia y a resolver problemas utilizando los procedimientos de la misma. Esto no significa que los estudiantes sean tomados como científicos, ni que las teorías científicas sean simples presunciones que pueden ser comprobadas experimentalmente, si no, que los estudiantes se hagan partícipes de su proceso aprendizaje, tomando el rol de investigadores novatos, en su propio escenario escolar.

Las autoras Hernández-Millán G., Irazoque-Palazuelos G., López-Villa N. (2012) reconocen al trabajo experimental finalidades diversas: familiarización con los fenómenos, ilustrar conceptos científicos, desarrollar actividades prácticas, contrastar hipótesis e investigar, entre otras. Dichas finalidades condicionan el diseño de los diferentes tipos de trabajos prácticos, útiles en general en el aprendizaje de procesos científicos. Sin embargo, las prácticas diseñadas para la investigación son las menos frecuentes en las aulas, aunque son las que más ayudan en el aprendizaje.



Esta investigación aborda el concepto de problema, el proceso de resolución de problemas, los trabajos prácticos y la inducción electromagnética, articulando dichos conceptos para generar una propuesta de enseñanza- aprendizaje.

En esta, se adopta un problema como una excusa para que los estudiantes construyan su conocimiento, que brinda la oportunidad a los estudiantes de poner en juego los esquemas de conocimiento, lo que implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las propias ideas, es decir, la elaboración de nuevas explicaciones que constituyen la solución al problema (García, 2003). Además, la resolución de problemas es entendida como instrumento que genera un proceso a través del cual quien aprende combina elementos del procedimiento, reglas, técnicas, destrezas y conceptos previamente adquiridos para dar soluciones a una nueva situación (Nortes, 1987).

En cuanto a los trabajos prácticos estos hacen referencia a aquellas actividades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en las que los estudiantes utilizan determinados procedimientos, pudiendo relacionarse con el trabajo de laboratorio o de campo (formulación de hipótesis, la contratación de hipótesis mediante la experimentación y el análisis de los resultados); en un sentido más amplio pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de diferentes características (Del Carmen, 2000),

Las teorías mencionadas se articulan para formar una propuesta de enseñanza-aprendizaje que se guía por la siguiente estructura: Como punto de partida y buscando generar en el estudiante una comprensión de los contenidos conceptuales sobre electromagnetismo. Para ello se propone como problema, la construcción de un motor



eléctrico en cuatro momentos de trabajo. En cada momento se trabajan temas relacionados entre sí para la creación de un motor eléctrico, de forma tal que cada tema se relacione con cada parte del artefacto y que al final convergen convirtiéndose en el todo (motor eléctrico).

El enfoque de estudio utilizado en esta investigación es el método de casos. En este sentido, se toman varios casos instrumentales, para llegar a una particularización, sobre el aprendizaje conceptual de inducción electromagnética a través de los trabajos prácticos. Desde este enfoque se busca conocer bien cada uno de los casos, y no principalmente para ver en que se diferencian unos de otros, sino para analizar la forma de como comprende los conceptos de inducción electromagnéticas y la forma como lo relaciona con su cotidianidad.

Esta monografía contiene 6 capítulos. El primer capítulo es sobre el objeto de investigación. Este capítulo incluye el problema y justificación, pregunta de investigación y por último objetivo general y objetivos específicos. El segundo capítulo, es el marco teórico que sustenta la investigación. Este capítulo contiene 3 apartados que tratan cada uno sobre los siguientes temas: resolución de problemas, trabajos prácticos y electromagnetismo. En el tercer capítulo, se trata la metodología de la investigación. En él se propone la población, el tipo de investigación a realizar y los casos a estudiar. Además, se presenta el proceso de elaboración de los instrumentos utilizados en la investigación para evaluar en los estudiantes el aprendizaje conceptual sobre electromagnetismo.

El cuarto capítulo, se ocupa de la estrategia didáctica, en el cual se propone un modelo de estrategia didáctica, la cual es aplicada para luego analizar la factibilidad de su implementación en el aula de clase como herramienta didáctica para el aprendizaje



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

conceptual. En el quinto capítulo, se presentan los resultados obtenidos, además del análisis e interpretación de los resultados, y en el sexto capítulo, se proponen las conclusiones.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Capítulo N° 1: Objeto de estudio

1.1 El problema y su justificación

La educación en ciencias debería estar orientada al aprendizaje conceptual, procedimental, actitudinal y a la formación de personas críticas frente a las relaciones entre ciencia, tecnología y la influencias de estas en la sociedad. Así, los estudiantes deberían explicar los hechos y fenómenos naturales utilizando conocimientos científicos, en vez de ideas espontáneas (Ángulo & García, 1999). De igual manera establecer relación entre formación formal y la experiencia de la vida cotidiana (Zuza, Almudí, & Guisasola, 2012), pero lo que se observa en las clases de física es la utilización de algoritmos matemáticos.

Es por esto que, con frecuencia en las aulas de clases se desarrollan más ejercicios que problemas, lo que implicaría mecanización en los procedimientos. Es necesario resolver problemas prácticos que permitan a los estudiantes emitir hipótesis, diseñar experimentos, ejecutarlos y analizar sus resultados (García & Rentería, 2012), lo que conlleva un aprendizaje conceptual y procedimental, como también establecer relación entre la formación formal y la experiencia de la vida cotidiana (Zuza, Almudí, & Guisasola, 2012).

Por otro lado, y de acuerdo a investigaciones hechas en los últimos años, se encuentra que en algunos fenómenos relacionados con electromagnetismo los estudiantes universitarios y de educación media, e incluso, en profesores del área presentan grandes dificultades, debido a que dichos fenómenos son desarrollados de forma conceptual y teórica, sin ahondar en la

causa, ni presenciar el fenómeno físico en la realidad del estudiante, lo cual conlleva a que los estudiantes conciban esta disciplina como una materia abstracta y de difícil comprensión, adoptando una actitud apática hacia ésta. (Duit, 2009; Marulanda, & Gómez, 2006)

Aunque la enseñanza de la Física sigue estando centrada solo en la parte teórica y conceptual, es necesario que se establezca una postura y una imagen de ésta que vincule la visión antes mencionada con los problemas que posibilitan la formación y el desarrollo de los conceptos de la física, es decir, se espera que los diferentes juicios emitidos sobre el mundo físico en una teoría resulten comprensibles y necesarios cuando se ubican en un contexto conceptual adecuado. Desde esta perspectiva los trabajos prácticos, se convierte en algo que va más allá que una simple herramienta de comprobación de teorías.

Todavía cabe señalar que, la relevancia de los fenómenos de Inducción Electromagnética (IE) en la enseñanza ha ido aumentando en los últimos años a medida que sus aplicaciones tecnológicas se han hecho más comunes en la vida cotidiana. La correcta interpretación de estos fenómenos permite a los ciudadanos la toma de decisiones de forma más racional, en relación a muchas aplicaciones de la IE. Por ejemplo, las cocinas de inducción no suponen un riesgo para la salud, información sobre los motores eléctricos, el funcionamiento del tren de alta velocidad entre otros. (Zuza, Almodí, & Guisasola, 2012).

Es por esto, que la enseñanza a través de la investigación dirigida permite que el estudiante construya por sí mismo y mediante el método científico un cuerpo de

conocimientos que le permita explicar científicamente fenómenos cotidianos que le generan intriga. Esta novedosa manera de enfocar el aprendizaje de conceptos científicos, posiciona al estudiante como el eje central de su aprendizaje, este pasa a ser sujeto activo, ya que tiene que idear toda una concepción de métodos para lograr responder su interrogante, tiene que retomar y aprender nuevos conceptos y por último reorganizar todo ese nuevo conocimiento para generar una respuesta a su incógnita.

Por otra parte, los hechos de los que se habla en clase tienen poco que ver con los construidos cotidianamente y no se pueden establecer relaciones significativas a no ser que a través de las actividades de enseñanza se favorezca este cambio de percepción (Sanmartí, Márquez, & García, 2002), la utilización de la investigación dentro de un aula implica necesariamente la puesta en práctica del pensamiento científico (Rasilla, 2004). La investigación dirigida implica entonces todo un cambio de paradigma y de teorías de aprendizaje en el proceso de la enseñanza de las Ciencias, así como un cambio en el docente y en el estudiante de metodologías, conceptos y actitudes. (Pérez, 1993 y Gil, *et al.*, 1999).

De modo que, cuando el estudiante aprende los conceptos de la ciencia, obtiene la capacidad de explicar los fenómenos del mundo que lo rodea utilizando modelos y teorías propias de la misma, por lo cual aprender ciencias, implica aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de cuestionar sus aplicaciones (Arca, Guidoni, & Mazzoni, 1990).

Teniendo en cuenta las ideas expuestas, en busca de mejorar el aprendizaje conceptual en la física, y por ende de reflexionar sobre los métodos de enseñanza en aras de cumplir con el objetivo de proporcionar una formación básica e integral, coherente con las necesidades y retos de esta sociedad, surge como pregunta orientadora:

¿Qué influencia tiene una estrategia didáctica basada en trabajos prácticos, en el aprendizaje conceptual sobre inducción electromagnética en los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa San Luis Gonzaga?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general.

Analizar la influencia que tiene una estrategia didáctica basada en trabajos prácticos en el aprendizaje conceptual sobre inducción electromagnética en los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa San Luis Gonzaga

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Construir una estrategia didáctica en la que se utilicen los trabajos prácticos de laboratorio como metodología de enseñanza – aprendizaje.
- Analizar el aprendizaje conceptual que construyen los estudiantes sobre electromagnetismo, cuando se utilizan los trabajos prácticos como metodología de enseñanza-aprendizaje.

Capítulo N° 2: MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

En este apartado se encuentra una amplia concepción de resolución de problemas, la cual adopta los planteamientos de García (2003) desde su definición de problema, repercutiendo en las concepciones teóricas de distintos autores y siguiendo un conducto conceptual. Además, se encontrará un sin número de investigaciones que priorizan en el carácter experimental de los trabajos prácticos, bajo paradigmas tradicionales que han sido mal empleados, subutilizados e inclusive olvidados, de igual manera, se presenta unas definiciones y categorías que se adecuan a las investigaciones propuestas por Caamaño (2004). Finalmente, se presenta el tema de inducción electromagnética bajo algunos referentes conceptuales que se abordan desde el ámbito educativo, articulándolo con resolución de problemas y trabajos prácticos.

2.1 Resolución De Problemas

2.1.1 ¿Qué es un problema?

Un problema ubicado dentro de la didáctica de las ciencias, se define como una situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta, el problema surge cuando el individuo no puede responder inmediata y eficazmente a la situación (Woods, Crowe, Hoffman, & Wrigth, 1985). Por otro lado, y teniendo en cuenta los planteamientos de Perales, (1993) por problema puede entenderse cualquier situación prevista o espontánea que produce cierto grado de incertidumbre y una conducta tendiente a la búsqueda de su solución.

Gil, Torregrosa, & Senent (1988) consideran un problema como una situación que presenta dificultades para las cuales no existen soluciones evidentes, pues una vez conocidas éstas, dejan de constituir problemas.

Existen muchas definiciones de problema trabajadas por ciertos autores, estos concuerdan en que un problema representa una dificultad para responder acertadamente una situación. En esta investigación se adopta un problema como una excusa para introducir el conocimiento y se define como una situación enfrentada por un individuo o un grupo, que presenta una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, exige una solución que aún no se tiene para las cuales se deben hallar interrelaciones expresas y tácitas entre un grupo de factores. Lo que implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las propias ideas, la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales, es decir, la elaboración de nuevas explicaciones que constituyen la solución al mismo (García, 2003).

2.1.2 Tipos de problema.

De acuerdo con la definición que se tiene de problema surgen formas de catalogarlos según características encontradas, es así como (Frazer, 1982) plantea que existen dos tipos de problemas: los artificiales y los reales. Dentro de los artificiales se encuentran aquellos problemas cuya solución es conocida por la persona que los plantea, pueden tener o no un objetivo dirigido y ser cerrados o abiertos, según posean una única solución o un número variable de ellas. Los reales son aquellos que no tienen solución o no se les conoce.

Garrett (1988) establece tres tipos de problema. Según su solución pueden ser cerrados, abiertos y enigmáticos.

Los cerrados son los que tienen sólo una respuesta o más de una, pero igualmente correctas. El resolvente sabe generalmente cuándo ha llegado a una respuesta. Las situaciones abiertas, carecen de solución definida. Puede haber varias respuestas de las que ninguna de ellas sea correcta o equivocada en términos absolutos, sino simplemente la más adecuada para un conjunto dado de circunstancias. Y las enigmáticas, no son ni solucionables ni resolubles. Estos son los "problemas verdaderos". Ellos requieren que el resolvente salga de los paradigmas existentes, los reaplique, los reinterprete o, en último término, que produzca un paradigma totalmente nuevo.

Según la tarea a realizar de los problemas se clasifican en dos tipos problemas, problemas por resolver y problemas por demostrar (Polya, 1992). El propósito de un problema por resolver es descubrir cierto objeto, la incógnita del problema. Los problemas por resolver pueden ser teóricos o prácticos, abstractos o concretos; son problemas serios o simples acertijos. Sus principales elementos son: la incógnita, los datos y la condición. El propósito de un problema por demostrar, también llamado teorema, consiste en mostrar de modo concluyente la exactitud o falsedad de una afirmación claramente enunciada. Sus elementos principales son la hipótesis y la conclusión del teorema que hay que demostrar o refutar.

La separación entre unos y otros tipos de problemas variará dentro de un individuo y otro, esto dependerá de sus intereses y conocimientos previos. Cuando un problema no es

claro, su respuesta vendrá dada por los intereses propios del individuo y cuando está clara su naturaleza y la forma de enunciar el problema, el razonamiento se convierte fácilmente en una forma de competición y discusión (Mason, Burton, & Stacey, 1988) teniendo en cuenta que el que lo formula ya sabe la respuesta, por lo tanto, hay una gran diferencia entre darse cuenta del problema y que ofrezcan una situación en que otra persona ha identificado el problema.

Por otro lado, la clasificación de problemas planteada por García (1998) define los problemas cualitativos como un problema que requiere una explicación adecuada para una pregunta cualitativa y para el cual no hay suficiente información para la obtención de una respuesta. Además, estos a su vez son clasificados por Garret (1988) en problemas cualitativos abiertos y cerrados, los problemas cualitativos cerrados son aquellos que presentan una solución simple, mientras los problemas cualitativos abiertos son aquellos que presentan múltiples soluciones, las cuales son igualmente válidas.

En esta investigación se aborda un tipo de problemas cualitativo singular propuesto por García (1998), el cual es frecuentemente utilizado en las sesiones de laboratorio o en aquellas dedicadas a la realización de trabajos prácticos en la clase de ciencias, donde los estudiantes a través de un diseño experimental, obtienen un grupo de ideas para más tarde calcular una premisa que puede ser usada para responder un problema.

2.1.3 Historia de resolución de problemas.

Las investigaciones sobre el proceso de resolución de problemas se remontan a la década de los 50, en la cual se diseñaron estrategias para mejorar la capacidad para resolver problemas en los estudiantes universitarios.

La experimentación de estas estrategias permitió concluir que “a los estudiantes se les debía enseñar a resolver los problemas, centrándose en el proceso de resolución y no tanto en la respuesta que tuviese el problema, y que, los procedimientos para resolver problemas podrían ser enseñados como hábitos y transformados a través de una formación y práctica apropiadas” (Bloom & Broder, 1950), así estas investigaciones dejaron en claro que el proceso es más importante que el producto, y que, para que un estudiante resuelva con éxito un problema es necesario que posea la información adecuada sobre su proceso de resolución, además, de la información específica en el campo al que pertenezca el problema.

Durante la década de los 60 las investigaciones se centraron en el diseño de programas que hiciesen posible el desarrollo del pensamiento productivo a los estudiantes, programas que incluían estrategias para mejorar la capacidad de los estudiantes para resolver problemas y para generar ideas creativas a través del fomento del pensamiento divergente.

En la década de los 70, las investigaciones sobre el proceso de resolución de problemas se orientaron hacia el entrenamiento de los alumnos en el manejo de heurísticos, dándose origen a programas que tenían el objetivo de enseñar patrones de resolución de los problemas a los estudiantes, (Schoenfeld, 1980). Durante la década de los 80, las investigaciones acerca de la resolución de problemas se orientaron hacia la combinación de las sesiones de aprendizaje dedicadas a la construcción de conocimientos específicos de un

campo de conocimiento y las sesiones dedicadas al desarrollo, en los estudiantes, de las capacidades creativas y de las aptitudes para la resolución de problemas (Greeno, 1980).

2.1.4 Definición de resolución de problemas.

En esta investigación la resolución de problemas es entendida como instrumento que genera un proceso a través del cual quien aprende combina elementos del procedimiento, reglas, técnicas, destrezas y conceptos previamente adquiridos para dar soluciones a una nueva situación (Nortes, 1987).

La resolución de problemas constituye un proceso en el cual se utiliza el conocimiento de una determinada disciplina, así como las técnicas y habilidades de ella para salvar la brecha existente entre el problema y su solución (Frazer, 1982). Hay que considerar la resolución de problemas como un proceso productivo, donde el sujeto que resuelve un problema requiere un cierto periodo de maduración de ideas, seguido de la intuición, gracias a la cual logra reorganizar mentalmente el problema (Meyer, 1977).

Otros autores como (Kempa, 1986) consideran que la resolución de problemas constituye un proceso mediante el cual se elabora la información en el cerebro del sujeto que los resuelve, dicho proceso requiere el ejercicio de la memoria e implica tanto la comprensión del problema como la selección y utilización adecuada de estrategias que le permitirán llegar a la solución.

2.1.5 Procesos de la resolución de problemas.



En este apartado se abordan los procesos de la resolución de problemas, entre los cuales se encuentran los modelos algorítmicos, los heurísticos y la investigación dirigida respectivamente.

- **Modelos algorítmicos.**

Estos modelos pretenden transformar los problemas en situaciones estándar que puedan resolverse mediante operaciones rutinarias. Básicamente lo que persiguen es desproblematizar los problemas a través de estrategias o heurísticos que permitan guiar la resolución convirtiéndolos en simples ejercicios o sistematizándolos mediante algoritmos. Cuando se pretende simplificar, nos encontramos con la necesidad de tratar de algoritmizar todos los problemas posibles para que los estudiantes, llegado el caso, no tengan que enfrentar a un problema del que desconocen el algoritmo (Ramírez, Gil, & Torregrosa, 1994).

Por otro lado, el conocimiento de unas reglas que llevan directamente hasta la solución sin que sea necesario dudar, induce un falso sentido de seguridad en el resolvente que es incapaz de enfrentarse satisfactoriamente con una situación nueva para él (Frazer, 1982). La puesta en práctica de este modelo lleva a favorecer un tratamiento operativista a partir de los datos que suministra el enunciado y que impide la reflexión cualitativa y el análisis de las situaciones, lo que conduce a los estudiantes a reconocer el problema o a abandonar (Gil et al., 1988).



- **Heurísticos**

Estas son estrategias generales de resolución de problemas, carentes de contenido matemático específico, no aseguran llegar a la solución, pero aumentan las posibilidades de alcanzarla (De Corte, 1993). Apropiarse de un heurístico implica: saber cuándo hay que usarlo, saber cómo se relaciona con otros heurísticos, saber todas sus variantes y sus aplicaciones, saber qué puede esperarse del heurístico (Nortes, 1987).

Los estudios que pueden englobarse bajo las estrategias heurísticas pretenden enseñar a los alumnos estrategias de resolución de problemas que, presuntamente, les permitirán resolver los problemas con un mayor acierto.

Las discusiones sobre las estrategias heurísticas de resolución de problemas en matemática, comienzan con Polya, (1992) quien plantea cuatro etapas en la resolución de problemas matemáticos: la primera es comprender el problema: ¿cuál es la incógnita?, ¿cuáles son los datos?, ¿cuáles son las condiciones?, ¿es posible satisfacerlas?, ¿son suficientes para determinar la incógnita, o no lo son? ¿son irrelevantes, o contradictorias?, etc. La Segunda es diseñar un plan: ¿se conoce un problema relacionado?, ¿se puede replantear el problema?, ¿se puede convertir en un problema más simple?, ¿se pueden introducir elementos auxiliares? La tercera, ponerlo en práctica: aplicar el plan, controlar cada paso, comprobar que son correctos, probar que son correctos, y la cuarta es examinar la solución: ¿se puede chequear el resultado?, ¿el argumento?, ¿podría haberse resuelto de otra manera?, ¿se pueden usar el resultado o el método para otros problemas?

Los heurísticos se les ha criticado por considerar que la caracterización que hizo Polya, (1992) sirve para identificar las estrategias cuando éstas son utilizadas, pero no ofrecía orientaciones para que, aquéllos que no estaban familiarizados con la técnica, la emplean con éxito. Con el paso del tiempo y las investigaciones se ha podido demostrar que los heurísticos se pueden potencializar mediante prácticas repetitivas (Schoenfeld, 1980).

- **Investigación dirigida.**

La investigación dirigida tiene como idea general de enseñanza que el estudiante construya por sí mismo y mediante el método científico un cuerpo de conocimientos que le permita explicar científicamente fenómenos cotidianos que son interesantes para él. La investigación, es entendida como un proceso de detección, análisis y búsqueda de soluciones a los problemas que los educandos y el profesor se plantea (Porlán, 2000).

Esta novedosa manera de enfocar el aprendizaje de conceptos científicos, posiciona al estudiante como el eje central de su aprendizaje, este pasa a ser sujeto activo, ya que tiene que idear toda una concepción metodológica para lograr responder su interrogante, tiene que retomar y aprender nuevos conceptos y por último reorganizar todo ese nuevo conocimiento para generar una respuesta a su incógnita.

Autores como (Pérez, 1993), (Gil, y otros, 1999) y (Campanario & Moya, 1999) establecen una posible secuencia lógica para el proceso de mediación del conocimiento mediante la investigación dirigida, así: Se plantea la situación problemática, el nuevo concepto (Furió & Guisasola, 2001), los estudiantes expresan sus ideas, plantean hipótesis

sobre el nuevo concepto y por último se propone una estrategia para abordar el nuevo conocimiento, es decir, estrategias de solución para obtener los nuevos resultados que permitan llegar a conclusiones específicas sobre la inducción electromagnética.

En consecuencia, la Investigación Dirigida más que un método de enseñanza se puede considerar como un método de construcción del aprendizaje, el cuál brinda a los estudiantes las herramientas para el aprendizaje autónomo, llegando a la premisa del aprender a aprender, generando capacidad crítica en el papel de investigador (Cañal & Porlan, 1987). Además, la utilización de esta dentro de un aula implica necesariamente la puesta en práctica del pensamiento científico, es por lo tanto un modo de indagar en la realidad (Rasilla, 2004).

En otras palabras, la investigación dirigida juega un papel fundamental en la investigación, ya que articula el eje teórico con el trabajo realizado en el aula, presentando un cuerpo de conocimiento que implica la comprensión del método científico conjeturando con fenómenos de la vida diaria desde su contexto. Es por esto que, la ciencia en nuestro caso debe servir para explicar al alumno la realidad en la que vive, de modo que la Ciencia que se enseña en el aula tendrá un sentido para ellos generando así el verdadero aprendizaje significativo.

2.1.6 Implicaciones didácticas de la resolución de problemas.

La resolución de problemas utilizada como estrategia para generar cambios conceptuales se centra en la creación de condiciones que permitan al profesorado poner en cuestión el tratamiento didáctico de los problemas, y construir un modelo de resolución que implique el enfrentamiento a situaciones que faciliten al estudiante construir hipótesis, diseñar, ejecutar y analizar trabajos prácticos de laboratorio (Gil y otros 1988), se trata entonces de saber guiar el proceso que se lleva dentro del aula para lograr la comprensión conceptual de los trabajos que se realizan.

En palabras de García & Rentería (2013), la resolución de problemas se considera un modelo didáctico en el que se puede aplicar una metodología científica para resolver situaciones problema, que implique construir hipótesis, diseñar experimentos, ejecutarlos y analizar sus resultados. Así mismo, la aplicación de problemas cualitativos dentro del aula, contribuyen al mejoramiento de la comprensión conceptual, además ayuda a que no se busque información irrelevante y se realicen operaciones con variables que no hacen parte de los contenidos teóricos que están vinculados con la problemática (García, 2003).

Por todo esto, la resolución de problemas como estrategia para generar cambios conceptuales implica un cambio metodológico y actitudinal de los estudiantes, esto debido a que se sale de los paradigmas tradicionales de enseñanza-aprendizaje y pone al estudiantado como eje central en la construcción del conocimiento, adquiriendo un carácter didáctico por el hecho de involucrar en forma directa al profesor y a sus estudiantes (Gómez, 2007).

Adicionalmente, se generan espacios de aprendizaje autónomos al realizar procesos como la correspondencia entre las estructuras matemáticas o ecuaciones y el esquema físico

del fenómeno (García & Rentería, 2013). Una de las características más relevantes de la Resolución de Problemas, es que posibilita el análisis y la reflexión sobre el desempeño y proceso que ha llevado a cabo el resolutor de un determinado problema, esto a partir de un proceso de observación derivado de las etapas y procesos que se han desarrollado para una posible resolución (Navarro, Ossa, & guerrero, 2006).

En conclusión y, entendiendo la ciencia como una construcción del hombre que explica los fenómenos de la naturaleza, la resolución de problemas nos crea la necesidad de conocer sobre las nociones científicas y así crear modelos que sirven para representar conceptual y esquemáticamente los conocimientos científicos y las correlaciones entre los fenómenos, para visualizarlos y explicarlos (Jiménez & Perales, 2002), la resolución de problemas nos muestra el carácter práctico de la ciencia y sus implicaciones en el contexto social y cultural.

2.2 Trabajos prácticos

En este apartado se encuentran numerosas investigaciones que se centran en recuperar el carácter experimental, bajo ciertos paradigmas tradicionales que han sido mal empleados, subutilizados e inclusive olvidados. Además, se presentan las definiciones que han construido algunos autores sobre este concepto, retomando la que más se acomoda a esta investigación en conjunto con las categorías propuestas por Caamaño (2004).

2.2.1 Definición de trabajos prácticos

En este trabajo nos centraremos en los trabajos prácticos según la definición de Del Carmen (2000), donde se refiere a Trabajos Prácticos como aquellas actividades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en las que los estudiantes utilizan determinados procedimientos, pudiendo relacionarse con el trabajo de laboratorio o de campo, pero en un sentido más amplio pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de diferentes características.

Hodson (1994) entiende por trabajo práctico toda aquella metodología de aprendizaje que exija a los estudiantes el ser activos: actividades con computadoras, análisis de casos, entrevistas, debates y representación de papeles, escribir tareas de diversos tipos, hacer modelos, carteles y álbumes de recortes, investigar en la biblioteca, tomar fotografías y hacer videos.

Por otro lado, autores como Millar y otros (1999) definen los trabajos prácticos como toda clase de actividades del aprendizaje de las ciencias, que involucran a los estudiantes en el manejo u observación de objetos o materiales reales (o representaciones directas de éstos, como una simulación o grabación en video), que ellos estén estudiando.

Además, Woolnough (1991) se refiere a los trabajos prácticos como una forma de dar a los alumnos la oportunidad de resolver problemas cotidianos. Esta orientación es una consecuencia de la incidencia en el campo de los trabajos prácticos del movimiento para una enseñanza de las ciencias con contenidos más relevantes socialmente.

2.2.2 Procesos Históricos de los trabajos prácticos

Los trabajos prácticos experimentales han estado presentes en los procesos de investigación de la comunidad científica. Algunos aportes al respecto son las siguientes:

A partir del siglo XIII la observación y la experiencia como la base del trabajo científico, comienza a adquirir relevancia dada a la influencia de Roger Bacon (1214-1292), Escoto (1265-1308) y G. Occam (1280-1349). Entorno a la experimentación, es Galileo Galilei (1564-1642) quien lo toma como elemento fundamental de su investigación, haciendo uso de instrumentos de medición y las matemáticas para considerar los resultados obtenidos. (Malfasi & Suárez, 2009)

René Descartes (1596-1650) en el siglo XVII, propone el método hipotético deductivo; allí la experimentación hace parte integral de su investigación. Desde ese momento hasta la actualidad se ha planteado la necesidad de la comprobación experimental de los argumentos teóricos. En este sentido, Feynman (1998) dice que la prueba de todo conocimiento es el experimento. El experimento es el único juez de la “verdad científica” (p.32), pero se debe tener en cuenta que no toda teoría es demostrable experimentalmente, eso no quiere decir que no sea verídica.

Desde la perspectiva educativa, hace casi trescientos años que John Locke planteó la necesidad de realizar trabajos prácticos con los estudiantes; a finales del siglo XIX esta propuesta formaba parte del currículo de ciencias en algunos países. En Colombia, de acuerdo con los lineamientos curriculares en la enseñanza de las ciencias la teoría y la práctica deben tener el mismo sentido, y por tanto incursionan los trabajos prácticos en la educación colombiana, debido a que:

“El mundo, tal como hoy lo concebimos, es el producto de largos procesos evolutivos que han sido reconstruidos en la mente del ser humano gracias a su imaginación combinada con la experimentación y la observación cuidadosa. La imaginación crea las nuevas teorías que modelan los procesos; la experimentación y la observación buscan el sustento empírico que ellas necesitan para ser incorporadas al conocimiento científico”. (Colombia, 1998, p.8).

Los trabajos prácticos de laboratorio tuvieron gran acogida a principios del siglo XX, a pesar de que fueron divulgados desde hace más de cien años, utilizado como apoyo en la educación, posibilitando confirmar y reforzar la teoría enseñada. Sin embargo, aunque los trabajos prácticos se incluían en el aula, por lo general las demostraciones prácticas eran realizadas por el docente, asumiendo el trabajo práctico como experiencias de cátedra y cuya finalidad consistía en verificar una ley o principio.

En los años 60' se decidió hacer partícipe al estudiante del trabajo realizado en el laboratorio, con el fin de que reconocieran las técnicas científicas. Esto permitió pensar la enseñanza de las ciencias más allá de la simple transmisión verbal del conocimiento, y que el estudiante descubriera conceptos y principios mediante la orientación del docente.

2.2.3 Clasificación de los trabajos prácticos

Aureli Caamaño (2004) diferencia los trabajos experimentales en cuatro tipos:

- **Experiencias:** son actividades que respaldan la habituación perceptiva de los estudiantes con los fenómenos; como ejemplos: el comprobar la atracción entre imanes, percibir el olor al pasar corriente eléctrica a través de un cable de cobre esmaltado, entre otros.

- Experimentos Ilustrativos: están dirigidos a desentrañar un fenómeno, ilustrar un principio o exponer una correspondencia entre variables. Se indican como ejemplos de esta categoría: La diferencia entre imanes de magnetita y de neodimio y la intensidad de atracción entre estos, el movimiento que efectúa el enrollado de alambre (por el cual pasa corriente eléctrica) tras la interacción con el imán, entre otros.
- Ejercicios prácticos: Estos aluden a las actividades que favorecen el desarrollo de habilidades prácticas (medición o manipulación de aparatos, entre otras), pericias de investigación (control de variables, diseño de experimentos, etc.), estrategias de comunicación (saber seguir instrucciones o comunicar los resultados por medio de un informe) o procesos cognitivos en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, entre otros.) algunos ejemplos de esa categoría son: clasificar objetos en magnéticos y no magnéticos, redacción de un informe que dé cuenta de los resultados de la investigación, entre otros.
- Investigaciones: diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar *como* lo hacen los científicos en la resolución de problemas, familiarizarse con el trabajo científico y aprender en el curso de estas investigaciones, las destrezas y procedimientos propios de la indagación. Según el tipo de problemas que resolver, las investigaciones pueden ser para resolver problemas teóricos o para resolver problemas prácticos. Algunos ejemplos de problemas teóricos son ¿qué relación existe entre la presión y el volumen de un gas?, ¿cómo podemos determinar la carga eléctrica de un ion?, ¿los sedimentos se depositan siempre en capas horizontales?, ¿se transmite ligado al sexo un gen de la mosca *Drosophila*?). En la resolución de problemas prácticos el énfasis se pone en la comprensión procedimental de la ciencia, es decir, en la planificación y realización de

investigaciones, no dirigidas especialmente a la obtención de conocimiento teórico. Ello no significa que su percepción y planificación no conlleve una determinada «carga» conceptual. Por ejemplo, ¿qué material de un grupo compuesto por varios abriga más?, ¿qué detergente de un grupo compuesto por varios es el más eficaz?, ¿cómo pueden detectarse adulteraciones en los alimentos? Este tipo de investigaciones pueden conectarse más fácilmente con aspectos CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) del currículo.

Un mismo trabajo práctico puede estar en una o varias de las categorías, todo depende de los objetivos didácticos y la orientación que se le dé a la actividad. La importancia de estos tipos de trabajos prácticos se recalca en el grado de apertura de los mismos, ya que las propuestas de mayor apertura, acercaran a los alumnos a problemas prácticos más reales y a la toma de decisiones razonables, críticas y argumentadas desde la ciencia. Los aspectos a cuidar para favorecer dichas características son: la diversidad de soluciones, que depende del problema planteado, las múltiples estrategias de solución del mismo, el grado de direccionamiento del profesor y la participación del estudiantado. (Hernández, Irazoque & López 2012)

2.2.4 Dificultades de los trabajos prácticos

El trabajo práctico ha sido periódicamente desacreditado, muchas veces calificado como una pérdida de tiempo, en la medida que los estudiantes lleven a cabo ejercicios en clase teniendo solo una ligera idea de lo que están haciendo, sin apenas comprender el objetivo del experimento o las razones que ha llevado a escoger tal o cual práctica, y con

escaso entendimiento de los conceptos subyacentes. Parece que estén haciendo poco más que «seguir unas recetas». Y lo más probable es que causen confusión y resulten contraproducentes. (Moreira, 1980), sin embargo, la idea predominante en el profesorado de ciencias es que la experiencia práctica es la esencia del aprendizaje científico. (Hodson, 1994)

Izquierdo, Sanmartí & Espinet, (1999), por su parte, afirman que los experimentos escolares son poco eficaces porque se diseñan teniendo como referente lo que hacen los científicos, cuando deberían ser como un guion especialmente diseñado para aprender determinados aspectos de las ciencias, con su propio escenario (aula, laboratorio escolar, unos alumnos, un material), muy diferente del de una investigación.

Las autoras Hernández, Irazoque & López, (2012) le reconocen al trabajo experimental finalidades diversas: familiarización con los fenómenos, ilustrar conceptos científicos, desarrollar actividades prácticas, contrastar hipótesis e investigar. Dichas finalidades condicionan el diseño de los diferentes tipos de trabajos prácticos, útiles en general en el aprendizaje de procesos científicos. Sin embargo, las prácticas diseñadas para la investigación son las menos frecuentes en las aulas, aunque son las que más ayudan a aprender.

En la resolución de trabajos prácticos tradicionalmente usados en los laboratorios, ha existido suficiente consenso a la hora de reflexionar su gran interés para la formación científica de los alumnos. Sin embargo, a la hora de medir los resultados reales que con los mismos se obtenían, algunos autores los encontraban positivos, mientras que otros veían todo lo contrario (Barberá y Valdés, 1996) debido, posiblemente, a la misma falta de consenso en los criterios de evaluación.

Es necesario que, en lo referente a la resolución de trabajos prácticos, se deba seguir una línea de investigación donde se busque resolver los siguientes interrogantes: ¿se obtienen resultados adecuados en el aprendizaje y de estos cuáles se pueden considerar como tales? Además, está por establecer cuáles son los instrumentos adecuados para la medición de dichos resultados y detallar criterios para elaborarlos (recordemos que esto se ha apuntado como una de las causas de la falta de consenso a la hora de discernir si se obtienen ventajas didácticas con los trabajos prácticos, (Miguens & Garrett, 1991).

Los autores que trabajan la resolución de situaciones problemáticas llevadas a cabo como investigación, han sido conscientes de sus limitaciones a la hora de proponer los modelos de resolución. (Caamaño, 2003)

2.2.5 Implicaciones didácticas de los trabajos prácticos

Los trabajos prácticos se hacen importantes en la medida que abarque un conglomerado variado de actividades, pero conservando unas características en común con miras al cumplimiento de unos objetivos: a) Los alumnos las realizan, con grado variable de participación en su diseño y ejecución, b) Implican usar procedimientos científicos de diferentes características (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas, elaboración de conclusiones, etc.), considerando el nivel escolar de los alumnos, c) Requieren material específico, semejante al usado por los científicos, aunque a veces simplificado para facilitar su uso por los alumnos, d) Pueden realizarse en el aula o en ambientes diferentes al del aula (laboratorios, campo, museos,

bibliotecas, etcétera), e) Usualmente su organización es más compleja que las de las actividades habituales de aula.

Por otro lado, la necesidad de manipular, de observar y de experimentar para aprender ciencias depende en buena parte de lo que se considere la finalidad de su aprendizaje. si se quiere llegar a construir un modelo es importante revisar las formas de percibir los hechos. Aprender ciencias, implica aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de emocionarse en relación a ellos, todo de forma simultánea (Arca, Guidoni, & Mazzoni, 1990). El objetivo de aprendizaje no es "saber qué es un gas" sino saber explicar fenómenos del entorno con dichos modelos. La actividad científica está guiada por la finalidad de explicar, de entender cómo y porqué sucede algo (muchas veces, para poder luego utilizar este conocimiento en la transformación de dicha realidad). De la misma forma, la actividad científica escolar sólo puede estar guiada por este tipo de objetivos. (Sanmartí, Márquez, & García, 2002).

2.3 Electromagnetismo

2.3.1 Desarrollo histórico del concepto campo e inducción electromagnética.

Las experiencias realizadas por Michael Faraday en Inglaterra en 1831, e independientemente por Joseph Henry en Estados Unidos ese mismo año, mostraron la capacidad de inducir una corriente eléctrica a un circuito, a través, de la interacción con un campo magnético variable. Los resultados de estas experiencias trascendieron la física, y se convirtieron en ley fundamental del electromagnetismo mejor conocida como ley de inducción de Faraday (Sancho, 2010).

A partir de esto, el electromagnetismo se ha convertido en una materia de suma importancia, ya que permite la comprensión de un sin número de fenómenos cotidianos cercanos al entorno del estudiante, al tiempo que favorece reconocer la importancia que han tenido los conceptos de este, en la evolución del quehacer científico para el avance de la tecnología de grandes proyecciones en la sociedad; pues hoy no se puede investigar el mundo y el universo, sin pensar en los aportes de esta teoría y que gracias a ella se han desarrollado un gran número de aparatos tecnológicos y electrónicos que facilitan el trabajo y evolución en la medicina, las telecomunicaciones, la astronomía, entre otras. (Sánchez, 2012)

Desde esta perspectiva la enseñanza de la física y en particular el componente del electromagnetismo, tiene como intención, desde el campo conceptual, favorecer en el estudiante la comprensión del campo magnético, interacción electromagnética y la aplicación de ambos en la cotidianidad, que motive y estimule a los estudiantes a encontrar relación entre lo experimental y lo teórico. Sánchez, A., (2012)

2.3.2 Campo electromagnético.

El campo magnético se genera por el movimiento de cargas eléctricas, esto es, por la presencia de corriente eléctrica. Ya sea, corrientes “normales”, debidas al transporte de cargas eléctricas, o sea, electrones libres o iones cargados que circulan por un circuito eléctrico o corrientes atómicas, estas se producen sin transporte de carga y son debidas a los electrones ligados al núcleo del átomo. El origen del magnetismo son las corrientes atómicas. (De Blas, 2005)

Dentro de lo que se debe aprender en Física encontramos que la noción de campo es fundamental en física, puesto que toma un extenso dominio de la disciplina. Y desde lo matemático, puede entenderse como una función que detalla el comportamiento de toda magnitud física definida en cada punto de una región del espacio-tiempo, es decir, un campo describe una cantidad medible y variable en dependencia de donde y cuando se haya hecho la medida. Para el análisis de este concepto, Maxwell desarrolla y consolida un importante movimiento metodológico y una actitud epistemológica para la investigación basado en el uso conjunto de tres métodos, la analogía entre dominios de la Física, el método hipotético deductivo y el analítico, de lo cual nace la teoría de los campos eléctricos y magnéticos, sintetizada en cuatro ecuaciones para dichos campos, constituyéndose así en la primera teoría donde la idea de campo adquiere significación física (Llancaqueo, Caballero, & Moreira, 2003).

En esta investigación, cuando hablamos de campo magnético, nos referimos a campos magnéticos estacionarios producidos por cargas en movimiento con velocidad constante o, de forma equivalente, por corrientes estacionarias (corrientes que no varían con el tiempo) dentro de la teoría clásica del electromagnetismo definida por las ecuaciones de Maxwell. (Guisasola, Almudí, Zubimendi, & Zuza, 2005)

Para una clara comprensión del concepto de campo magnético debemos familiarizarnos con los fenómenos magnéticos producidos por imanes y corrientes eléctricas.

Esto nos lleva a establecer los primeros indicadores:



1.1. Reconocer los imanes como fuentes del campo magnético, a través de una serie de características propias de la interacción magnética, como: sólo actúa sobre materiales muy concretos; siempre tiene dos polos; actúa a distancia; hacen girar la brújula.

1.2. Conocer que las líneas de campo magnético de los imanes son cerradas. Y llegar a reconocer la imposibilidad de que existan «monopolos magnéticos».

1.3. Reconocer que las cargas en movimiento, respecto de un observador inercial, producen campo magnético. En particular, saber explicar de forma cualitativa, el campo magnético de diferentes fenómenos como: una carga en movimiento, intensidad de corriente eléctrica en un circuito cerrado, hilo largo por el que pasa una corriente eléctrica, espira de corriente, solenoide. (Guisasola, Almudí, Zubimendi, & Zuza, 2005)

2.3.3 Inducción electromagnética.

La inducción electromagnética en la mayoría de los textos, se explica como un “efecto generador de corriente continua”. Y toman como base principal, el modelo de campo magnético. De igual manera, y desde una perspectiva más inherente y teórica, formalizada en la ley de Faraday, se puntualiza la inducción como un producto de la variación del flujo magnético. (Catalán, Caballero, & Moreira, 2009). Es decir, cuando evidenciamos variación de flujo magnético en un circuito, es porque en este se induce una FEM (Fuerza Electromagnética) que cumple las siguientes dos leyes:

- La ley de Faraday que relaciona el cambio de la FEM inducida en un circuito, con el ritmo de variación del flujo magnético que lo atraviesa.

- La ley de Lenz establece que el sentido de la FEM inducida se opone a la causa que lo produce. Esto se evidencia, cuando se pone a girar una bobina en un campo magnético y esta genera corriente alterna o continua. Una FEM Inducida produce efectos de amortiguamiento en el motor eléctrico y el galvanómetro. La inducción mutua es una magnitud que establece, los efectos de inducción en dos bobinas, mientras que, la auto inducción produce el mismo efecto, pero dentro de una bobina. (Rodríguez, & Naranjo, 2000)

De igual manera, si consideramos un circuito cerrado por el cual pasa una corriente o se le induce una FEM, podemos determinar cuál es la entrada o salida del campo magnético sabiendo únicamente la dirección de la corriente y viceversa (si lo que nos interesa es saber la dirección de la corriente y sabemos la distribución del campo). Todo ello con una particular regla llamada “ley de la mano derecha”. Esta se explica de la siguiente forma: la dirección del dedo pulgar es la de la corriente, y la forma o el sentido en que se cierran los dedos es el sentido que se mueve el efecto magnético (Figura 31).

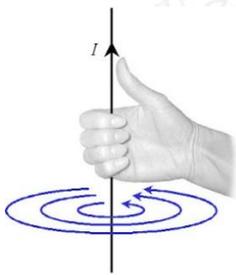


Figura 31

Además, si se quiere identificar los distintos vectores que interfieren en un fenómeno electromagnético, se puede contar con una segunda variación; El dedo pulgar indicara la

dirección de la corriente eléctrica I , el índice indicará la dirección del campo magnético B , y el anular, será la resultante, quien indicara dirección y sentido de la fuerza (Figura 32).

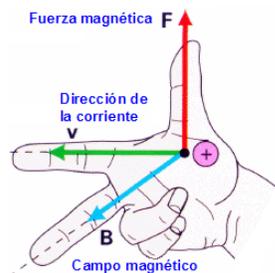


Figura 32

2.3.4 Dificultades del electromagnetismo

La necesidad de información sobre las concepciones alternativas y formas de razonamiento de los estudiantes es particularmente necesaria en aquellas áreas del currículo que han sido poco investigadas por el tipo de contenidos que trata, o bien, por el nivel de enseñanza. Así, mientras partes iniciales del programa de física, como las ideas de los estudiantes sobre el funcionamiento de circuitos eléctricos elementales, han sido ampliamente analizadas, otros conceptos del área de electromagnetismo, como la inducción electromagnética para niveles de secundaria post-obligatoria (16-18 años) y universidad, han sido poco investigados (Duit, 2009).

Los trabajos que muestran dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un modelo científico sobre los fenómenos de inducción electromagnética, constituyen un campo de investigación novedoso cuya bibliografía surge principalmente a partir de la última década. La relevancia de los fenómenos de Inducción Electromagnética (IE) en la enseñanza

ha ido aumentando en los últimos años a medida que sus aplicaciones tecnológicas se han hecho más comunes en la vida cotidiana. La correcta interpretación de estos fenómenos permite a los ciudadanos la toma de decisiones de forma más racional, en relación a muchas aplicaciones de la IE. Por ejemplo, las cocinas de inducción no suponen un riesgo para la salud, información sobre los motores eléctricos, el funcionamiento del tren de alta velocidad etc. (Zuza, Almudí, & Guisasola, 2012)

Así, al abordar tres ejes temáticos dentro del campo conceptual en cuestión, a saber: interacciones (en el sentido de fuerzas), fuentes de campo magnético e inducción electromagnética, se encuentra que, inicialmente, jóvenes tanto de secundaria como de primeros semestres de universidad no poseen competencias –en sentido amplio- para enfrentar y resolver situaciones propias de este campo conceptual. (Catalán, Caballero, & Moreira, 2009)

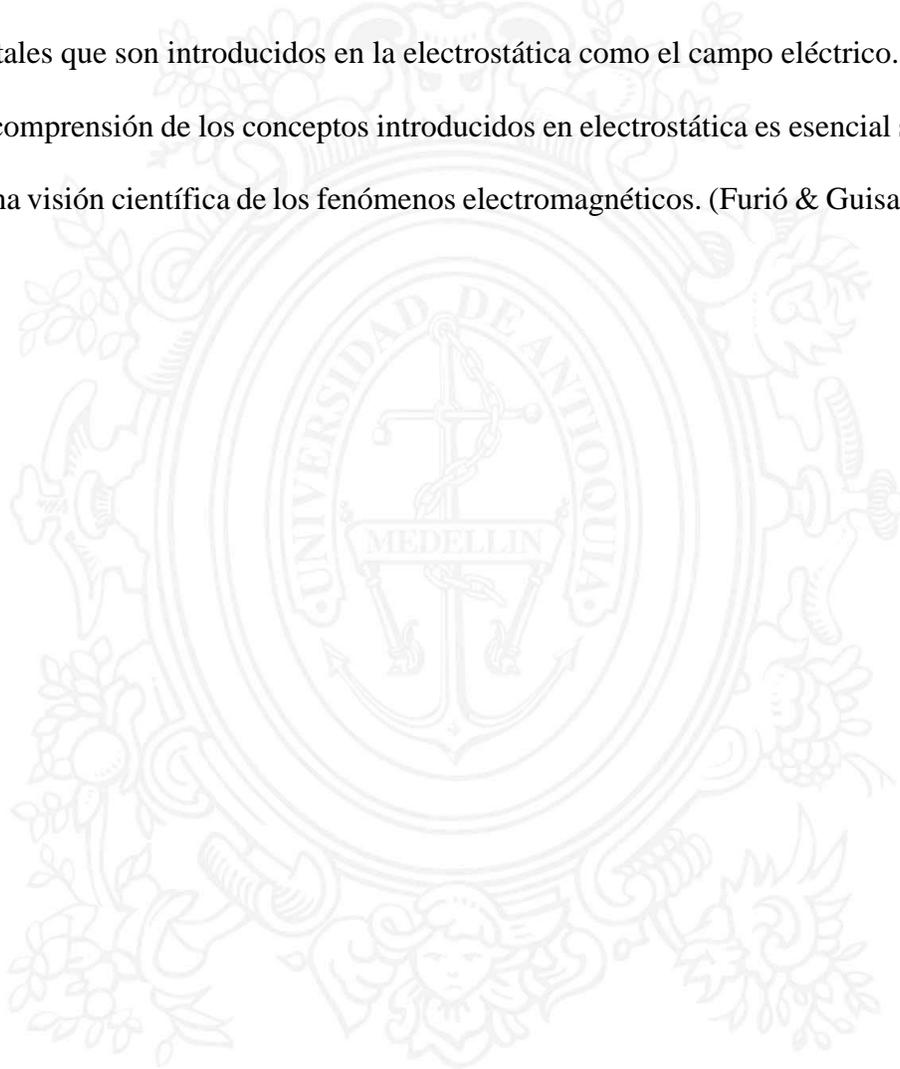
Las dificultades detectadas en el aprendizaje y comprensión del concepto se han interpretado como consecuencia de un tratamiento didáctico deficiente y confuso. En general, los alumnos que han recibido una enseñanza en la que el profesor se conforma con realizar definiciones operativas y manipulaciones cuantitativas (problemas de cálculo) de los conceptos, sin profundizar en su significado, presentan una serie de dificultades y confusiones (Martín & Solbes, 2001). Entre estas están:

- Los estudiantes no aceptan la existencia de un campo eléctrico en un medio donde las cargas están inmóviles, e ignoran las fuentes de campo no representadas explícitamente en forma matemática (Viennot & Rainsón, 1992).

- La dificultad de los estudiantes en la construcción del concepto de campo magnético y eléctrico dado su alto nivel de abstracción y complejidad, generando gran desmotivación en el aprendizaje de la misma. (Sánchez, 2012).
- La mayoría de los estudiantes no establecen diferencias entre los conceptos de fuerza magnética y campo magnético, estos identifican los conceptos a partir de la definición pero presentan dificultad para aplicarlos significativamente (Guisasola, Salinas, Almodí, & Velazco, 2003) es decir no dan una explicación cuantitativa de los fenómenos.
- Respecto al campo magnético no identifican como fuente del campo, las cargas eléctricas en movimiento, lo que dificulta la diferenciación de la interacción eléctrica de la magnética. La mayoría identifican el imán como causante del campo magnético pero no logran establecer una explicación acorde con la teoría, por lo tanto no establecen una relación entre una espira de corriente y un imán. A demás se evidencian las dificultades de los estudiantes a nivel procedimental en el manejo y comprensión de las expresiones matemáticas respecto al campo magnético. (Sánchez, 2012)

La enseñanza de los conocimientos teóricos es un problema que preocupa cada vez más al profesorado debido al alto porcentaje de respuestas erróneas de los estudiantes a cuestiones teóricas que exigen no sólo la mera repetición de la teoría impartida en clase sino la aplicación creativa de dichos conocimientos. Además, Los conceptos implicados son de alta demanda cognitiva y que además se apoyan en prerrequisitos fundamentales” (Furió & Guisasola, 1999).

Las dificultades encontradas en los trabajos mencionados revelan que los conceptos implicados son de alta demanda cognitiva y que además se apoya en prerrequisitos fundamentales que son introducidos en la electrostática como el campo eléctrico. Indica que una clara comprensión de los conceptos introducidos en electrostática es esencial si se quiere adquirir una visión científica de los fenómenos electromagnéticos. (Furió & Guisasola, 1999)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Capítulo N°3: Diseño metodológico



Facultad de Educación

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación se enmarca en un paradigma cualitativo debido a que no se pretende generalizar, ni medir, sino describir y analizar la influencia que tiene la estrategia didáctica basada en trabajos prácticos, en el aprendizaje conceptual sobre inducción electromagnética en los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa San Luis Gonzaga.

En este sentido, Lüdke & André (2007) afirman que en este tipo de estudio el investigador mantiene contacto estrecho y directo con la situación donde los fenómenos ocurren naturalmente, y estos son influenciados por su contexto”, por lo cual este paradigma es el más apropiado para ofrecer análisis de cara a los contextos vivenciados, debido a que presenta un fuerte carácter social, al aproximarse a los sujetos investigados y su cotidianidad, permitiendo que, a partir de sus resultados puedan ocurrir transformaciones en la realidad investigada.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de estudio utilizado en esta investigación es el método de casos. En este sentido, se toman varios casos instrumentales, para llegar a una particularización, sobre el aprendizaje conceptual de inducción electromagnética a través de los trabajos prácticos. Desde este enfoque se busca conocer bien cada uno de los casos, y no principalmente para ver en que se diferencian unos de otros, sino para analizar la forma de como comprende los conceptos de inducción electromagnéticas y la forma como lo relaciona con su cotidianidad.

1 8 0 3

Para cada caso debe llevarse una recolección de datos ordenada para evitar inconsistencias a la hora de interpretar los mismos (Stake, 1999). Se tomarán tres casos (María, Luis y Camila) a los cuales se les llevara un seguimiento detallado sobre la evolución o retroceso que va sufriendo a medida que se implementa el trabajo de campo con la estrategia didáctica, evolución o retroceso en cuanto al conocimiento de los conceptos de la inducción electromagnética. Las fases de la investigación son las siguientes:

- *Fase preactiva:* En esta fase es de suma importancia los fundamentos epistemológicos acerca de la inducción electromagnética, los objetivos propuestos, la información que se tiene en el momento, la influencia del contexto y los conocimientos previos sobre la temática a desarrollar. Esta se puede denominar fase diagnóstica, ya que se tienen en cuenta las percepciones que posee el estudiante acerca de la inducción electromagnética. Es un punto de partida hacia la construcción del conocimiento científico.
- *Fase interactiva:* El pilar de esta fase es el trabajo de campo y los procedimientos del estudio. Esta fase se basa en el proceso de implementación de la estrategia didáctica por medio de los trabajos prácticos buscando el aprendizaje conceptual de la inducción electromagnética, además, se analizan los cambios conceptuales de cada caso a medida que se van implementando los distintos trabajos prácticos, y la factibilidad de enseñar el tema de inducción electromagnética a través de los trabajos prácticos.

- *Fase postactiva:* Corresponde al análisis de la información por medio de las categorías, campo magnético e interacciones electromagnéticas, con el fin de reflexionar críticamente sobre el aprendizaje conceptual generado en los tres casos estudiados a partir de los trabajos prácticos. Ésta es la fase evaluativa del proceso de implementación de la estrategia didáctica, ya que se realiza un cuestionario final con el objetivo de valorar el alcance de la estrategia didáctica basada en trabajos prácticos para el aprendizaje conceptual del tema inducción electromagnética.

3.4 Participantes

3.4.1 Descripción de los participantes.

La investigación se realizará con estudiantes del grado undécimo-tres de la Institución Educativa San Luis Gonzaga del municipio de Copacabana, los cuales pertenecen a los estratos socioeconómicos uno y dos. Estos reciben una intensidad horaria en el área de física de 3 horas semanales distribuidas así: 1 hora los miércoles de 12: 30 pm a 1:30 pm y 2 horas los jueves de 6:00 am a 8:00 am. El grado está conformado por 29 estudiantes. Para una mejor comprensión de las cualidades de la muestra escogida, se hace una descripción de la institución de la cual se escogió la muestra.

3.4.2 Descripción de la institución.

La Institución Educativa San Luis Gonzaga es de carácter oficial, está ubicada en la zona urbana del municipio de Copacabana, (Antioquia- Colombia) y sus estudiantes son de estrato socioeconómico uno y dos. Dicha Institución cuenta con aproximadamente 2600

estudiantes distribuidos en 67 grupos, desde el grado preescolar hasta el grado undécimo, de los cuales 32 grupos están formados por estudiantes de secundaria y los 35 grupos restantes por estudiantes de preescolar y primaria. La Institución cuenta con dos jornadas académicas. La primera jornada está comprendida entre las 6 am y las 12 y 30 del mediodía. La segunda jornada va desde las 12:45 a las 7:45 pm. Los grados noveno, décimo y undécimo están ubicados en la primera jornada y los grados sexto, séptimo y octavo en la segunda jornada. La Institución cuenta con cuatro cursos de undécimo grado.

A partir del grado décimo, la Institución cuenta con dos modalidades, la modalidad comercial y la modalidad académica. De los cuatro grupos de undécimo grado, dos pertenecen a la modalidad comercial y dos a la modalidad académica. Ambas modalidades tienen una intensidad horaria de física de 3 horas semanales de 60 minutos cada uno.

Dentro del perfil de un estudiante de la Institución Educativa San Luis Gonzaga se resaltan, muestra interés por los avances científicos y tecnológicos en una actitud investigativa, contribuye solidariamente con la comunidad a través de un sólido espíritu, cooperación y participación, y por ultimo un ser autónomo que piensa en sus decisiones a través de su propio análisis y consideración.

Reseña histórica de la Institución Educativa

El San Luis Gonzaga es una institución educativa oficial por decreto 0392 del 29 de marzo de 1973, del municipio de Copacabana. Su origen se debió a la fusión de los establecimientos de secundaria Liceo Departamental Jesús Tobón Quintero y el Instituto Parroquial San Luis.

La Institución Parroquial San Luis, comenzó a funcionar en 1873 como institución educativa, con la modalidad de enseñanza primaria. En 1895 y después de algunos problemas e interrupciones, se creó el de bachillerato de enseñanza media. Como consecuencia de la guerra de los mil días, entró en receso hasta 1906, cuando los hermanos de las escuelas cristianas se hicieron cargo de la institución y la regentaron hasta 1918, año que fue cerrada. En 1935 abrió sus puertas de nuevo, hasta que en 1972 se dio fin a esta institución educativa.

En el 2001, El Ministerio de Educación Nacional fijó las pautas y criterios para la reorganización del sector educativo. Correspondió a las secretarías de educación organizar la prestación y administración del servicio educativo de su jurisdicción. De esta manera se presentó la fusión de unos establecimientos educativos y se clausuraban otros. Una fusión de establecimientos tomó el nombre de Institución Educativa San Luis Gonzaga y se ubicó en el anterior Liceo San Luis Gonzaga. En efecto, se autoriza a la institución para que imparta educación formal en los niveles de preescolar, educación básica: Primaria (grados primero, segundo, tercero, cuarto y quinto); secundaria (grados sexto, séptimo, octavo y noveno) y el nivel de educación Media Académica y Técnica en la Especialidad de Comercio, grados diez y once.

La Institución Educativa San Luis Gonzaga atendiendo a la demanda laboral del medio y el interés común, ha querido que en su formación se proyecte en la especialización de comercio y para ello tiene un convenio con el SENA en la articulación (resolución 811) con la educación media técnica que busca Contribuir al mejoramiento de la calidad y

pertinencia de la educación media técnica mediante la formación para el trabajo de los alumnos de los grados 10 y 11, para facilitar su movilidad educativa o su inserción al mundo del trabajo. Esta formación debe incorporar, en su formación teórica y práctica, lo más avanzado de la ciencia y de la técnica, para que el estudiante esté en capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y al avance de la ciencia (Ley 115. Art. 32).

Todos estos años de historia ubican a esta institución como un verdadero patrimonio cultural, alma del municipio de Copacabana.

3.5 Criterios de selección de Casos

Para definir los casos a tratar se determina cuáles son los más pertinentes y beneficiosos para esta investigación, con el fin de recoger información acerca de cómo los estudiantes comprenden los conceptos de la inducción electromagnética, en consecuencia, los participantes deben:

- Tener buena capacidad de argumentación, es decir, pueda emitir juicios sobre un determinado suceso con facilidad.
- Tener amplias habilidades para la participación.
- Capacidad de trabajo en equipo
- Ejemplificar el concepto
- Gran capacidad para sacar conclusiones.
- Disposición del estudiante para participar de todas las actividades.
- El estudiante debe estar de acuerdo con participar de la investigación.
- El estudiante deberá participar de todos los encuentros de la investigación

Aunque las actividades se desarrollaran con todos los estudiantes, solo se tendrá en cuenta para el análisis, el trabajo y el proceso evolutivo realizado por 3 de los integrantes en su construcción conceptual de inducción electromagnética, los cuales deben cumplir las características antes mencionadas, además los estudiantes serán organizados en 7 equipos de 4 personas cada uno con la finalidad de fomentar el aprendizaje colaborativo y la discusión.

3.6 INSTRUMENTOS

Para la recolección de los datos que se analizarán en esta investigación se hará uso de varios instrumentos, dependiendo de las características y necesidades de la misma, los instrumentos utilizados son: La observación, cuestionarios, la estrategia didáctica y la entrevista (post-prueba), los cuales se enmarcan dentro del paradigma de estudio de casos, a continuación se hace una breve descripción de cada uno.

3.6.1 Observación.

La observación según Stake, (1999). Conduce a una mejor comprensión de los casos, y es a través de la intervención que el alumno puede dar una explicación mediante relatos, dejando así que la ocasión cuente su historia, la situación, el problema o la irresolución del problema. Durante la observación, el investigador debe registrar cada suceso y así ofrecer una descripción clara, con episodios de relación única que formen una historia o una descripción notable del caso, para su posterior análisis e informe final (centrándose en las categorías o acontecimientos claves). Esta permite evidenciar la influencia del contexto, dificultades y habilidades que manifiestan los estudiantes en el área de física, en particular en la temática de inducción electromagnética y, el avance que los estudiantes van adquiriendo

con la implementación de la estrategia didáctica en el grado undécimo-3 de la Institución Educativa San Luis Gonzaga.

Para llevar registro de las observaciones, cada investigador realiza una bitácora detallada de cada clase para luego hacer una triangulación con la información que se registra, esta contempla aspectos destacados e importantes sobre lo que ocurre en el aula, centrándose en las categorías de la investigación.

Aspectos a observar: Conocimientos, Preguntas, Dificultades y los aportes para destacar y mejorar en las actividades. Todo esto, ligado a cada categoría de análisis, buscando siempre un aprendizaje conceptual de los temas de electromagnetismo trabajados en la construcción del motor eléctrico.

3.6.2 Cuestionarios (Guías anexos)

Se realizaron seis cuestionarios, los cuales estaban conformados por una serie de preguntas abiertas, estructuras de forma tal, que cumplieran con las siguientes consideraciones:

- Plantear un trabajo práctico estructurado previamente, del cual se tuviera un dominio conceptual, técnico y práctico, que respondiera a las subcategorías estudiadas en los momentos acordes a la investigación, seguido de una contextualización adecuada.
- Reflexión constante en pro de examinar la coherencia del cuestionario con el planteamiento del problema. Buscando obtener respuestas útiles y de fácil entendimiento de acuerdo a la población. Las preguntas y el número de preguntas están determinadas para responder a cada subcategoría (polos de un imán, líneas de

campo, entre otras) trabajada, en completa concordancia con la descripción del problema y los objetivos de la investigación.

Estos cuestionarios tenían el fin de evidenciar las dificultades que los participantes tenían respecto a algunos conceptos básicos de electromagnetismo, como también involucrarlos en un nuevo método de enseñanza-aprendizaje como son los trabajos prácticos.

Los cuestionarios se aplicaron en cada fase del proyecto investigación, esto con el objeto de delimitar el problema de investigación, es importante mencionar que la aplicación se le hizo a todo el grupo que conforma el grado undécimo, puesto que aún no se habían seleccionado los participantes del estudio de casos.

3.7 Categorías de análisis

Como lo que se busca con esta investigación es el aprendizaje conceptual, contamos con categorías generales (campo magnético, interacciones electromagnéticas) de las cuales se desprenden unas subcategorías que se relacionan con las mismas:

3.7.1 Campo magnético.

- Polos de un imán: Experimentalmente se quiere que el estudiante demuestre que todo imán, cualquiera que fuera su forma, tiene dos polos, uno norte (N) y otro sur (S), que fueron tomados como convención por la comunidad científica, y que nos indican que ejercen fuerzas sobre otros polos magnéticos de manera similar a como las cargas

eléctricas ejercen fuerzas entre sí. Esto es, polos iguales (N-N o S-S) se repelen y polos opuestos (N-S) se atraen.

- Líneas de campo: Son representaciones que describen la estructura del campo magnético en tres dimensiones. Y se evidencian mediante la limadura de hierro, esparcida en los distintos trabajos prácticos que el estudiante realiza.

3.7.2 Interacciones electromagnéticas.

- Líneas de campo en un cable conductor: Estas líneas se hacen evidentes cuando trabajando con un cable por el cual circula corriente, se le esparce limadura de hierro, y observamos el comportamiento de estas según la dirección de la corriente.
- Fuerza electromotriz inducida (FEM): Es la capacidad de inducir voltaje, tras el movimiento de un imán (campo magnético permanente) a través de una espira de alambre conductora o viceversa (moviendo la espira de alambre a través del campo magnético) (Hewitt, 2007).
- Ley de Faraday: El voltaje inducido en una bobina es proporcional al número de vueltas de la bobina por la rapidez con la que el campo magnético cambia dentro de esas vueltas (Hewitt, 2007)
- Ley de la mano derecha: la dirección del dedo pulgar es la de la corriente, y la forma o el sentido en que se cierran los dedos es el sentido que se mueve el efecto magnético. Con este, se pretende que el estudiante adquiriera un método didáctico, que le ayude a evidenciar los efectos de la electricidad y magnetismo (Serway & Jewett, 2009)

- Ley de Lenz: “Una corriente se induce en un sentido tal que los efectos que genera tienden a oponerse al cambio de flujo que origina”. Este cambio de flujo se evidencia cuando al pasar un imán potente (neodimio) a través de un tubo de aluminio este último se opone al cambio de flujo por tanto el imán tiende a caer más lento. O sea, que esta ley es una consecuencia de la ley de conservación de energía. (Serway & Jewett, 2009)
- Campo eléctrico y magnético inducido: un campo eléctrico que varía en el tiempo crea campo magnético y viceversa, y estos campos son perpendiculares entre sí.
- Momento de torsión (torque): Cuando se ejerce una fuerza en un objeto rígido que se articula en torno a un eje, el objeto tiende a dar vuelta en torno a dicho eje. La tendencia de una fuerza a dar vuelta un objeto en torno a cierto eje se mide mediante una cantidad llamada momento de torsión. El momento de torsión es un vector, pero aquí solo se considera su dirección y sentido (Serway & Jewett, 2009).

Capítulo N°4: Estrategia didáctica

4. Estrategia didáctica

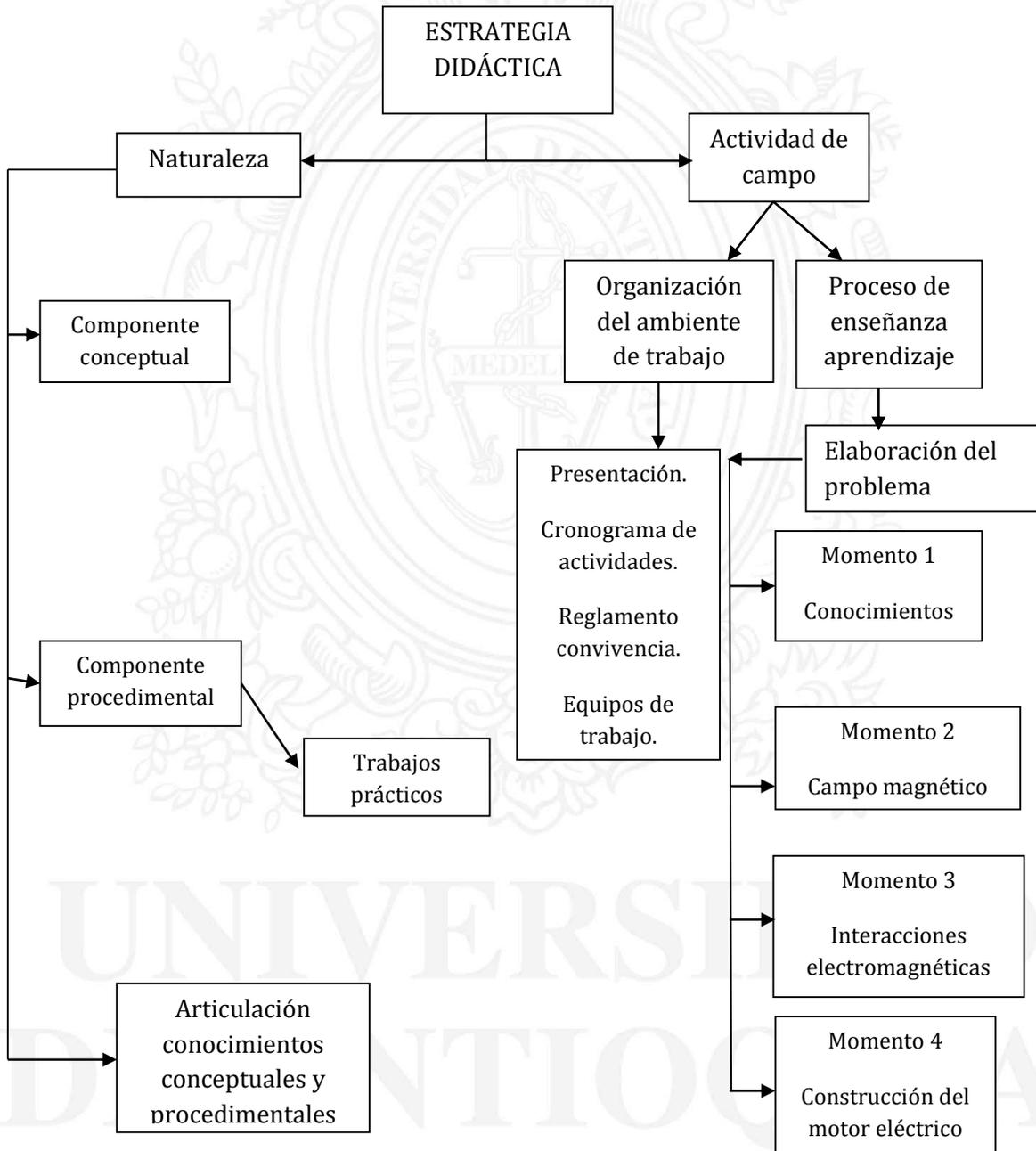
Esta estrategia didáctica está diseñada en dos partes. Una primera parte en la cual se trata la naturaleza de la estrategia didáctica y una segunda parte, que contiene las actividades de campo que se llevarán a cabo con los estudiantes en el aula.

La primera parte o naturaleza de la estrategia didáctica la conforman tres aspectos. Un primer aspecto donde se exponen los conocimientos conceptuales y la forma como se agrupan los conceptos de electromagnetismo para ser desarrollados en el aula. Un segundo aspecto donde se hace una descripción de los procedimientos que se llevan a cabo para el desarrollo de la estrategia didáctica, y un tercer aspecto en el cual se describe la manera como se articulan los conocimientos conceptuales con los procedimentales para el desarrollo de la estrategia didáctica.

La parte del diseño de las actividades de campo que se desarrollaran en el aula, en un primer componente hace alusión a la organización del ambiente de trabajo, en el cual se realiza la presentación de la investigación, se crea el cronograma de actividades, se estipula el reglamento de convivencia y por último se distribuyen los equipos de trabajo. En el segundo componente que hace alusión al proceso de enseñanza aprendizaje está distribuido en cuatro momentos, un primer momento referente a conocimientos procedimentales, el segundo momento que trata sobre los conceptos y teoría del campo magnético, un tercer momento donde se abordan las interacciones electromagnéticas y por último, un momento

cuatro que se encarga de la construcción de un motor eléctrico en base a la teorías antes trabajadas.

Esquema de la estrategia didáctica.



4.1 Naturaleza de la estrategia didáctica

Buscando generar en el estudiante una comprensión de los contenidos conceptuales del electromagnetismo en el proceso de enseñanza aprendizaje se elaboran cuatro momentos de trabajo. En cada momento se trabajan temas relacionados entre sí para la creación de un motor eléctrico, de forma tal que cada tema se relacione con cada parte del artefacto y que al final convergen convirtiéndose en el todo (motor eléctrico)

En un primer momento, mostraremos algunas rutas para la asociación de conceptos del electromagnetismo con un artefacto de la vida diaria (trabajos prácticos). El segundo momento, llamado “campo magnético”, se relaciona los conceptos necesarios del campo magnético. En un tercer momento, se estudian interpretaciones físicas de ciertos teóricos sobre la interacción electromagnética, a este momento se le da el nombre de “Interacciones electromagnéticas”. En un cuarto momento, se llega a la coyuntura de los todos los momentos y conceptos adquiridos, donde se articulen y se forme el motor eléctrico entendiendo algunas de las teorías expuestas anteriormente, a este se le da el nombre de “construcción de motor eléctrico”. A continuación, se hace una descripción de los temas que conforman cada momento.

El momento de “campo magnético”, incluye los temas: polos de un imán, experimento de Oersted, ley de la mano derecha, líneas de campo, líneas de fuerza, líneas de campo en una espira circular y solenoide. El momento de las “interacciones electromagnéticas” temas como: Fuerza electromotriz inducida (FEM), ley de Faraday, ley de Lenz y, Campo eléctrico y magnético inducido. El último momento “construcción de motor eléctrico” articula los conocimientos conceptuales trabajados, encaminados hacia el funcionamiento del motor eléctrico.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

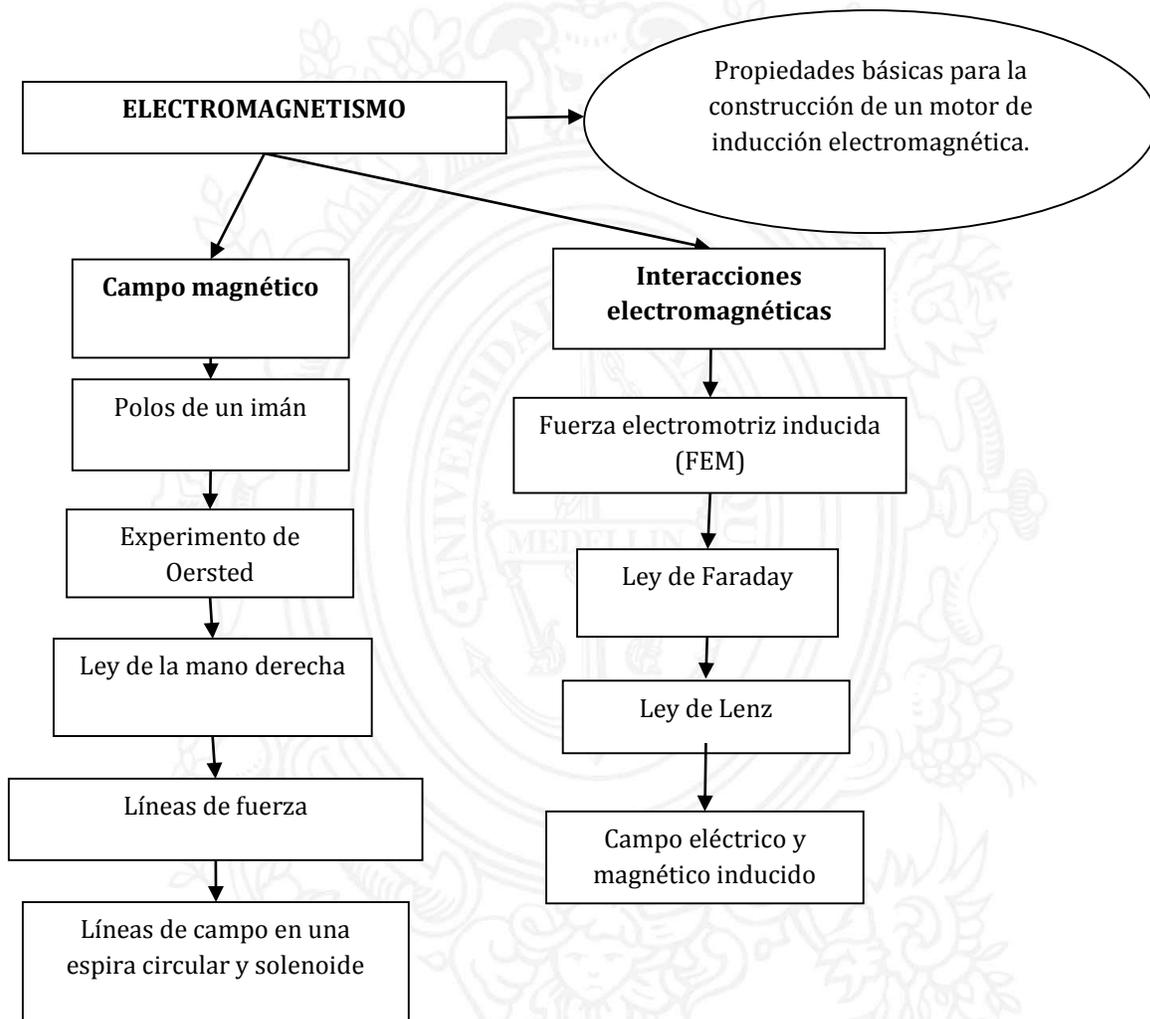
Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Esquema naturaleza de la estrategia didáctica.



4.2 Componentes procedimentales.

4.2.1. Estructura del ambiente de trabajo.

En aras de que los estudiantes accedan al corpus de conocimientos de esta estrategia didáctica, se tienen en cuenta los siguientes aspectos: organización de los estudiantes, funciones del profesor en el aula de clase y, reglamento que orienta la convivencia en el salón de clase.

Organización de los estudiantes. Para el proceso de enseñanza aprendizaje los estudiantes estarán organizados en pequeños grupos de trabajo, con el propósito de fomentar el aprendizaje colaborativo entre los mismo. En dichos grupos los miembros generan debate, consultan, y llegan a consensos entre los métodos más apropiados que cada grupo propone para llevar a cabo los trabajos prácticos.

Funciones del profesor: La función del profesor es formular preguntas de discusión y reflexión entre los integrantes del grupo, sobre aspectos que orienten la construcción de dicho proceso. Además, llevar al grupo a la toma de decisiones de forma concertada, aclarar dudas conceptuales y/o procedimentales, y actúa como moderador de la discusión.

Normas de convivencia: En cuanto a las normas de convivencia el profesor debe proponer y concertar con los estudiantes normas que permitan una sana convivencia en el salón de clase. Consecuente con lo anterior deben establecerse normas que inviten al respeto de las ideas y opiniones de todos los miembros del grupo, y proporcionar igual oportunidad para la participación a todos los estudiantes. De la misma manera, deben establecerse normas que regulen el uso de los materiales de laboratorio, de tal forma que los estudiantes no dañen su integridad física, y hagan buen uso de los materiales que son patrimonio de la institución.

4.2.2 Trabajos prácticos.

Los trabajos prácticos tienen como finalidad compartir objetivos, de ponernos todos de acuerdo -alumnos y profesorado- sobre qué queremos aprender a explicar. El objetivo de aprendizaje no es "saber qué es un imán" o "saber la teoría del electromagnetismo", sino

saber explicar fenómenos del entorno con dichos modelos. La actividad científica está guiada por la finalidad de explicar, de entender cómo y por qué sucede algo (muchas veces, para poder luego utilizar este conocimiento en la transformación de dicha realidad). De la misma forma, la actividad científica escolar sólo puede estar guiada por este tipo de objetivos. (Sanmartí, Márquez, & García, 2002).

La vivencia inicial, la observación y la manipulación de artefactos, posibilitan especificar qué es lo que se quiere llegar a saber y, por tanto, que se sepa por qué se realizarán las distintas actividades: discusiones, nuevas observaciones, escritos, lecturas, entre otras. Evidentemente, será sólo una representación inicial de los objetivos, ya que cada nueva observación y cada intercambio de puntos de vista conllevarán cambios en su planteamiento, pero habrá un referente inicial común. Por ejemplo, la manipulación de imanes, la interacción del imán con otros materiales, la asociación del imán con un solenoide, son observaciones que pueden llevar a plantearnos que tienen en común y cómo se explican, y ser el punto de partida de la construcción de un modelo electromagnético (Sanmartí, Márquez, & García, 2002).

Considerando estas reflexiones y si pretendemos que nuestros alumnos se interesen por la naturaleza de la ciencia, debemos considerar los siguientes puntos que señala (Hodson, 1994):

1. Una fase de diseño y planificación, durante la cual se hacen preguntas, se formulan hipótesis, se idean procedimientos experimentales y se seleccionan las técnicas.

2. Una fase de realización, en la que se ponen en práctica varias operaciones y se recogen datos.
3. Una fase de reflexión, en la que se examinan e interpretan los hallazgos experimentales desde distintas perspectivas teóricas.
4. Una fase de registro y elaboración de un informe, en la que se registran el procedimiento y su razón fundamental, así como los distintos hallazgos conseguidos, las interpretaciones y las conclusiones extraídas para uso personal o para comunicarlas a otros.

4.3 Articulación de los conocimientos conceptuales y procedimentales

Esta estrategia didáctica tiene como intención construir aprendizaje conceptual sobre inducción electromagnética y, que los estudiantes sean actores importantes en la construcción de su conocimiento; para alcanzar tal finalidad se articulan los conceptos de inducción electromagnética, la resolución de problemas desde los trabajos prácticos y la investigación dirigida.

El tema de inducción electromagnética se encuentra propuesto dentro de los conocimientos científicos básicos de procesos físicos en el grado décimo/undécimo en los lineamientos curriculares (MEN, 1998), pero se puede afirmar que no se le dedica el tiempo necesario para abordarla en el aula, ya sea por falta de tiempo y las muchas temáticas que se deben abordar o por la complejidad y abstracción conceptual que requiere.

Además, el electromagnetismo es una materia que se dificulta por el tratamiento didáctico deficiente y confuso. Pues en general, los conceptos son enseñados a los estudiantes, mediante definiciones y manipulaciones cuantitativas (problemas de cálculo) de los conceptos, sin profundizar en su significado, sin relacionarlos ni diferenciarlos entre sí, presentando una serie de dificultades y confusiones (Martín & Solbes, 2001).

Por ende, nuestro trabajo se centra en la resolución de problemas prácticos e investigación dirigida, que permita que el estudiante considere estrategias que puedan sobrepasar las dificultades presentadas a la hora de comprender el fenómeno electromagnético y de los excesivos esfuerzos que los docentes ejercen para explicar e incluso también para entenderlo, ya que normalmente en los cursos de física de campos o de teoría inducción electromagnética son enfáticos al presentarse bajo las instrucciones de textos y guiones saturados de modelos y procedimientos que si bien es cierto pueden generar alguna idea en el estudiante, se cree que no considera experiencias e ideas que el estudiante pueda concebir, ni tampoco realizan el enlace con lo que el estudiante lee e interactúa de la realidad generando a veces confusión y desmotivación.

Desde este horizonte, se hace necesario el proponer estudios dirigidos a construir herramientas didácticas o estrategias metodológicas que permitan realizar ejercicios de aula más eficientes, que muestren resultados favorables en la enseñanza del electromagnetismo y ganancias medibles en el aprendizaje de los estudiantes (Hake, 1998; Benítez y Mora, 2010), particularmente sobre los conceptos asociados a lo que podríamos denominar como el campo de conocimientos sobre el electromagnetismo.

La investigación dirigida como rama fundamental de nuestra investigación, es utilizada como proceso de mediación del conocimiento y se lleva a cabo de acuerdo a la secuencia propuesta por Pérez (1993), Gil *et al* (1999) & Campanario y Moya (1999),

1. Se plantea la situación problemática, el nuevo concepto o se puede plantear a través de una hipótesis (Furió y Guisasola, 2001),
2. Los estudiantes expresan sus ideas,
3. Se propone una estrategia (tratamiento científico) para abordar el nuevo aprendizaje: dentro de este paso se pueden plantear hipótesis, las estrategias (Que puede ser un diseño experimental) y se obtienen los nuevos resultados, luego se vuelven a contrastar los nuevos conceptos entre los y las investigadoras, lo que generará un muy rico conflicto cognitivo entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos,
4. Se plantean los nuevos conocimientos y se sintetizan y generan las respuestas, es importante relacionar los nuevos conceptos con los ya asimilados, expresar la utilidad de estos conceptos a otros fenómenos cotidianos, lo que hemos llamado "contextualizar"
5. Se plantean nuevos problemas.

La Investigación Dirigida más que un método de enseñanza se puede considerar como un método de construcción del aprendizaje, el cual brinda a los estudiantes herramientas para el autoaprendizaje generando autonomía y capacidad crítica en el papel de investigador (Cañal & Porlán, 1987).

Los trabajos prácticos parten de la necesidad de manipular, de observar y de experimentar para aprender ciencias, si sólo se tratara de nombrar y de repetir definiciones e ideas incluidas en los libros de texto, evidentemente no son necesarios, pero como la finalidad es que el estudiante llegue a ser capaz de explicar los fenómenos del mundo que les rodea utilizando modelos y teorías propias de la ciencia actual. Es mucho más dudoso que se pueda llegar a construir dichos modelos sin revisar al mismo tiempo las formas de percibir los hechos. Aprender ciencias, implica aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de emocionarse en relación a ellos, todo de forma simultánea (Arca, Guidoni, & Mazzoni, 1990)

4.2 Actividad de campo

En este apartado se hace una descripción de los momentos llevados a cabo en el proceso de enseñanza – aprendizaje aplicado en el aula, la organización del ambiente de trabajo, el cronograma de actividades y las actividades propuestas.

La guía que se presenta a continuación, se fundamenta en una concepción de la enseñanza de las ciencias en la cual la resolución de problemas a través de los trabajos prácticos, la investigación dirigida y las construcciones conceptuales no se pueden separar. Donde la construcción de fenómenos utilizando modelos y teorías propias de la ciencia actual, se consideran aspectos de suma relevancia en la construcción social y cultural del conocimiento físico en el individuo. Se presentan entonces 4 momentos, cada una con un objetivo concreto, pero flexible,

Cada actividad incluida dentro de los momentos tiene un matiz flexible, el cual permite a los educandos y a los docentes, abordar temas, ejercicios y materiales de una forma libre y siempre abierta a nuevas experiencias, pero guiado desde la investigación dirigida, que ayuden a elaborar representaciones y organizaciones del fenómeno electromagnético a partir de la construcción de un motor de inducción asociados a este tipo de fenómenos.

Momento 1. Conocimientos procedimentales (ver anexo 1)

Duración: 120 minutos

Objetivo: Presentar de forma general la propuesta de investigación al grupo y dejar claras las reglas de trabajo.

Actividades:

- Informar a los estudiantes sobre el trabajo de investigación que se está realizando.
- Amplio panorama sobre las partes que componen el trabajo investigativo y cronograma de actividades.
- Dar a conocer en qué consisten los trabajos prácticos (lluvia de ideas)
- Conformar 7 equipos de trabajo. Cada grupo de trabajo debe tener 4 integrantes escogidos al azar.
- Ideas previas (preguntas y dibujos)
- Reseña sobre motor de inducción electromagnética

Momento 2. Campo magnético (ver anexo 1)

Duración: 120 minutos

Objetivos:

- Indagar por diferentes características de los eventos magnéticos a través de los trabajos prácticos manipulando imanes permanentes y temporales.
- Percibir los diferentes fenómenos físicos relacionados con campo magnético que constituyan una elaboración teórica de nuevos conocimientos a través de la experiencia.

Actividades:

- Observar los efectos magnéticos de los diferentes imanes (repulsión, atracción) y analizar el comportamiento al relacionarse con distintos materiales (madera, hierro, aluminio)
- Visualizar líneas formadas por limaduras de hierro causadas por el efecto magnético cuando se coloca un imán debajo de un papel.
- Construcción de un imán temporal (enrollado de alambre, limadura de hierro y fuente eléctrica), utilizando la brújula como dispositivo que ayuda a evidenciar las interacciones magnéticas.
- Debate grupal con el profesor como moderador.

Momento 3. Interacciones electromagnéticas (ver anexo 1)

Duración: 120 minutos

Objetivo: Desarrollar los diferentes conceptos relacionados con la interacción electromagnética a través de trabajos prácticos

Actividades:

- Manipulación de una brújula

- Actividad en la que se dejan caer un imán y otro objeto con dimensiones parecidas a través de un tubo de aluminio y donde se le toma el tiempo de caída a cada elemento.
- Montaje experimental donde las limaduras de hierro interactúan por un efecto magnético generado por la corriente que fluye en el cable (campo magnético inducido por una corriente eléctrica)
- Inducción magnética, como un campo magnético variante dentro de una espira crea
- una corriente eléctrica (Ley de Faraday)
- Inducción magnética generada por un flujo de corriente eléctrica que pasa por un cable en forma de espira
- Fuerza Electromotriz (FEM)
- Explicación ley de la mano derecha. Se explica de la siguiente forma: la dirección del dedo pulgar es la de la corriente, y la forma o el sentido en que se cierran los dedos es el sentido que se mueve el efecto magnético.
- Torque

Momento 4. Reflexiones Finales

Duración: 120 minutos

Objetivo: Crear un motor de inducción electromagnética en el cual se evidencian los trabajos prácticos ya realizados.

Actividades:

- Socializar con los compañeros del grupo los posibles usos de la inducción electromagnética
- Retroalimentación de las discusiones durante el trabajo



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

- Construcción del motor eléctrico casero en equipos de trabajo.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Capítulo N°5: Análisis de la información.

5. Análisis de la información

El análisis de los datos se hizo posterior a la recolección. Para efectos del análisis se le asignará un seudónimo que identifica a cada caso debido a la ley de protección del menor (código de infancia y adolescencia) y estará estructurado de la siguiente manera: en primer lugar se sistematizaron los datos de cada participante (María, Luis y Camila), para luego enmarcar cada respuesta en la categoría correspondiente, por último, se entrelazaron coherentemente las respuestas lo cual permitió establecer algunas conclusiones.

Caso 1. María

La participante es una estudiante de 16 años de edad, que vive con sus padres y hermanos en un barrio de estrato socioeconómico dos del municipio de Copacabana, participa activamente de las clases y genera preguntas que permiten profundizar sobre el tema.

En la fase pre-activa o fase de diagnóstico, se encuentra que dentro del campo magnético, en especial la atracción entre imanes, María nombra muchas cualidades físicas e estos, aunque no sabe en realidad lo que significan, esto se evidencia en que ella manifiesta que los imanes se “atraen porque sus cargas son contrarias, entonces las cargas opuestas se atraen entre sí, en cambio si son iguales estas se repulsan”. María no entra en detalle de la existencia de un polo negativo y uno positivo que causan dicho efecto, sabe que hay un principio físico que hace que los objetos se junten o se aparten entre ellos, pero no nombra cual.

De igual manera, podemos inferir que María, hace una separación entre las cualidades físicas del imán y de otros objetos, puesto que no los concibe de la misma manera, o sea, el objeto no adquiere las mismas propiedades del imán al interactuar con éste. De igual forma menciona supuestas propiedades físicas del imán, sin describir sus cualidades. Así dice:

“Cualidades físicas: Potencia, atracción. Hay más campo en el imán porque este posee más fuerza y posee ambos polos.”

A medida que se aplica la estrategia y con base en los trabajos prácticos la estudiante incorpora a su conocimiento la existencia de dos polos, y afirma: “En un imán hay dos polos opuestos ya que en cada objeto existen dos energías que son opuestas, lo que hace que haya un polo sur y un polo norte de energía magnética”, es evidente la nueva relación que genera entre la existencia de dos polos magnéticos (norte y sur) y la convención científica. Además, crea una visión que se acerca al conocimiento científico, afirmando que el “Campo magnético es donde las cargas positivas y negativas están en constante movimiento”. Según María este evento solo se forma si las cargas positivas y negativas están en constante movimiento, lo cual refleja un claro avance con respecto a la prueba anterior.

A través de la triangulación de los distintos instrumentos utilizados, se evidencia que la evolución de María en cuanto al aprendizaje conceptual, se debe primordialmente al uso de los trabajos prácticos, pues recalcan que es una manera adecuada de presentar los conceptos físicos, esto se evidencia en una activa participación y curiosidad acompañada de una gran motivación.

En la fase post-activa donde se pretende que el estudiante esté en la capacidad de relacionar los conceptos aprendidos con la experimentación o un trabajo práctico, se evidencia como María es capaz de explicar a sus compañeros mediante un trabajo práctico como se evidencia el concepto ya que a la pregunta Si tenemos un imán y una brújula, ¿Cómo podrías detectar la polaridad del imán?, ella responde “la podríamos detectar porque la brújula se mueve en la dirección del imán”, En esta se observa la claridad conceptual que María va adquiriendo a medida que avanza la estrategia didáctica.

En esta categoría, María hizo una excelente aproximación con las pretensiones de los investigadores hacia el aprendizaje, ya que experimentalmente María llegó a que un imán, cualquiera que fuera su forma, tiene dos polos, uno norte y otro sur, que fueron tomados como convención, y que nos indican que interactúan de manera similar a como las cargas eléctricas lo hacen.

Otra categoría trabajada en la estrategia fue las interacciones electromagnéticas, en donde María expone un vacío conceptual en la fase diagnóstica. Y esto se observa cuando se le muestra la siguiente situación problema: Se tiene un enrollado de alambre (bobina) conectado a una fuente, de forma tal que circule una corriente eléctrica a través de éste, al esparcir limadura de hierro en las inmediaciones del enrollado de alambre, se evidencia una configuración magnética. Y al invertir la polaridad de los cables, se le cuestiona por ¿Qué ocurre con la limadura de hierro? Ella responde, “Nada porque las cargas son diferentes.” De esto se infiere que María no relaciona la polaridad de los cables con el magnetismo, puesto que, al invertir el flujo de corriente ella no observa cambios y lo justifica porque son cargas diferentes.

A medida que se implementaba la estrategia, María muestra una evolución en la parte conceptual, pues encuentra en los trabajos prácticos una relación entre electricidad y magnetismo, puesto que al presentarle la siguiente situación problema: Se tiene un enrollado de alambre (bobina) conectado a una fuente, de forma tal que circule una corriente eléctrica a través de éste, al esparcir limadura de hierro en las inmediaciones del enrollado de alambre, se evidencia una configuración magnética. Y al preguntarle ¿que representa la limadura de hierro? Ella responde, “Representa las ondas magnéticas que genera la electricidad sobre las espiras.” Se infiere que cuando se hace circular electricidad por un cable conductor este genera ondas de campo electromagnético que se pueden evidenciar con la limadura de hierro. A pesar de que el trabajo práctico no funcionó por tener una fuente que generaba corriente de menos de 20 amperios, María entendió lo que se trataba de exponer.

Hay que mencionar, además que María luego de haber terminado la estrategia didáctica, y al plantearle la siguiente situación problemática: Nuestro celular se descargó y estamos en una finca alejada de la ciudad, de repente encontramos un enchufe con sus cables sueltos y pelados, cosa que no podemos tocarlos. Deseamos saber si hay paso de corriente eléctrica, pero lo único que poseemos en el momento es una aguja y un imán tomada del parlante de un radio viejo. ¿Qué haríamos para determinar si hay o no paso de corriente eléctrica a través del cable? Explique. Ella responde, “Creamos una brújula y si hay corriente los cables alteran la brújula” de esta manera. Se puede observar que María concibe una relación entre electricidad y magnetismo, presentando una solución clara y concisa a la situación problema.

A la hora de trabajar la ley de Faraday, ley de Lenz y ley de la mano derecha se encuentra en la fase diagnóstica que María presenta total desconocimiento sobre dichas leyes ya que no es capaz de predecir o dar una idea referente a lo que estas tratan, y esto se evidencia en las respuestas, pues en su mayoría contestaban “no sé”,. A medida que se aplica la estrategia didáctica y con el desarrollo del trabajo práctico referente a cada uno de los temas se presenta gran interés por las actividades y por ser algo nuevo para María realiza cada una de las actividades repetidas veces, buscando un patrón que le permita una generalización de la leyes, es así como logra concluir que para esta ley de Faraday “Depende del número de vueltas que tenga una espira es que la corriente va pasando formando un campo magnético más grande y, dependiendo del sentido en que se enrolle es que funciona”.

En lo referente a la ley de Lenz al dejar caer un imán y otro objeto por un tubo de aluminio, “Cae más rápido el otro objeto que el imán, porque éste al tener propiedades magnéticas trata de formar una atracción con el aluminio (imagen)”. María finalmente concluye que la ley de la mano derecha se utiliza “Para identificar hacia donde está la intensidad, la fuerza y el campo magnético que hay, dependiendo de la práctica que se está haciendo”. Luego de terminar la implementación de la estrategia didáctica se evidencia que si se presenta un trabajo práctico relacionado con los temas y conceptos trabajados en la estrategia didáctica, María está en la capacidad de predecir lo que ocurre, utilizando la información que se le brinda para responder acertadamente a un trabajo en cuestión, en particular para la ley de Faraday. María evidenciamos esto en la siguiente situación: Sean dos bobinas A y B que en principio no pasa corriente, A con 10 espiras y B con menor número de espiras, y un instrumento de medida (galvanómetro) conectado a cada una de las bobinas,

y se mueve un imán en el interior de las bobinas con la misma rapidez ¿Con cuál de las bobinas se evidencia un mayor cambio en el galvanómetro? a lo que ella responde “En la bobina A porque tiene más espiras”.

Caso 2. Luis

El participante es un estudiante de 16 años de edad, que vive con sus padres y un hermano menor en un barrio de estrato socioeconómico dos del municipio de Copacabana, el joven participa activamente de las clases y es líder en el grupo.

En la fase pre-activa de la categoría campo magnético, Luis utiliza ideas vagas e incluso contradictorias de los polos de un imán, y en general de los conceptos del campo magnético, además se le dificulta expresar con precisión una idea, esto se evidencia cuando se le pregunta por la atracción y repulsión entre imanes, él responde: “Un imán atrae otro cuerpo por la carga que tiene el cuerpo personal sobre el otro, si un cuerpo es de carga negativa atrae al positivo y a los metales”, se evidencia conocimiento de la existencia de dos polos uno negativo y otro positivo, pero no se tiene conocimiento del porqué de ello y las características y consecuencias a las que esto conduce.

Por otro lado, Luis define campo magnético como “un punto específico cargado electrónicamente creando una interferencia en los metales”, para lo cual aunque utiliza términos sofisticados para explicar un fenómeno natural, no logra una adecuada aproximación del concepto con las pretensiones de los investigadores.

En la fase interactiva, a medida que se va implementando la estrategia didáctica Luis confronta las ideas que tenía sobre los polos de un imán y los datos arrojados por los trabajos prácticos, y hace una construcción rigurosa de lo referente a los conceptos del campo magnético, obteniendo experimentalmente que si acercamos un metal a un imán por un lado lo atrae y por otro lo repele, en palabras de Luis “la plaqueta de hierro al acercarla por un lado del imán se atraen y por el otro se repelan”, además concluye que el proceso de atraer o repeler depende de las propiedades magnéticas que presentan los materiales, de allí que “el imán atraería la limadura de hierro por sus propiedades magnéticas, no se atraen por el tipo de material, se atraen porque tiene energía magnética y son materiales compatibles y por sus cargas”.

Luego de ser implementada la estrategia didáctica, en la fase pos-activa, Luis es capaz de relacionar los polos de un imán con el funcionamiento de un artefacto, la brújula, él dice, “me puedo dar cuenta de la polaridad de un imán, por la punta imantada de la brújula al colocar el imán cerca de esta”. Se evidencia gran habilidad para comprender la secuencia que lleva la estrategia didáctica y la posibilidad de relacionar todos los elementos que allí se tratan.

En la categoría Interacciones electromagnéticas, Luis al no conocer sobre lo conceptos que se trabajan se dificulta la creación de las hipótesis con cada una de las preguntas orientadoras y opta por comenzar con los trabajos prácticos y la fase interactiva, donde hace una buena aproximación sobre la relación existente entre campo magnético y campo eléctrico, encuentra que donde existe el flujo de una corriente eléctrica necesariamente hay un campo magnético, y viceversa, en la Fuerza electromotriz inducida (FEM) nos indica “Cuando metemos el norte hay más movimiento en el multímetro, pero al meter el sur su

intensidad disminuye”, muestra como un campo magnético variante en el tiempo crea un flujo eléctrico.

En la fase de evaluación o fase pos-activa se evidencia que Luis obtuvo un aprendizaje conceptual ya que luego de ser implementada la estrategia didáctica, realiza una buena explicación sobre la relación existente entre campo eléctrico y campo magnético, y concluye diciendo: “Hay una relación entre el magnetismo y electricidad porque cuando tenemos el imán con el hierro se atrae y si imantamos el hierro y pasamos un cable con corriente cerca a la limadura de hierro se atrae”, especificando la dependencia entre estos campos.

A la hora de abordar algunas leyes como ley de la mano derecha, ley de Lenz y ley de Faraday encontramos en la fase diagnóstica que Luis desconoce la existencia de estas, lo podemos evidenciar en sus respuestas “no se” en las preguntas referentes a este tema y solo se atreve a dar una hipótesis para la ley de Lenz donde a la pregunta: si se deja caer un imán y otro objeto a través de un tubo de aluminio, ¿será que cae uno más rápido que el otro? ¿cuál? responde “Caen al mismo tiempo porque ninguno de los dos se atrae al material. ”, aunque no ha escuchado hablar del tema hace una relación con el tema de caída libre y por tanto concluye que caen al mismo tiempo.

En la fase interactiva con la implementación de los trabajos prácticos y de la estrategia didáctica Luis se interesa por los trabajos prácticos y los realiza buscando nuevas alternativas de solución, por ejemplo, para la ley de Lenz, utilizó toda clase de objetos que encontraba que cabían por el tubo de aluminio buscando que el imán y el objeto cayeran al mismo tiempo. En esta fase Luis realiza aproximaciones muy acertadas a lo referente a las distintas leyes, para la ley de Lenz concluye “Al hacer el experimento de dejar caer distintos objetos por un

tubo de aluminio, pudimos ver que cae primero el otro objeto porque el imán al entrar en contacto con el aluminio tiene su propio campo magnético”, para explicar ley de la mano derecha expone: “La palma indica la fuerza, el pulgar la intensidad y los dedos el campo magnético”, y para ley de Faraday, el experimento de una bobina con un cierto número de vueltas y se pasa un imán por en medio de este, nos muestra que “Depende del número de vueltas en la bobina aumente la potencia y su medida”.

En la fase evaluativa, realiza planteamientos similares a los abordados en la fase interactiva, debido a los resultados agradables que obtuvo.

A la hora de abordar el concepto torque en la fase diagnóstica Luis no conoce del concepto y no se atreve a generar una hipótesis sobre este, se evidencia en sus respuestas “no se” a las preguntas orientadoras. Con la implementación de la estrategia didáctica, Luis hace un buen acercamiento del concepto de torque al hacer alusión de este como “Es la fuerza aplicada en algo para poder generar un movimiento por medio de acción y reacción”, aunque hace una aproximación considerable, se puede percibir confusión en cuanto a las causas de ese tipo de movimiento, además de las características del mismo, es decir, que para que se considere torque debe ser un movimiento en torno a un eje, y describe un movimiento circular.

Al momento de evaluar los conocimientos adquiridos luego de ser permeado por la estrategia didáctica, Luis intenta relacionar los temas con algo cotidiano, cuando se le pide explicar torque o el momento de torsión lo relaciona con “Al montar una bicicleta mis piernas

hacen torque”, se evidencia que Luis genera una hipótesis sobre el concepto haciendo una aproximación de lo referente al movimiento que genera el torque.

Caso 3. Camila

La participante es una estudiante de 16 años de edad, que vive con su madre, padrastro y hermanos en un barrio de estrato socioeconómico dos del municipio de Copacabana, participa activamente de las clases y genera preguntas que permiten profundizar sobre el tema.

En la fase pre-activa o diagnóstica, se encuentra que dentro de la categoría campo magnético, Camila tiene una pequeña percepción sobre polos de un imán y esto lo evidencia cuando se le pregunta por: ¿Cómo saber si un objeto es un imán o no? A lo que ella responde, “Si genera atracción. Y gráfica + y -” de esta respuesta se puede detectar que la estudiante posee una visión muy intuitiva de imán, y a pesar de que Camila percibe el imán como una forma de atracción, no es claro a qué elementos atrae y el significado conceptual del signo positivo y negativo, esta relación de signos se hace más notoria cuando la estudiante responde la siguiente pregunta: ¿Cómo crees que un imán atrae a otro objeto? A lo que Camila responde, “por su carga magnética” es evidente, que la estudiante no relaciona los signos positivo y negativo expuestos anteriormente con la pregunta, y aunque al relacionar la carga magnética con una de las propiedades de un imán es una manera acertada, es muy vaga para la intencionalidad de la investigación, pues se espera que la estudiante relacione propiedades físicas propias del imán con concepciones físicas propias de la ciencia. O sea, que además de que hable de cargas ya sea magnéticas o eléctricas, Camila sea capaz de decir como interactúa con otros objetos y el porqué de su atracción o repulsión según sea el caso. De todo lo anterior

podemos deducir, que Camila tiene vacíos conceptuales relacionados con campo magnético y lo concluimos con la debida triangulación de información.

En cuanto a la categoría de interacciones electromagnéticas, Camila evidencia un desconocimiento continuo a medida que se le pregunta las diferentes leyes físicas expuestas por medio de trabajos prácticos como, por ejemplo, la ley de Faraday, Lenz, torque, interacción electromagnética e inclusive la forma didáctica para evidenciar los vectores relacionados con la interacción electromagnética (Ley de la mano derecha). Puesto que, a cada una de las preguntas relacionadas con las subcategorías anteriores, Camila responde “No sé”. De forma similar, cuando se deja caer un imán y otro objeto a través de un tubo de aluminio, y se le pregunta: ¿Será que cae uno más rápido que el otro? ¿Cual? Camila responde, “Si el imán no se pega al tubo de aluminio, caen al mismo tiempo.” Mostrando un desconocimiento de la tendencia del aluminio a ser imantado, sin mantener su estado de magnetización. Este vacío se revela con mayor fuerza cuando le preguntamos a Camila: ¿Qué papel juega el aluminio en el movimiento del imán? Esta responde, “No juega ningún papel porque el papel de aluminio no es magnético.”. Empero, el imán solo puede interactuar con otro imán, y el frenado del imán es una señal de interacción, y debido a que él solo no interactúa, se puede conjeturar que el imán es atraído o repelido por las paredes del tubo de aluminio. De lo anterior, se puede afirmar que Camila tiene unos vacíos conceptuales elementales en la parte de interacción electromagnética, en función de lo preliminar y de las bitácoras por parte de los investigadores, Camila no encuentra una relación de interacción magnética entre el aluminio y el imán.

A medida que se aplicaba la estrategia y participa activamente de los trabajos prácticos, Camila fundamenta las interrogaciones con mayor rigor conceptual, y esto se observa cuando se le pregunta por ¿Cómo saber si un objeto es un imán o no? A lo que ella alude; “Hay dos polos uno sur y otro norte, en dos imanes estos imanes se atraen si sus cargas son diferentes, si estos se repelen sus polos son iguales.” Evidenciando el dipolo magnético, y la convención científica que los nombra (Norte, Sur).

En cuanto a la categoría interacciones electromagnéticas, Camila muestra un mayor interés a estas interacciones y esto lo expresa al preguntarle: ¿Es posible crear un imán? Ella responde, “Si, al hacer transitar electricidad por aleación de hierro, este se convierte en un electroimán, puesto que, la electricidad polariza la aleación creando un electroimán. Crea un campo magnético y un campo eléctrico”. Así mismo, cuando se le pregunta ¿Qué ocurre si acercamos una brújula a un alambre por el cual circula corriente? Camila apunta a que “el alambre crea un campo eléctrico cuando pasa una corriente por él, y al acercar una brújula a este alambre, altera el campo magnético de esta.”, con relación a los dos trabajos prácticos anteriores, en Camila se evidencia la idea de que el campo eléctrico posea campo magnético, y que cualquiera de estos dos se altera si interactúa con otro campo externo, como fue el caso de la brújula. Hay que mencionar, además que la investigación dirigida expuesta en nuestro marco teórico toma relevancia en Camila, y esto lo muestra cuando nos habla del proceso de polarización electromagnética sobre aleación de hierro, un concepto que no fue enseñado en la estrategia pero que le sirve a Camila para explicar este proceso de la creación de un imán. Cabe aclarar qué, aunque el primer trabajo práctico se hizo para responder la categoría campo magnético, su respuesta es más que válida para esta categoría (Interacción electromagnética).

A su vez, las subcategorías campo magnético inducido, ley de Faraday, Lenz y mano derecha. Camila trasciende conceptualmente, cuando interactúa con los trabajos prácticos, esto se evidencia cuando al exponer la siguiente situación problema: Asumiendo un enrollado de alambre conectado a un galvanómetro (instrumento de medida), y movemos un imán en el interior del enrollado de alambre ¿Qué pasa con el galvanómetro? ¿Será que se altera la medida al cambiar el sentido de la polaridad s-n y n-s del imán? Ella resuelve diciendo: “Cuando metemos el imán aumenta la potencia con el sentido de las manecillas del reloj. Si se altera porque al meter el imán con el lado norte aumenta en el multímetro positivamente y cuando metemos el imán con el lado sur va hacia el lado negativo” observamos que Camila, encuentra una relación de interacción electromagnética al incorporar la idea de que dependiendo del polo que se ingrese al sistema, el galvanómetro se va a mover de una forma u otra, induciendo en ambos casos corriente eléctrica y concluyendo una clara relación entre electricidad y magnetismo. Lo mismo ocurre con la ley de Faraday en donde Camila encuentra una relación muy acertada entre vueltas de la bobina y variación del fenómeno, expresando “Que entre más vueltas haya, aumenta la potencia de la fuerza del fenómeno, y dependiendo del sentido que se enrolla la bobina las polaridades se invierten” esta respuesta se da luego de que Camila interactuara con el trabajo practico anterior.

En cuanto a la ley de la mano derecha Camila explica con ilustraciones pertinentes, mostrando los respectivos vectores que interpreta cada dedo de la mano, y lo expresa como: <Imagen> en cuanto para que sirve este método didáctico, se evidencia que Camila lo

comprende con claridad y lo expresa como: “Para saber en qué sentido están orientados los vectores de las magnitudes físicas: F , I y B ”.

En relación a la ley de Lenz, se plantea dejar caer un imán y otro objeto a través de un tubo de aluminio, para que Camila observará el evento y respondiera cuál cae más rápido (imán u objeto), ella manifiesta que: “cae primero el objeto porque el imán intenta pegarse al tubo.” Mostrándonos un claro cambio de concepción con respecto a la fase anterior, pues ya sustenta implícitamente que el imán tiene ciertas propiedades magnéticas, puesto que por eso intenta pegarse al tubo. Además, manifiesta que “El papel que juega el aluminio es que es como si fuera un objeto magnético porque el imán intenta pegarse.” Afirmando lo que hemos dicho con anterioridad.

Por último, encontramos que Camila posee un nuevo conocimiento a lo que respecta al torque (con relación al motor eléctrico), puesto que, cuando se le pregunta por este y sus usos en la vida diaria, en la fase anterior respondió “no sé” y ahora ella responde que: “El torque es la fuerza que hace que el alambre se ponga en movimiento y lo podemos ver en un ventilador, licuadora, secador, helicóptero etc.” Mostrando un aprendizaje conceptual -que se refiere al trabajo práctico realizado en la construcción de motor eléctrico- y se hace más notorio el pensamiento implícito de que, torque implica un trabajo (fuerza por distancia) realizado para hacer girar un objeto en un ángulo determinado.

Efectuando de manera análoga un análisis de las respuestas brindadas por Camila, se encuentra que en la fase post-activa o luego de haber terminado la estrategia, Camila responde los interrogantes expuestos en la categoría campo magnético, por medio de trabajos

prácticos, y esto se evidencia cuando al preguntarle por la polaridad de un imán, ella acude a la siguiente respuesta “si la punta de la brújula que apunta al norte se siente atraída por uno de los polos del imán entonces ese polo es el polo norte del imán.” Y cuando se le pide el material más adecuado para representar las líneas de campo en un imán, este responde “La limadura de hierro esparcida sobre un papel, ya que se sentirá atraída por la fuerza magnética del imán y se atrapara en el campo magnético así (imagen)” con esto y una debida triangulación de los instrumentos se evidencia que, Camila concierne en que los trabajos prácticos son útiles y adecuados para presentar teorías físicas, además, presenta respuestas adecuadas a las pretensiones de esta investigación.

Habría que decir también, que Camila en cuanto a la categoría interacciones electromagnéticas, presenta una mejor concepción de la temática tratada, fundando la idea de que la electricidad se puede crear por medio de magnetismo, generando corriente con tan solo un imán y una bobina (enrollado de alambre), expresando en sus propias palabras: “generamos un campo electromagnético metiendo el imán dentro del enrollado repetidas veces.” Otro rasgo importante, es la manera como Camila relaciona la caída de un imán por el tubo de aluminio (Ley de Lenz), afirmando que lo hace más lento debido al “flujo magnético” que el imán genera. Esto nos muestra que la investigación dirigida estuvo de nuevo presente en Camila, puesto que el concepto “flujo magnético” no se le presento en la estrategia. De lo anterior se puede concluir que la estrategia mostro una gran motivación y participación por parte de Camila, mostrándonos resultados enfatizados en los objetivos de la investigación (utilización de trabajos prácticos y aprendizaje conceptual).

Capítulo N°6: Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Después del análisis realizado a cada uno de los casos y tras la influencia que tuvo una estrategia didáctica basada en la realización de trabajos prácticos en el aprendizaje conceptual de temas relacionados con campo magnético e inducción electromagnética. Se realizaron las siguientes apreciaciones a modo de conclusiones:

- Podemos deducir que María, Luis y Camila alcanzaron una muy importante aproximación en lo referente al aprendizaje conceptual de la inducción electromagnética, ya que, si tenemos en cuenta sus respuestas con las pretensiones de los investigadores, se encuentra una estrecha relación entre trabajos prácticos, bitácoras y conocimiento científico.
- La estrategia didáctica basada en trabajos prácticos para el aprendizaje conceptual de la inducción electromagnética arroja muy buenos resultados, ya que la información encontrada en los casos analizados y los objetivos y pretensiones conceptuales propuestas por los investigadores se encuentran en estrecha relación,
- Los trabajos prácticos dentro del aula son una herramienta que motiva por el conocimiento a los estudiantes, ya que, por su carácter experimental ayuda a que estos construyan paso a paso todo un corpus de conocimiento referente a un tema específico en nuestro caso la inducción electromagnética.

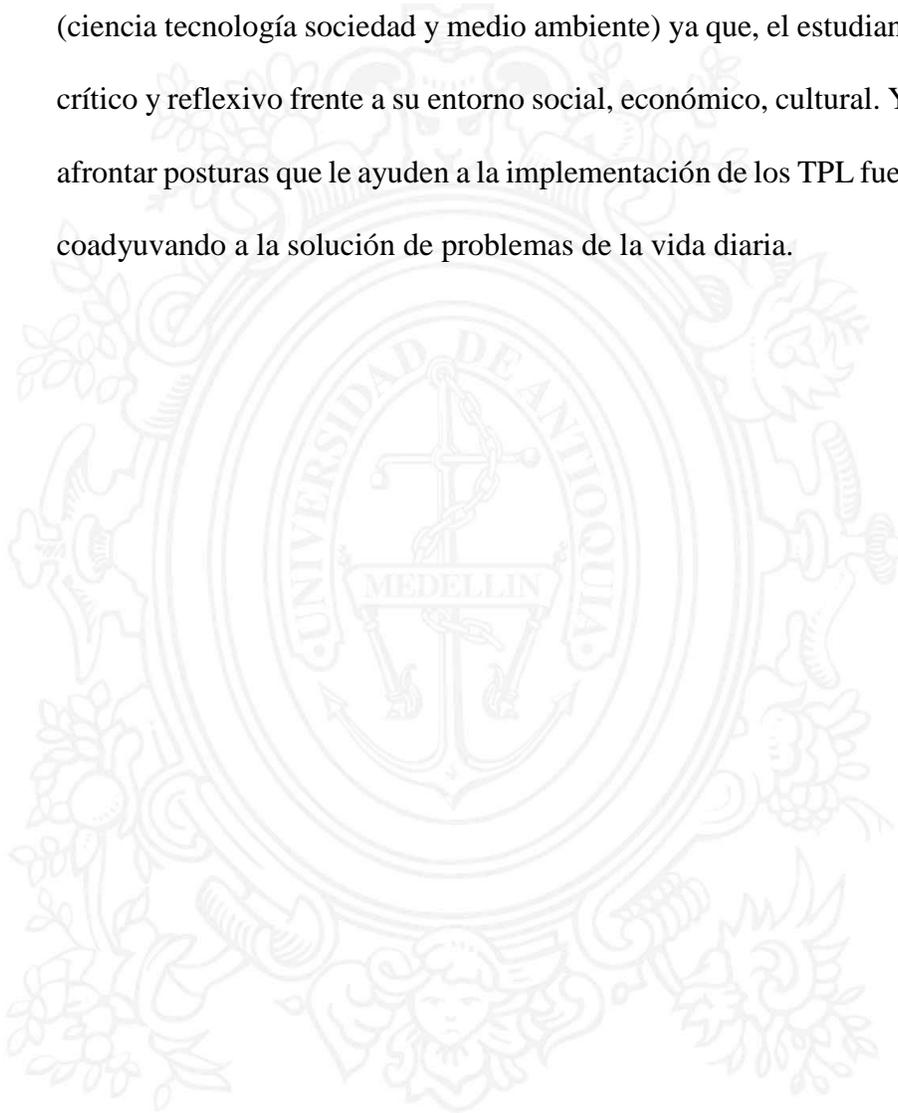
- Los trabajos prácticos permiten ver la ciencia como un constructo del hombre buscando dar respuesta a los fenómenos de la naturaleza, constructo que puede ser entendido por toda la comunidad y no es un lenguaje que le compete solo a la comunidad científica, además que se analiza experimentalmente el punto de partida que tuvieron algunos científicos para formular leyes que rigen al universo.

6.2 Recomendaciones

Las recomendaciones presentadas a continuación, son sugerencias que puedan contribuir e inclusive ayudar al mejoramiento continuo de una estrategia didáctica basada en la realización de trabajos prácticos orientados desde la resolución de problemas, en aras de un mejor aprendizaje conceptual de algunos conceptos básicos de electromagnetismo.

- Para una mejor visualización de las líneas de campo eléctrico dadas por el solenoide y la limadura de hierro, se sugiere el uso de una fuente que genere corriente de por lo menos 20 amperios.
- En aras de mejorar la habilidad de manipulación de trabajos prácticos orientados desde la resolución de problemas como estrategia de enseñanza, se recomienda a investigaciones futuras, dar un mayor énfasis a la investigación dirigida. Ya que esta, nos puede potenciar el aprendizaje conceptual, tanto del docente como del estudiante, ampliando la teoría expuesta y proponiendo nueva información desconocida para su posterior resolución.

- Se sugiere la implementación de trabajos prácticos desde el enfoque CTSA (ciencia tecnología sociedad y medio ambiente) ya que, el estudiante debe ser crítico y reflexivo frente a su entorno social, económico, cultural. Y con ende, afrontar posturas que le ayuden a la implementación de los TPL fuera del aula, coadyuvando a la solución de problemas de la vida diaria.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Bibliografía

- Angulo, F., y García, M. P. (1999). Aprender a Enseñar Ciencias: Una propuesta basada en la Autorregulación. *Educación y Pedagogía*, 11(25), 69-86.
- Arca, M., Guidoni, P. & Mazzoni, P. (1990). Enseñar ciencia. Barcelona: Paidós/Rosa Sensat.
- Ayala, M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la re-contextualización de saberes científicos. *Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Pro-Prosições*. 17(1), 1937.
- Ayuso, G., & Banet, Y. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 133-157.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996) El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Benítez, Y. y Mora C. (2010). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Rev. Cub. Fís.* 27(2A), 175-179.
- Bloom, B., & Broder, L. (1950). Problem solving process de collage students. University Press, 67- 80.
- Caamaño, A. (1992) "Els projectes curriculars de ciències experimentals: estructura i evolució". *Bulletí del Col·legi de Doctors i Llicenciats de Catalunya*, 77, p. 33,
- Caamaño, A. (2004). Experiencias e experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones. ¿Una clasificación útil para los trabajos prácticos?, *Alambique*, 39, 8-19.
- Campanario, J., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 179-192.
- Cañal, P., & Porlan, R. (1987). Investigando la realidad proxima: un modelo didactico alternativo. *Enseñanza de las ciencias*, 89-96.
- Catalán, L., Caballero, C., & Moreira, M. A. (2009). Los libros de texto usados por los alumnos para el aprendizaje del campo conceptual de la inducción electromagnética. *Latin-American Journal of Physics Education*, 656-664.

- De Blas, A. (2005). Modelización de la histéresis magnética y su aplicación al cálculo numérico en máquinas eléctricas (tesis doctoral). Universidad politécnica de cataluña, departamento de ingeniería eléctrica, Barcelona-Soria, España.
- De Corte, E. (1993). La mejora de las habilidades de resolución de problemas matemáticos:hacia un modelo de intervención basado en la investigación. *Intervención psicopedagógica*, 145-168.
- Del Carmen, L. (2000). Los Trabajos Prácticos. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. 267-287.
- Duit, R. (2009). Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. Obtenido de [http:// www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html](http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html)
- Feynman, R. (1998). Seis piezas fáciles. La física explicada por un genio. Barcelona: Ed. Crítica.
- Frazer, M. (1982). Solving Chemical Problems. *Chemical Society Review*, 171-190.
- Furió, C., & Guisasola, J. (1999). Concepciones Alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las ciencias*, 441-452.
- Furió, C., & Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto del campo electrico basado en un modelo de aprendizaje como investigacion orientada. *Enseñanza de las ciencias*, 319-334.
- Garcia, J. (2003). Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. *Didáctica de las ciencias*.
- Garcia, J., & Renteria, E. (2012). La mediación de la capacidad de resolucion de problemas en las ciencias experimentales. *Ciencia & Educao*, 755-767.
- García-Rodeja, L; Lucas, A. (1990). "Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos". *Enseñanza de las Ciencias*, 11.
- Garrett, M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 224-230.
- Gil, D., Furió, C., Torregrosa, J., Guisasola, J., Gonzáles, E., Dumas, A., . . . Pessoa, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y la realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, 311-320.

- Gil, D., Torregrosa, J., & Senent, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 131-146.
- Gómez, P. (2007). Desarrollo del conocimiento didáctico en un pan inicial de formación de profesores de matemáticas de secundaria. Tesis doctoral.
- Greeno, J. (1980). Trends in the theory of knowledge for problem solving. *Problem solving an education*, 9-23.
- Guisasola, J., Almodí, J., & Zuza, K. (2008). Explicaciones de los estudiantes de primer curso de ingeniería sobre los fenómenos de inducción electromagnética. *Enseñanza de la Física*, 33-47.
- Guisasola, J., Almodí, J., Zubimendi, J., & Zuza, K. (2005). Campo magnético: diseño y evaluación de estrategias de enseñanza basadas en el aprendizaje como investigación orientada. *Investigación Didáctica*, 303–320.
- Guisasola, J., Salinas, J., Almodí, J., & Velazco, S. (2003). Análisis de los Procesos de Aplicación de las Leyes de Gauss y Ampere por Estudiantes Universitarios de España y Argentina. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 195-206.
- Gunstone, R. (1991) "Reconstructing theory from practical experience". El B.E. Woolnough (ed.) *Practical Science*, Open University. Gil, D. (1986). "La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas". *Enseñanza de las ciencias*, 4, 2, 111.
- Hake, R. (1998). Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.* 66 (1), 64-74
- Hernández, G., Irazoque, G. y López, N. (2012). ¿Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos, *Educ. quím.*, 23.
- Hewit, P. (2007). *Física conceptual* (decimal edición), México, Pearson Educación
- Hodson D. (1990). "OPen-ended problem soving investigations". *School Science Review*, 63.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 299-313.

- Hodson, D. (2003). La hora de la acción: la educación científica de un futuro alternativo. *Int. J.Sci. Educ.*, 645-670.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-59.
- Jimenez, J., & Perales, F. (2002). Modelisation et representation graphique of concept. *Bulletin de l'union des physiciens*, 397-417.
- Kempa, R. (1986). Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 99-110.
- Lüdke, M. & André, M. (2007). Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 10. reimp. São Paulo: EPU.
- Llancaqueo, A., Caballero, M. C., & Moreira, M. A. (2003). El Concepto De Campo En El Aprendizaje De Física y En La Investigación En Educación En Ciencias. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 227 - 253.
- Malfasi, S. Suarez, D. (2009). Pautas para la planificación, diseño y aplicación de trabajos prácticos en el laboratorio de la clase de ciencias naturales del colegio cafam de bogotá (Tesis pregrado). Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia.
- Martín, J., & Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en física. *Enseñanza de las Ciencias*, 393-403.
- Marulanda, J., Gómez, L., (2006). Experimentos En El Aula De Clase Para La Enseñanza De La Física. *Revista Colombiana De Física* 38(2), 699702.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1988). *Pensar matematicamente*. Barcelona: Labor y M.E.C.
- Meyer. (1977). *The philosophy of occupation therapy*. Reprinted from the archives of occupational therapy, 1-10.
- Miguéns, M. y Garrett, R.M., 1991. Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), pp. 229-236
- Millar, R., Le Maréchal, J.-F. y Tiberghien, A. (1999). "Mapping" the domain. Varieties of practical work. En: J. Leach y A. Paulsen (Eds.). *Practical work in science education* (Pp. 33-59) Dordrecht: Kluwer/ Frederiksberg: Roskilde.
- Nortes, A. (1987). Resolución de problemas. *Bordón*, 213-216.

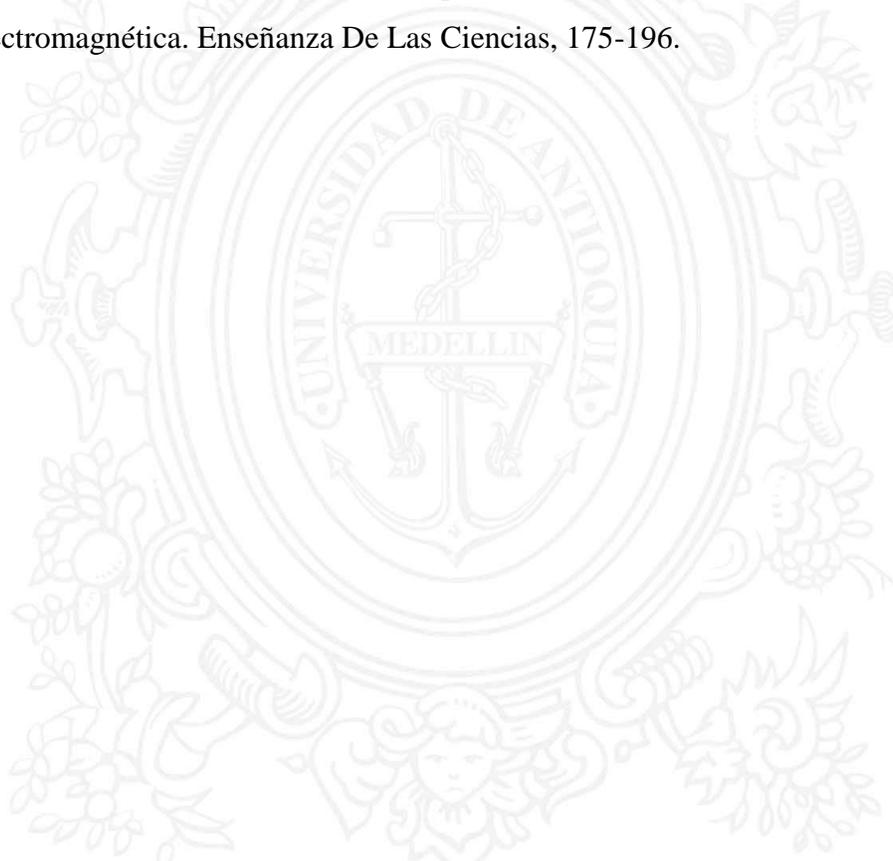
- Pérez, G. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 197-212.
- Polya, G. (1992). *Cómo plantear y resolver problemas. How solve it*.
- Porlán, R. (2000). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada S.L.
- Pozo, I (1990). "Una nueva forma de aprender". *Cuadernos de Pedagogía*, 1880. 24.
- Ramirez, J., Gil, D., & Torregrosa, J. (1994). *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE.
- Rasilla, F. J. (2004). "El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo Ciencia en clase de biología". *Revista Pulso*, 27, 111-118
- Rodríguez, W. & Naranjo, P (2000). *Aplicaciones del electromagnetismo en la medicina*. *Revista ciencia e ingeniería neogranadina*. 105 -118
- Sánchez, A. (2012). Tesis maestría. *El electromagnetismo una experiencia para vivir*. Universidad Nacional De Colombia sede Medellín.
- Sancho, C. (2010). Faraday y la guitarra eléctrica. *Revista Eureka*, 8 (Num. Extraordinario), 404-408.
- Sanmartí, N., Márquez, C., García, P. (2002) Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Revista aula de innovación educativa*. 113. Recuperado de: http://www.grao.com/creditos/ficha_articulo.asp?id=1878
- Salas, H. (1983). "Conceptos o procesos". *Enseñanza de las ciencias*, 109.
- Schoenfeld, A. (1980). Teaching problem solving skills. *American Mathematical Monthly*, 794-805.
- Serway, R., & Jewett, J. (2009). *Física para ciencias e ingeniería*. Editorial Cengage Learning.
- Stake, R.E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Viennot, L., & Rainson, S. (1992). Students' reasoning about the superposition of electric field. *International Journal of Science Education*, 475-487.

Woods, D., Crowe, C., Hoffman, T., & Wright, J. (1985). Challenges to Teaching Problem-solving skills. Chem. 13 Bews (Waterloo University), 1-12.

Woolnough, B.; Allsop, T. (1985): Practical work in science, Cambridge Educational.

Woolnough, B. (1991). Practical Science, Open University Press.

Zuza, K., Almudí, J., & Guisasola, J. (2012). Revisión de la investigación acerca de las ideas de los estudiantes sobre la interpretación de los fenómenos de inducción electromagnética. Enseñanza De Las Ciencias, 175-196.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Anexos

Anexo 1: Guías

En este apartado, encontraremos las diferentes guías usadas como referencias para la implementación de una estrategia didáctica acorde a lo buscado en esta investigación

Guía momento 1. Conocimientos procedimentales

Duración: 120 minutos

Objetivo: Presentar de forma general la propuesta de investigación al grupo y dejar claras las reglas de trabajo.

Contestar individualmente las siguientes preguntas:

1. ¿para qué sirve y donde se utilizan los motores eléctricos?
2. ¿Qué elementos tiene un motor eléctrico?
3. Beneficios y/o perjuicios de un motor eléctrico

Ideas previas

1. ¿Por qué la aguja de una brújula se desvía o apunta en una dirección, con relación a la tierra?
2. ¿Qué crees que es un campo magnético? Si te lo imaginas, dibújalo.
3. ¿Crees que un imán separado de cualquier objeto genera campo o atracción magnética?
4. ¿Cómo crees que un imán atrae a otro objeto? Dibújalo si lo crees necesario
5. ¿Cómo saber si un objeto es un imán o no?

Actividad - lluvia de ideas

Objetivo: Determinar la finalidad de los trabajos prácticos.

- I. Responde las siguientes preguntas con tu equipo de trabajo
 1. ¿Qué entendemos por trabajo practico?
 2. ¿Realizamos trabajos prácticos en clase?
 3. ¿Para qué sirve un trabajo práctico en tu proceso de aprendizaje?
 4. ¿Qué proceso se tiene que usar para la elaboración de un trabajo práctico?
 5. ¿Los problemas que normalmente resuelves en la escuela tienen aplicación en la vida real?

Guía Momento 2. Campo magnético

Duración: 120 minutos

Objetivo: Indagar por diferentes características de los eventos magnéticos a través de los trabajos prácticos manipulando imanes permanentes y temporales.

Materiales:

- X número de imanes
- Madera
- Hierro
- Clips
- Limaduras de hierro
- Alambre de cobre
- Fuente
- Hoja de papel

Teniendo como base los materiales que se les brinda. Crea experimentos que te permitan dar respuesta a las siguientes preguntas, describe la actividad experimental usada para cada caso.

1. ¿Cómo saber si un objeto es o no un imán?

Para saber si un objeto A es un imán es necesaria la interacción con otros objetos, ya que este por sí solo no arroja ninguna información. Por ende, se hace necesario acercarse un objeto B (clip), y detectar si hay atracción.

2. ¿A qué se debe que un imán y un objeto A puedan o no atraerse? Explique

Se atraen debido a que el imán genera una alteración a su alrededor, configurada de forma tal, que solo atrae o repele a cuerpos de su misma naturaleza.

3. ¿Cómo le explicarías a un compañero de clase, que existen dos polos magnéticos en un imán? En que lo evidencias en tu trabajo práctico

1 8 0 3

Los dos extremos del imán donde las fuerzas de atracción son más intensas se llaman polo norte y polo sur; también denominados polos positivo y negativo, respectivamente. Los polos iguales se repelen y los diferentes se atraen.

4. ¿Es posible separar los polos en un imán?

No, pues al partir un imán a la mitad se crea nuevamente dos imanes con dos polos, este proceso se repite indefinidamente, pues se hace imposible crear un monopolo magnético.

5. ¿Es posible crear un imán?

Si, pues al pasar corriente por un alambre conductor este además de crear campo eléctrico, también crea campo magnético alrededor del cable, creando a su vez polos magnéticos.

6. Si situamos un imán debajo de una hoja de papel y encima de esta rociamos limadura de hierro ¿Qué cualidades físicas podríamos representar con las formas que hace la limadura de hierro?

Explica donde hay más campo y por qué.

La perturbación del espacio-tiempo que crea el imán llamado campo magnético, se puede representar con líneas de fuerza que representa la limadura, y que salen del polo norte entrando al polo sur. Se concentran en los polos.

7. ¿Cuál es la función que cumplen los imanes en la creación de un motor eléctrico?

La interacción magnética se genera entre imanes, por tanto, el imán permanente cumple la función de interactuar con el imán temporal (espira), para crear torque y por ende convertir energía eléctrica en mecánica.

Guía momento 3. Interacciones electromagnéticas 1

Duración: 120 minutos

Objetivo: Desarrollar los diferentes conceptos relacionados con la interacción electromagnética a través de trabajos prácticos

Materiales

- Imanes
- Tubo de aluminio

- Tubo galvanizado
- Brújula
- Otro material (hierro, plástico)

Teniendo como base los materiales que se les brinda. Crea experimentos que te permitan dar respuesta a las siguientes preguntas, describe la actividad experimental usada para cada caso.

¿Por qué cree que la aguja de una brújula se mueve? Explique.

¿Qué características debe tener la aguja de una brújula para poder moverse?

¿Qué crees que es una brújula? y ¿cómo funciona?

¿Es posible crear una brújula? ¿Cómo la harías?

Si se deja caer un imán y otro objeto a través de un tubo de aluminio, ¿Será que cae uno más rápido que el otro? ¿Cual? Justifica y gráfica

¿Qué papel juega el aluminio en el movimiento del imán?

Si en vez de hacerlo con el tubo de aluminio se hace con un tubo de hierro ¿Qué pasa?

¿Crees que existe una relación entre electricidad y magnetismo? Descríbala.

Al conectar la fuente a la bobina ¿que representa la limadura de hierro?

si se invierte la polaridad de los cables ¿Que ocurre con la limadura de hierro?

¿Qué influencia tiene el número de espiras y, la distancia entre espira y espira en el fenómeno?

Guía Momento 3. Interacción electromagnética 2

Objetivo: Desarrollar los diferentes conceptos relacionados con la interacción electromagnética a través de trabajos prácticos

Materiales:

- X número de imanes
- Enrollado de alambre o bobina
- Brújula
- Alambre de cobre
- Fuente
- Instrumento de medida (multímetro)

Teniendo como base los materiales que se les brinda. Crea experimentos que te permitan dar respuesta a las siguientes preguntas, describe la actividad experimental usada para cada caso.

- 1- Asumiendo un enrollado de alambre conectado a un galvanómetro (instrumento de medida), y movemos un imán en el interior del enrollado de alambre ¿Qué pasa con el galvanómetro? ¿Será que se altera la medida al cambiar el sentido de la polaridad s-n y n-s del imán?
- 2- ¿Qué influencia tiene el número de vueltas en la bobina (enrollado de alambre) y el sentido en que se enrolla el alambre? Explica
- 3- ¿Qué ocurre si acercamos una brújula a un alambre por el cual circula corriente?
Explica
- 4- ¿Cómo entendemos la ley de la mano derecha? Explica y dibuja si es necesario.
- 5- ¿Para qué se utiliza la ley de la mano derecha en los trabajos prácticos?
- 6- ¿Qué entendemos por torque y donde evidencian este fenómeno en la vida cotidiana?

Anexo 2: bitácoras

En este apartado se presenta la apreciación u observación que tuvo cada uno de los investigadores dentro del aula y que posibilitaron un análisis más riguroso de la estrategia presentada

Bitácora # 1 Presentación del trabajo de investigación

Fecha: 3 de septiembre del 2015

Momento: 1

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Los estudiantes mostraron interés por el trabajo que se desarrollará en esta investigación.
- Se generaron preguntas sobre las temáticas principales de la investigación (el comportamiento del campo magnético y eléctrico)
- Se utilizaban conceptos disociados a la realidad, lo cual crea contradicción en el estudiantado. Además, se tenía una idea muy vaga de los polos de un imán y de campo magnético
- se ve una mala utilización de los conceptos físicos, pues, aunque nombran muchas cualidades físicas, no saben en realidad lo que significan.
- Los estudiantes son dependientes de las órdenes del profesor adecuadas a una clase magistral, no se atreven a utilizar su imaginación y crear, proponer.

Bitácora # 2 Campo magnético

Fecha: 9 de septiembre del 2015

Momento: 2

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Al entregar los materiales necesarios para la experimentación comenzaron a realizar experimentos e interactuar con los mismos sin ningún rumbo ni finalidad.
- Como apenas están conociendo los trabajos prácticos se dificulta la creación de las hipótesis con cada una de las preguntas orientadoras y comienzan rápidamente con la experimentación.
- Al desconocer la idea primordial de los trabajos prácticos, iniciaron a contestar las preguntas orientadoras de manera muy vagas y poco profundas (a la ligera). sin profundizar en los conceptos teóricos presentados en el trabajo práctico, incluyendo primordialmente sus ideas previas, confundiendo conceptos.

Bitácora # 3 campo magnético

Fecha: 10 de septiembre del 2015

Momento: 2

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Resaltan la experimentación como un método adecuado para presentar los conceptos físicos.
- Uno de nuestros casos en el momento de la socialización interviene diciendo que en los imanes solo se atraen materiales de su misma naturaleza.

- En el proceso de socialización todos los grupos participaron activamente y todos manifestaron sus aportes sin temor a equivocarse, aunque se corregía con el grupo el aporte de ser erróneo.
- se manifiesta que la construcción de un imán es complicada pues se hace necesario poseer elementos químicos y maquinas industriales para crearlo.

Bitácora # 4 Interacciones electromagnéticas

Fecha: 17 de septiembre del 2015

Momento: 3

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Se muestra gran interés de los estudiantes entorno a los trabajos prácticos
- se encuentra dificultades en las fuentes, puesto que no contaba con el amperaje suficiente (20 a 50 amperios) para mostrar las líneas de campo, representadas por la limadura de hierro. por tanto, no se realizó dicho trabajo, pero se mostró la representación a la que se quería llegar por medio de un dibujo expuesto por el profesor.

Bitácora # 5 Continuación interacciones electromagnéticas

Fecha: 24 de septiembre del 2015

Momento: 3

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Los estudiantes encuentran en los trabajos prácticos una metodología diferente y novedosa de aprendizaje, mediante la cual pueden ser autónomos en las actividades a realizar.
- Al presentar el trabajo práctico, que consiste en arrojar un imán de neodimio por el interior de un tubo de aluminio, el cual evidenciaba la ley de Lenz. Los casos presentaron gran asombro e interés por encontrar un fenómeno contradictorio a sus conocimientos previos.

Bitácora # 6 Recuerdo de los temas trabajados

Fecha: 14 de octubre del 2015

Momento: 3

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Durante la la sesión los estudiantes estuvieron visualizando un video, el cual tenía como objetivo recordar y profundizar en los temas vistos en las sesiones anteriores, los cuales hacen parte del conglomerado de conceptos referentes a la inducción electromagnética.
- Los estudiantes preguntaban a los profesores sobre aquellos segmentos del video donde no comprendía buscando aprender los conceptos necesarios para el diseño del motor eléctrico casero y la explicación a la luz de la ciencia sobre su funcionamiento.
- Finalizando la sesión se realizó una co-evaluación entre los dos docentes y cada uno de los estudiantes, con el objetivo de analizar el proceso evolutivo de cada uno de los estudiantes durante el trabajo de investigación y, hacerlos conscientes del mismo.

- Los estudiantes presentan dificultad a la hora de cualificar y cuantificar su proceso de aprendizaje.

Tareas del encuentro

Cada equipo de trabajo se encarga de reunir los materiales necesarios para la construcción del motor eléctrico casero.

Bitácora # 7 Construcción del motor eléctrico

Fecha: 15 de octubre del 2015

Momento: 4

Participantes: 29 estudiantes

Eventos:

- Los equipos de trabajo cumplieron con llevar los materiales de trabajo y alegremente comenzaron a armar cada pieza del motor,
- Los estudiantes manifestaron que la parte experimental de la física es la que más les gusta ya que pueden experimentar con los distintos materiales que tienen e inventar cosas.
- Algunos motores en su primera etapa de construcción no funcionaron, pero después de la experimentación y la aplicación de conceptos trabajados lograron encontrar el problema y solucionarlo para completar su etapa.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3