

**CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA
FÍSICA: TRANSFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO EN CORRIENTES
ELÉCTRICAS**


JUAN CAMILO JIMENEZ JIMENEZ

DIRECTOR: MARINA GARZÓN BARRIOS

**LINEA DE INVESTIGACIÓN 3. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.**

2019

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al servicio</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 7

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Consideraciones experimentales para la enseñanza de la física: transformación del movimiento en corrientes eléctricas
Autor(es)	Jimenez Jimenez, Juan Camilo
Director	Garzón Barrios, Marina
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional 2019, 50 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	ENSEÑANZA; INDUCCIÓN; ELECTROMAGNÉTICA; TRANSFORMACIÓN; MOVIMIENTO; ELECTRICIDAD

2. Descripción
<p>El presente trabajo aborda como problema central de la física la transformación del movimiento en corrientes eléctricas. Para abordar este problema se hizo una revisión de las actividades experimentales que permitieron convertir movimiento en electricidad, este ejercicio experimental fue desarrollado por científicos como Christian Has Oersted (1823), Michael Faraday (1830), Heinrich Friedrich Emil Lenz (1820), entre otros científicos del siglo XIX. En física, la convertibilidad de movimiento en corrientes eléctricas se entiende como la transformación de la energía que se da entre fenómenos de diferente clase, en este caso: fenómenos mecánicos – fenómenos electromagnéticos. De tal manera que cantidades de movimiento pueden ser expresadas en cantidades de electricidad.</p> <p>En el proceso de pensar cómo abordar este tipo de problemas en el aula de clase, y permitir a los estudiantes en la clase de física comprender de la transformación del movimiento en electricidad, se da prioridad a las relaciones que establece el estudiante respecto a las maneras como habla, piensa y actúa al momento que estudia los procesos de convertibilidad.</p> <p>De este modo, se considera de suma importancia reunir algunas consideraciones orientadas por constructivismo para el desarrollo de la actividad escolar dirigida hacia la enseñanza de las ciencias, estas consideraciones provienen de los modelos como: Enseñanza para la comprensión (Stone, 1998), aprendizaje significativo (Asububel, 1963), el constructivismo (Piaget J., 1975), aprendizaje por descubrimiento (Bruner J., 1995), entre otros. Existen incontables formas para desarrollar una clase como también existen muchas formas de aprender, en ese sentido este trabajo no se cobija bajo un modelo pedagógico particular si no que pretende indagar sobre aquellas consideraciones de carácter constructivista que aportan los diferentes modelos, para así configurar una forma de concebir la enseñanza a partir del experimento como elemento necesario para la construcción de conocimiento en el aula, y por consiguiente, para la comprensión de ciertos fenómenos.</p> <p>En ese sentido el trabajo indaga sobre de las representaciones o explicaciones más frecuentes que el estudiante establece para comprender cómo se transforma el movimiento en corrientes eléctricas, mediante el desarrollo de actividades experimentales.</p> <p>¿Cuáles podrían ser las expresiones más frecuentes en los estudiantes, a la hora de tratar de explicar los</p>

fenómenos físicos que componen la transformación del movimiento en electricidad partiendo desde la experimentación en el aula? Y ¿Cómo influyen las actividades experimentales respecto a las ideas relacionadas con la transformación del movimiento en corrientes eléctricas?

Se diseñó e implementó una propuesta de enseñanza titulada: **Enseñanza-comprensión de la transformación en movimiento en electricidad**. La intención del trabajo de investigación es promover que los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Manuela Beltrán Jornada Nocturna, comprendan que la transformación de magnitudes se basa en intentar medir una magnitud en términos de la otra.

OBJETIVO GENERAL.

Identificar las explicaciones que el estudiante establece para comprender como se transforma el movimiento en corrientes eléctricas, mediante el desarrollo de actividades experimentales, para luego construir un conjunto de consideraciones para la enseñanza experimental del fenómeno físico mencionado anteriormente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un estudio histórico a partir del análisis de documentos originales sobre acontecimientos que construyen la comprensión del fenómeno de la transformación de movimiento en electricidad.
- Diseñar e implementar de una propuesta de enseñanza titulada: **enseñanza-comprensión de la transformación de movimiento en electricidad**, para así analizar la información obtenida sobre las explicaciones que realizaron los estudiantes.
- Diseñar y reconstruir situaciones adecuadas, guiadas por una pregunta problema para que los estudiantes comprendan el fenómeno de la transformación del movimiento en corrientes eléctricas con los estudiantes de grado 11.

3. Fuentes

- Asububel, D. (1963). La teoría del aprendizaje significativo.
- Bruner, J. (1995). Desarrollo cognitivo y educación.
- Bruner, J. (1995). Desarrollo Cognitivo y Educación. Morata.
- Campanario, & Aida, M. &. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas.
- Faraday, M. (1833). Experimental Researches in Electricity. Great Books 42.
- Fuchs, H. U. (2010). The Dynamics of Heat. A unified approach to thermodynamics and heat transfer. New York: Springer.
- Joseph, N. (1997). Teoría y práctica de la educación.
- Malagón, F. (20011). El experimento en el aula.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Un sentido para la enseñanza de las ciencias.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). La Actividad Experimental: Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Bogotá: Praxis filosófica nueva serie.
- Malagón, F., Tarazona, L., & Ayala, M. (2008). La actividad experimental para la enseñanza de las ciencias.
- MEN, M. d. (2006). Estandares básicos para la comprensión en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden.
- Pearce, W. (1927). MICHAEL FARADAY A Biography.
- Pearce, W. L. (1965). Michael Faraday A Biography. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1971). Epistemología y psicología de la identidad.

- Piaget, J. (1975). Introducción a la epistemología genética. Tomo 2 el pensamiento físico. En J. Piaget, Introducción a la epistemología genética. Tomo 2 el pensamiento físico. (págs. 97-139). Buenos Aires: Paidós.
- Piaget, J. (1975). Introducción a la epistemología genética. Tomo 2. El pensamiento físico.
- Pozo, I., & Gómez, M. (1920). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1920). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid, España: Morata, S.L.
- Raymond, S. (2006). FÍSICA.
- Shamos, M. H. (1959). Great Experiments in Physics. Firsthand Accounts from Galileo to Enistein. New York: Dover Publications.
- Stone, M. (1998). La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica.
- Stone, M. (1999). La Enseñanza Para la Comprensión. Vinculacion entre la investigacion y la práctica. . Buenos Aires, Argentina: PAIDÓS.
- Viennot, L. (2001). Razonar en física. La contribución del sentido común.
- Viennot, L. (2002). Razonar en física. (M. J. Municio, Trad.) Madrid, Navarcarnero, España: A. MachadoLibros, S.A.
- Young, H. &. (2009). Física Universitaria Con Física Moderna. Mexico: Adison-Wesley.

4. Contenidos

El presente trabajo se divide en 4 capítulos:

El **primer capítulo**, recopila información relevante sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que serán de gran importancia para poder generar procesos de comprensión con los estudiantes y así mismo poder analizar e interpretar las explicaciones que realizan los estudiantes en cada actividad de la propuesta de aula.

En el **segundo capítulo**, se hace un análisis histórico-crítico al fenómeno de la inducción de corrientes, con la intención de identificar cuáles fueron los aspectos que están inmersos en la construcción teórica y fenomenológica de la transformación de corrientes en electricidad.

En el **tercer capítulo**, se presenta la propuesta de aula para abordar con los estudiantes el fenómeno de la transformación de movimiento en electricidad.

Por último, en el cuarto capítulo, se presentan las explicaciones de los estudiantes a diferentes situaciones problemáticas asociadas a la transformación de movimiento en electricidad para así mismo hacer un análisis a las respuestas y explicaciones realizadas por los estudiantes.

5. Metodología

El proyecto se desarrolla en la escuela de aula regular y establece como categoría investigativa el tipo cualitativo, donde se estudian las ideas de diferentes modelos pedagógicos y se elabora una propuesta didáctica con actividades experimentales que permitirán analizar ciertas situaciones o fenómenos. Esto se realizó con la intención de evidenciar los tipos de explicaciones más frecuentes en los educandos, lo cuales serán obtenidos por unas guías de trabajo experimental, Se diseñan preguntas y cuestionarios.

Se escogió el trabajo de diseñar o elaborar una propuesta didáctica como herramienta para darle un orden y un sentido a las prácticas y actividades escolares con los estudiantes del colegio Manuela Beltrán. Todas estas ideas de los estudiantes se obtienen gracias al diseño e implementación de una encuesta que sería una de las primeras fases de la unidad didáctica que se supone guiará los encuentros académicos con los

estudiantes de la jornada nocturna del colegio I.E.D Manuela Beltrán y servirá de igual forma para coleccionar las evidencias del trabajo de investigación. El experimento se piensa como la herramienta para acercar al estudiante al fenómeno, para luego estudiarlo y comprenderlo, pues así, se generan conocimientos que son útiles y beneficiosos.

La unidad didáctica lo que me permite es establecer unos criterios para, en primera instancia, tener una imagen de los conocimientos e ideas que tienen los estudiantes preliminares a las actividades experimentales y conceptuales, luego de haber seleccionado la base de datos adecuada donde se definen conceptos que componen la explicación física del fenómeno de la transformación de movimiento en electricidad, se tiene pensado diseñar experimentos que permitan a la investigación y al grupo de estudiantes una aproximación al fenómeno, es decir, construir un espacio que permita la explicación de cómo se convierte el movimiento en electricidad.

6. Conclusiones

- Las explicaciones de los estudiantes nos permiten definir cuáles son algunas de las interpretaciones que realizan los estudiantes a la hora de intentar explicar cómo se transforma el movimiento en el electricidad, teniendo en claro las consideraciones de M. Stone, D. Perkins (Stone, 1999) y J. Bruner (Bruner J. , 1995) que para poder llevarlo a un nivel de comprensión no se debe acudir a hacer caer en cuenta que el estudiante está mal, si no que al contrario todo lo que pueda decir el estudiante está bien hasta el punto donde esas explicaciones erróneas permitan construir nuevo conocimiento. Según Jerome Bruner se debe introducir al estudiante al lenguaje desconocido de formas sutiles, haciendo un tipo de prescripción de cómo debería decirse o escribirse ciertos términos y en qué momentos se podrían usar, todo esto con el fin de promover en el estudiante el "reconocimiento "de términos como lo podrían ser sustantivos o adjetivos. En este proceso el docente encargado no puede fijar su atención en calificar si los nuevos términos que aprende el estudiante están bien o mal, tanto como se escriben o como se aplican en el habla, al contrario, el maestro debe tener claro que los términos que está atrayendo a sus estudiantes están alejados de sus vidas y no hacen parte de lo común entre los estudiantes, por lo que en primera instancia no llaman su atención.

- La pregunta de investigación permite crear situaciones experimentales que contengan en sí, diferentes tópicos generativos, donde los estudiantes se involucran en el que hacer del investigador y el científico, donde a su vez se fortalecen en el aula escenarios para la experimentación y la investigación.

- Los experimentos de Christian Hans Oersted y Michael Faraday se describe como un antecedente de suma importancia para la comprobación y formulación de la teoría de la inducción de corrientes, por lo que para el trabajo de investigación tiene un gran valor para los procesos de formación sobre la transformación de movimiento en electricidad, el experimento se basó en hacer que una corriente generada por un aparato galvánico, comúnmente utilizado en aquella época, como baterías o fuentes, atravesase un delgado alambre de platina, aquel experimento se colocó sobre una brújula cubierta con vidrio; cuando el circuito se abriera se detectaría una deflexión en la aguja imantada de la brújula. Gracias al estudio en el aula del experimento de Oersted los estudiantes tuvieron cercanía con algunas experiencias por las que Oersted, Faraday, entre otros experimentalistas tuvieron que pasar para construir el marco explicativo de la inducción de corrientes.

- Cuando se habla sobre la actividad experimental habitualmente se relaciona directamente con una actividad que solo podrían desarrollar un grupo de científicos, pues lo estudiantes al escuchar o leer estos

términos lo asocian con tareas y trabajos arduos, con métodos extensos sin ningún significado, lo que conlleva al desinterés. Es necesario involucrar a los estudiantes con la actividad experimental pues de esta manera el estudiante puede organizar y construir experiencias que lo llevarán a comprender, analizar y cuestionar la realidad en la que se encuentra. Por eso, en este caso, la actividad experimental en la enseñanza se ve como una actividad que permite establecer relaciones entre los conceptos y la realidad, de igual forma permite la construcción de fenomenologías, como lo señala.

- En esta propuesta se reconoce la importancia de desarrollar escenarios de participación y discusión alrededor de diferentes situaciones problemáticas y se espera con esto es que se abran espacios de reflexión sobre fenómenos a partir del estudio de la transformación del movimiento en corrientes eléctricas. La intención de formular e implementar actividades experimentales es generar espacios en los que el estudiante se enfrente con problemas conceptuales y construya conocimiento gracias a la experimentación y -actividades de formalización-. En nuestro caso las actividades experimentales están enfocadas a situaciones donde se observa como una magnitud como lo es el movimiento se transforma en una magnitud diferente que es la corriente. la intención de la actividad experimental está centrada en la construcción de una base fenomenológica o de hechos de observación con los que se destacan los rasgos relevantes del fenómeno. La organización de éstos permite desarrollar el proceso de construcción de las magnitudes con las cuales quedan establecidos los aspectos del fenómeno que son tenidos en cuenta en su caracterización “. Se espera de estas actividades que contribuyan en que el estudiante haga una adecuada organización del fenómeno de la transformación de movimiento en corriente eléctrica.

- En la actividad desarrollada con los estudiantes para la construcción de la ley de inducción, A partir de la siguiente pregunta: -“¿Qué ocurriría si la bobina fuera más grande?” Se puede inferir que el estudiante reconoce que en la producción de corrientes para el caso que se estudia, existen algunas condiciones o variables que favorecen la producción de corrientes como los puede ser el tamaño de las bobinas o el número de vueltas de estas bobinas. Hay que recordar que a medida que la persona observa el fenómeno, sus procesos de aprendizaje le van permitiendo organizar las experiencias y los conceptos que van apareciendo en el transcurso de las actividades, las personas le atribuyen al fenómeno estudiado diferentes modos de organización, que va cambiando a razón del avance en la organización y construcción del campo fenomenológico.

- Se obtienen diferentes explicaciones que el estudiante establece para comprender como se transforma el movimiento en corrientes eléctricas, mediante el desarrollo de las actividades experimentales, como lo sería la siguiente explicación de un estudiante perteneciente a un grupo de personas con diversidad auditiva: -“hay que realizar mucho movimiento en el imán para generar corriente en la bobina”, nos permite inferir que el estudiante establece una relación entre las magnitudes que se presentan para esta actividad. Las magnitudes juegan un papel importante en el reconocimiento del fenómeno por parte de los estudiantes, estas configuran los aspectos del fenómeno que se estudia, pues al asociar que con una gran cantidad de movimiento de imán se produce cierta cantidad de corriente es posible notar que el estudiante hace una caracterización del fenómeno de la inducción de corrientes.

- Es interesante analizar cómo los estudiantes que no lograron organizar una oración escrita para explicar lo que observaban, en cambio formularon preguntas. A partir de estas cuestiones se generó en el aula una discusión, se hacían aclaraciones y explicaciones con todo el grupo sobre las variables que son necesarias para reproducir el efecto que se deseaba observar. Así las preguntas que formularon algunos estudiantes fueron de gran valor para que los jóvenes que no lograban reconocer que era lo que ocurría, pudieran darse cuenta que el alambre conductor al conectarse a una fuente formaba patrones en la

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE****Código: FOR020GIB****Versión: 01****Fecha de Aprobación: 10-10-2012****Página 7 de 7**

limadura de hierro como el imán lo hacía con la limadura de hierro.

Las preguntas que más permitieron tal hecho que se acabó de mencionar fueron las siguientes: - ¿Por qué pasa eso al activar la batería?, ¿Que tan fuerte tiene que ser la corriente para comenzar a hacer distorsiones? o ¿Por qué se atrae la limadura de hierro?

A partir de las respuestas de los estudiantes en la actividad desarrollada se continuó con la construcción de los saberes necesarios para la comprensión de la transformación del movimiento en electricidad, el conocimiento se concibe como la organización de las experiencias que tienen los sujetos en su interacción con el mundo. A partir de las cuestiones de los estudiantes, se reflexionó sobre los hechos y se sometió su experiencia a la comprensión del fenómeno de estudio.

Elaborado por:

Juan Camilo Jimenez Jimenez

Revisado por:

Marina Garzón Barrios

**Fecha de elaboración del
Resumen:**

13

11

2019

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	III
OBJETIVO GENERAL.....	VI
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	VI
JUSTIFICACIÓN.....	VII
ANTECEDENTES Y MARCOS CONCEPTUALES.....	VII
METODOLOGÍA.....	IX
Capítulo 1. Las necesidades de la enseñanza de la Física.....	1
1.1 Una mirada Sobre la comprensión.....	1
1.1 Relación entre razonamiento científico y razonamiento común.....	2
1.2 El sentido común, la experiencia y el lenguaje.....	4
1.3 La actividad experimental para la enseñanza.....	5
1.4 ¿Por qué es necesario insistir en el desarrollo de propuestas de enseñanza?..	7
1.5 La convertibilidad del movimiento en corriente y lo esencial de la construcción de conceptos en física a partir del razonamiento común.....	9
Capítulo 2. Transformación de movimiento en electricidad.....	12
2.1 Los antecedentes experimentales en la inducción de corrientes.....	12
2.1.1 Experimento de Oersted.....	12
2.2 El modelo teórico de Ampère y algunos experimentos de Michael Faraday y Humpry Davy.....	16
2.3 Transformación de movimiento en corrientes.....	23
2.3.1 El dínamo o generador.....	23
Capítulo 3. Propuesta didáctica para la enseñanza-comprensión de la transformación en movimiento en electricidad.....	26
3.1 Propuesta didáctica: Construcción de relaciones entre el movimiento y la electricidad.....	28
3.1.1. Actividad 1. Geometría del campo producido por un imán en reposo.....	28
3.1.2. Actividad 2. Construcción de la idea de variación de flujo magnético a partir de analogías.....	29
3.1.3. Actividad 3. Relación entre el campo magnético de un imán y una corriente circulando por un alambre conductor.....	31
3.1.4. Actividad 4. Producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un imán. La inducción de corrientes.....	33

Capítulo 4. Análisis de la implementación de la propuesta: Construcción de relaciones entre el movimiento y la electricidad.	36
4.1 Análisis de los resultados para la actividad 1	40
4.2 Análisis de los resultados para la actividad 2.	43
4.3 Análisis de los resultados para la actividad 3: Relación entre el campo magnético de un imán y una corriente circulando por un alambre conductor... ..	45
4.4 Análisis de los resultados para la actividad 4. Producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un imán. La inducción de corrientes.....	48
Conclusiones	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

Introducción.

El presente trabajo aborda como problema central de la física la transformación del movimiento en corrientes eléctricas. Para estudiar este problema se hizo una revisión de las actividades experimentales que permitieron convertir movimiento en electricidad, este ejercicio experimental fue desarrollado por científicos como Christian Has Oersted (1823), Michael Faraday (1830), Heinrich Friedrich Emil Lenz (1820), entre otros científicos del siglo XIX.

En el proceso de pensar cómo abordar este tipo de problemas en el aula de clase, y permitir a los estudiantes en la clase de física comprender de la transformación del movimiento en electricidad, se da prioridad a las relaciones que establece el estudiante respecto a las maneras como habla, piensa y actúa al momento que estudia los procesos de convertibilidad.

En el proceso de formación pedagógica para la enseñanza de las ciencias se debaten y cuestionan los diferentes modelos y métodos que existen en el proceso de aproximar a los estudiantes a experiencias y lenguajes para la explicación de fenómenos naturales. Todas estas aproximaciones pretenden ser una herramienta para organizar las ideas y pensamientos de los estudiantes, con esto se fomenta el trascender en los niveles del pensamiento, se fomenta el aprendizaje y se generan o propician comprensiones sobre el mundo físico; este proceso según Howard Gardner (Stone, 1998), Ignacio Pozo & Miguel Gómez (Pozo & Gómez, 1920) y Jerome Bruner (Bruner J. , 1995) es un mecanismo que está a la base de crear y desarrollar una cultura social, académica, científica, entre otras.

Este trabajo propone tener en cuenta métodos y estrategias de enseñanza que impulsen el desarrollo de propuestas para enseñar ciencias naturales, pues no es un secreto que los modelos educativos que utiliza la escuela tradicional son considerados por especialistas en la pedagogía del siglo XX como obsoletos.

La idea de educarse convenientemente es una de las propuestas de las grandes instituciones latinoamericanas para la formación, donde se procura que la educación no sea vista como una mercancía o como un tipo de asistencialismo paliativo, sino que, al contrario, sea una educación al servicio de todas las clases de personas y que a su vez responda a las necesidades de las personas, en pocas palabras educación de calidad.

Las ideas constructivistas elaboradas por Pearl Ausubel (Asububel, 1963) y Joseph Novak (Novak, 1997) , afirman que las trasmisiones de información en los procesos de enseñanza presentan problemas, pues no responden a las necesidades educativas de los diferentes contextos; desde la mirada de Ausubel y Novak la enseñanza de las ciencias debe tener como principal objetivo el generar un proceso constructivo del conocimiento en beneficio de las personas que conforman las sociedades (Asububel, 1963). Esas situaciones, donde no existen relaciones entre el conocimiento que se adquiere en la

escuela y como este se aplica en la sociedad, pueden ser un reflejo de la realidad de las escuelas hoy en día. En algunos casos se piensa que la educación no responde a las necesidades actuales de algunas poblaciones, entonces, si se comparte la información y se lleva la experimentación al aula regular se podría alcanzar el objetivo que proponen Ausubel y Novak.

El trabajo considera de suma importancia reunir algunas consideraciones orientadas por constructivismo para el desarrollo de la actividad escolar dirigida hacia la enseñanza de las ciencias, estas consideraciones provienen de los modelos como: Enseñanza para la comprensión (Stone, 1998), aprendizaje significativo (Asububel, 1963), el constructivismo (Piaget J. , 1975), aprendizaje por descubrimiento (Bruner J. , 1995), entre otros. Existen incontables formas para desarrollar una clase como también existen muchas formas de aprender, en ese sentido este trabajo no se acobija bajo un modelo pedagógico particular si no que pretende indagar sobre aquellas consideraciones de carácter constructivista que aportan los diferentes modelos, para así configurar una forma de concebir la enseñanza a partir del experimento como elemento necesario para la construcción de conocimiento en el aula, y por consiguiente, para la comprensión de ciertos fenómenos.

Se considera importante explorar sobre la forma [o las formas] en que los estudiantes comprenden la transformación del movimiento en corrientes eléctricas, a partir del experimento, la reproducción de los fenómenos físicos en el aula, y cómo los estudiantes construyen sus ideas sobre aquella transformación.

El presente trabajo se divide en 4 capítulos:

El primer capítulo, recopila información relevante sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que serán de gran importancia para poder generar procesos de comprensión con los estudiantes y así mismo poder analizar e interpretar las explicaciones que realizan los estudiantes en cada actividad de la propuesta de aula

En **el segundo capítulo**, se hace un análisis histórico-crítico al fenómeno de la inducción de corrientes, con la intención de identificar cuáles fueron los aspectos que están inmersos en la construcción teórica y fenomenológica de la transformación de corrientes en electricidad.

En **el tercer capítulo**, se presenta la propuesta de aula para abordar con los estudiantes el fenómeno de la transformación de movimiento en electricidad.

Por último, en **el cuarto capítulo**, se presentan las explicaciones de los estudiantes a diferentes situaciones problemáticas asociadas a la transformación de movimiento en electricidad para así mismo hacer un análisis a las respuestas y explicaciones realizadas por los estudiantes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El mayor reto que asume el profesor en ciencias es generar en el estudiante la comprensión de los conceptos y que estas comprensiones, que se construyen en el aula, estén ligadas con la ampliación de la explicación de los fenómenos, de forma que -las ideas de los estudiantes se aproximen con el significado más apropiado bajo la mirada de las ciencias naturales. Según Verónica Boix y Howard Gardner (Stone, 1998), investigadores del proyecto Zero¹ y pioneros en estructurar el modelo pedagógico de la enseñanza para la comprensión; existen métodos para determinar algunas cualidades de una comprensión profunda a partir de la orientación y la evaluación adecuada en la escuela.

Gardner se pregunta: “¿Qué cualidades de la comprensión pueden esperar los docentes de los alumnos que están investigando un fenómeno natural? ó ¿Qué cualidades entraña la comprensión profunda?”. (Stone, 1999, pág. 215)

Según Gardner (Stone, 1999), la comprensión de los estudiantes se constituye en las capacidades del estudiante para usar el conocimiento valorado por su contexto cultural y social para su desarrollo personal; ese desarrollo personal va ligado del desarrollo de aspectos culturales, sociales, académicos, entre otros; es decir, la comprensión se determina en el uso productivo de los conceptos para poder resolver problemas, comprender la naturaleza, tomar decisiones, crear productos y transformar su realidad.

“Dicho de otra forma, los alumnos deberían usar el conocimiento para comprometerse en un repertorio de desempeños valorados por las sociedades en las que viven”. (Stone, 1998, pág. 260)

El anterior párrafo nos dice que los conceptos trabajados en clase deben ser comprendidos por los estudiantes para que, asimismo, ellos puedan ejercer roles y cargos en su contexto social y cultural, por ejemplo: en la clase de ciencias, y más preciso en la clase de física, la enseñanza de los conceptos ligados a la transformación del movimiento en electricidad podría permitir que cualquier estudiante se vea involucrado en un proceso de re conceptualización para que ese estudiante pueda ejercer diferentes disciplinas en áreas como el deporte, la historia, armar un motor de un auto (mecánica automotriz) o crear un mueble (ebanista).

¹ El proyecto “cero” fue un grupo de investigadores y formadores, graduados de la facultad de educación de la universidad de Harvard, el cual estudian e investigan la naturaleza de la comprensión dentro de las disciplinas como la historia, la ciencia y las artes; en escuelas y fundaciones académicas en Estados Unidos. Ver: Stone, M. (1998). La enseñanza para la comprensión. Vinculación entra la investigación y la práctica (215-220) Argentina: Buenos Aires

Estas premisas de Gardner se aprecian también en los Estándares Básicos de Competencias propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia [MEN], se resalta en varios párrafos que el objetivo central de la enseñanza de las ciencias naturales en nuestra sociedad va encaminado a formar personas que asuman un rol de ciudadanos activos, que transformen su realidad y la del contexto social en la que se encuentran:

“En un mundo cada vez más complejo, cambiante y desafiante, resulta apremiante que las personas cuenten con los conocimientos y herramientas necesarias que proveen las ciencias para comprender su entorno (las situaciones que en él se presentan, los fenómenos que acontecen en él) y aportar a su transformación siempre desde una postura crítica y ética frente a los hallazgos y enormes posibilidades que ofrecen las ciencias... ”. (MEN, 2006, pág. 97).

En los estándares básicos de competencias de las ciencias naturales de los grados décimos y once, encontramos que los estudiantes en estos grados deben comprender cómo se transforman ciertas magnitudes y cantidades como el movimiento y el calor. En los estándares básicos la información sobre estos fenómenos y conceptos, es mínima, y aunque se tienen en cuenta dos variables, la mecánica y la térmica, se queda por fuera la transformación del movimiento en electricidad, siendo esta de suma importancia. Por esto, se propone en este trabajo abordar la transformación de movimiento en corrientes eléctricas, para la total comprensión de la convertibilidad de fenómenos.

La construcción y configuración de espacios adecuados que permitan el fortalecimiento de los conocimientos, es uno de los mayores intereses que se buscan en el proyecto. Se sabe que para comprender el carácter transformativo de la energía hay que acudir a algo más allá de la representación física, es decir, lo que percibimos en el mundo físico y fenomenológico es el efecto de objetos intangibles; existe una concepción que está construida a partir de la organización de la intuición y abstraído del objeto que se observa.

Jean Piaget (Piaget J. , 1971) plantea el análisis del siguiente problema: ¿por qué las razones de construcciones de conceptos se hacen a partir del objeto que se pretende entender mientras que se podría configurar un espacio coordinadamente activo a base de representaciones?, este autor propone una actividad en la que se pone en reflexión y discusión la identidad de los cuerpos cuando estos son alterados o transformados, en ese sentido lo que se busca es tratar de darle un significado o identidad a alguna magnitud dentro de la transformación, en este caso que se busca abordar: la transformación del movimiento en corrientes eléctricas.

Especialistas en el modelo pedagógico de la investigación dirigida aseguran que: “Creemos que hay que situar la educación científica en el contexto de una sociedad en la que sobra información y faltan marcos conceptuales para interpretar esa información, de modo que la transmisión de datos no debería constituir un fin principal de la educación científica, que debería estar dirigida más bien a dar sentido al mundo que nos rodea, a comprender las leyes y principios que lo rigen... Dado que muchos de esos datos o hechos que en su día aprendimos luego no los usamos para interpretar situaciones o predecirlas, tendemos a olvidarlos”. (Pozo & Gómez, 1920, pág. 23).

La transmisión de información en la física se ve afectada por dilemas epistemológicos y pedagógicos que se han venido encargando de compartir en el aula regular y alternativa una cantidad de datos y conceptos sin ningún significado representativo en los estudiantes. Es importante aclarar que sin la existencia del intercambio de datos e información no se podría hablar de una adecuada enseñanza de las ciencias; entonces, es necesario concebir toda una serie de estrategias y métodos de enseñanza que se vean ligados con los datos y conceptos para la comprensión de la realidad física. En la búsqueda de estrategias para enseñar ciencias, y en especial la enseñanza de la física, se concluyó que deben prevalecer los conocimientos de los estudiantes y de igual forma estos deben ser las bases conceptuales para generar mayores comprensiones.

Con lo anterior se observa una dificultad respecto a los procesos de aprendizaje de los estudiantes, organizar y generar un proceso de comprensión en las nociones de los estudiantes, no solo depende de la intervención del profesor, es el educando el actor principal de la comprensión de los fenómenos físicos y de la organización de sus ideas respecto cómo funciona la realidad.

En el transcurso de la práctica pedagógica y en el debate académico universitario nos encontramos con que los estudiantes de grado décimo y undécimo del colegio Manuela Beltrán presentan problemas respecto a la forma en que comprenden la transformación de una magnitud en otra, como es el caso de la transformación de movimiento en electricidad, sin embargo, otras investigaciones señalan que son dificultades habituales en los estudiantes como por ejemplo las dificultades relacionadas con la conservación de la energía. (Pozo & Gómez, 1920, pág. 227)

“Los Alumnos utilizan muy poco el término energía en sus explicaciones y cuando lo hacen introducen numerosas ideas erróneas. Indiferenciación entre conceptos como fuerza, energía y calor. Dificultades para comprender los fenómenos de la naturaleza en términos de interacción entre cuerpos y sistemas. Interpretación de la corriente eléctrica como un fluido material. Dificultades para asumir las conservaciones dentro de un sistema: energía, carga, calor. Entre otras más dificultades.” (Pozo & Gómez, 1920, pág. 227)

Esta propuesta de investigación surge como consecuencia de realizar la práctica pedagógica en una escuela que cuenta con modelos educativos flexibles: “Aula alternativa e incluyente”, donde las clases de física que se realizan en la jornada de la noche tienen una gran variedad de estudiantes, desde niños de quince años hasta adultos de cincuenta años y personas con diversidad auditiva. Los estudiantes no cuentan con un laboratorio de ciencias a su disposición, por lo que la actividad experimental se encuentra limitada al no tener los equipos ni el espacio necesario. El docente debe encargarse entonces de conocer e investigar el contexto del estudiante y cuáles son las experiencias que éstos han podido vivenciar, para así poder establecer los métodos de enseñanza necesarios para la comprensión de los fenómenos y los conceptos.

Para poder entender qué se necesita para permitir que los estudiantes de grado décimo y undécimo del colegio I.E.D. Manuela Beltrán jornada noche, comprendan los conceptos asociados a la transformación del movimiento en corrientes eléctricas, y superen algunas de esas dificultades señaladas, surgen los siguientes cuestionamientos:

¿Cuáles podrían ser las expresiones más frecuentes en los estudiantes, a la hora de tratar de explicar los fenómenos físicos que componen la transformación del movimiento en electricidad partiendo desde la experimentación en el aula? Y ¿Cómo influyen las actividades experimentales respecto a las ideas relacionadas con la transformación del movimiento en corrientes eléctricas?

OBJETIVO GENERAL.

Identificar las explicaciones más frecuentes que el estudiante establece para comprender como se transforma el movimiento en corrientes eléctricas, mediante el desarrollo de actividades experimentales, para luego construir un conjunto de consideraciones para la enseñanza experimental del fenómeno físico mencionado anteriormente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un estudio histórico a partir del análisis de documentos originales sobre acontecimientos que construyen la comprensión del fenómeno de la transformación de movimiento en electricidad.
- Diseñar e implementar de una propuesta de enseñanza titulada: **enseñanza-comprensión de la transformación de movimiento en electricidad**, para así analizar la información obtenida sobre las explicaciones que realizaron los estudiantes.
- Promover que los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Manuela Beltrán Jornada Nocturna, comprendan que la transformación de magnitudes se basa en intentar medir una magnitud en términos de la otra.
- Diseñar y reconstruir situaciones adecuadas, guiadas por una pregunta problema para que los estudiantes comprendan el fenómeno de la transformación del movimiento en corrientes eléctricas con los estudiantes de grado 11.

JUSTIFICACIÓN.

Al momento de dar inicio a las prácticas pedagógicas en la institución Manuela Beltrán I.E.D. jornada de la noche se descubre que los estudiantes no cuentan con un laboratorio, esto quiere decir que las explicaciones de los conceptos físicos a partir de experimentos se ven un poco limitados, no se quiere decir que el maestro deba limitarse a esas condiciones si no que debe poseer una capacidad de improvisación e innovación que son de admirar; es por esto que el proyecto cree pertinente reproducir y llevar al aula alternativa unas prácticas experimentales con el fin de vincular al estudiante a la comprensión de fenomenologías a partir de los experimentos pues ese es el enfoque de la línea en la que se desarrolla esta investigación, la actividad experimental y la enseñanza de la física.

Se cree pertinente poner en discusión cómo se convierte el movimiento en electricidad pues en la actualidad, por ejemplo, se obtienen grandes cantidades de energía eléctrica que mantiene nuestra ciudad con luz, beneficiando a todas las familias. Se cree que hay que darle importancia a la enseñanza de los conceptos referidos a la transformación de movimiento en electricidad pues los estudiantes podrían tener alguna aproximación a los conceptos que están ligados a los efectos, se pretende que el estudiante comprenda y utilice ese conocimiento para así poder desenvolverse, comprender y transformar su realidad.

Cuando se habla sobre la actividad experimental habitualmente se relaciona directamente con una actividad que solo podrían desarrollar un grupo de científicos, pues lo estudiantes al escuchar o leer estos términos lo asocian con tareas y trabajos arduos, con métodos extensos sin ningún significado, lo que conlleva al desinterés. Es necesario involucrar a los estudiantes con la actividad experimental pues de esta manera el estudiante puede organizar y construir experiencias sensibles que lo llevarán a comprender, analizar y cuestionar la realidad en la que se encuentra. Por eso, en este caso, la actividad experimental en la enseñanza se ve como una actividad que permite establecer relaciones entre los conceptos y la realidad, de igual forma permite la construcción de fenomenologías, como lo señala (Malagón, Sandoval, & Ayala, 2013).

ANTECEDENTES Y MARCOS CONCEPTUALES.

En la investigación se escogieron los siguientes proyectos, fueron seleccionados entre una cantidad extensa de trabajos, por que ponían en discusión el carácter cambiante de los fenómenos, construyen los conceptos que son pertinentes para comprender el fenómeno propuesto por la investigación y desarrollan la investigación en la población escolar. Cabe resaltar que se clasificaron por antecedentes locales o nacionales los cuales son trabajos de investigación realizados en la universidad; y antecedentes internacionales. Se tiene pensado abordar la convertibilidad y las transformaciones de magnitudes, teniendo en cuenta las contribuciones que presentan los siguientes textos,

pues son de suma importancia para tener una idea de cómo abordar ciertos temas en el aula como lo es la convertibilidad de los fenómenos y entre otros temas, que serán de suma importancia para el desarrollo del proyecto.

Antecedentes nacionales.

“La convertibilidad de los fenómenos: Un camino para acercar a los estudiantes al concepto de energía” (Sotelo. K & Cárdenas. D, 2012). La investigación realizada por este trabajo de grado, pone en discusión la convertibilidad de la energía como una categoría epistemológica, donde se muestra la transformación entre el calor y el movimiento desde categorías epistemológicas e históricas, Se habla también de la convertibilidad de los fenómenos naturales.

“El experimento como generador de conocimiento en el estudio de un sistema físico complejo. El caso del circuito eléctrico de corriente continua” (Vargas. V, 2016). El trabajo de investigación se desarrolla en el aula escolar y tiene como principal herramienta la experimentación, viendo esta como un instrumento para generar conocimientos sobre los circuitos eléctricos simples. El trabajo de investigación se desarrolla a partir de componentes epistemológicos donde se desarrolla el fenómeno a partir de gráficas, construcción de conocimientos a partir del dialogo y teniendo en cuenta los estudios histórico-críticos de los conceptos trabajados. Se ponen en discusión el carácter transformativo de algunos fenómenos; está es una de las principales cosas que se cree son considerables y sirven para la configuración del proyecto.

Antecedentes internacionales.

“Le raisonnement spontané en dynamique Élémentaire” (Viennot. L, 1977, Paris). El trabajo de investigación surge como un análisis de un problema relacionado con los razonamientos de los estudiantes al momento de abordar el tema de la dinámica. Entonces lo que se busca es generar unas estrategias de enseñanza constituida por unos dispositivos y contenidos físicos que proporcionaron un marco de referencia para analizar el problema anteriormente mencionado. De igual forma se pretende analizar las dificultades de los estudiantes cuando ellos abordan la teoría física que ya está formalizada y se encuentra que existe un obstáculo en los estudiantes a la hora de abordar el cálculo matemático para analizar los fenómenos físicos.

Para la conformación de los marcos conceptuales, se estudiaron referentes bibliográficos con los cuales se explican fenómenos que están involucrados al momento de hablar de la transformación del movimiento en corrientes eléctricas.

Los conceptos que se consideran necesarios y útiles para la comprensión de estos fenómenos están relacionados con la inducción electromagnética y variación de flujo magnético, producción de corriente eléctrica y transformación de la energía. Además, se pretende presentar el trabajo de la doctora Laurence Vienot acerca de La contribución del sentido común en el proceso de razonar en física, para poder entender acerca del

razonamiento de los estudiantes para la comprensión del fenómeno que se trabaja en el proyecto de grado, En tanto, nuestro propósito es indagar los razonamientos más frecuentes que el estudiante establece para comprender como se transforma el movimiento en corrientes eléctricas a partir de unas actividades experimentales

METODOLOGÍA.

El trabajo se desarrolla en la escuela de aula regular y establece como categoría investigativa el tipo cualitativo, donde se pretende estudiar y establecer las ideas de diferentes modelos pedagógicos, elaborar una propuesta didáctica con actividades experimentales que permitirán analizar ciertas situaciones o fenómenos y también evidenciar los tipos de explicaciones más frecuentes en los educandos, lo cuales serán obtenidos por una bitácora de trabajo experimental que creara él estudiante, del diseño de preguntas y cuestionarios para la interpretación adecuada de la argumentación que utilizan los estudiantes para explicar el fenómeno estudiado en el experimento.

Se escogió el trabajo de diseñar o elaborar una propuesta didáctica como herramienta para darle un orden y un sentido a las prácticas y actividades escolares con los estudiantes del colegio Manuela Beltrán. Todas estas ideas de los estudiantes se obtienen gracias al diseño e implementación de una encuesta que sería una de las primeras fases de la unidad didáctica que se supone guiará los encuentros académicos con los estudiantes de la jornada nocturna del colegio I.E.D Manuela Beltrán y servirá de igual forma para coleccionar las evidencias del trabajo de investigación. El experimento se piensa como la herramienta para acercar al estudiante al fenómeno, para luego estudiarlo y comprenderlo, pues así, se generan conocimientos que son útiles y beneficiosos.

La unidad didáctica lo que me permite es establecer unos criterios para, en primera instancia, tener una imagen de los conocimientos e ideas que tienen los estudiantes preliminares a las actividades experimentales y conceptuales, luego de haber seleccionado la base de datos adecuada donde se definen conceptos que componen la explicación física del fenómeno de la transformación de movimiento en electricidad, se tiene pensado diseñar experimentos que permitan a la investigación y al grupo de estudiantes una aproximación al fenómeno, es decir, construir un espacio que permita la explicación de cómo se convierte el movimiento en electricidad.

FASES DEL TRABAJO.

Recopilación base de datos.

Diseño y construcción de montajes y actividades experimentales.

Diseño y elaboración de la propuesta de aula.

Construcción de preguntas y cuestionarios.

Implementación unidad didáctica.

Sistematización y análisis de datos.

Capítulo 1. Las necesidades de la enseñanza de la Física.

Según Ignacio Pozo y Miguel Gómez (Pozo & Gómez, 1920) “Un problema muy habitual en nuestras aulas es que los profesores –explican- o enseñan –conceptos- (la energía cinética, el enlace covalente, la fotosíntesis o la densidad) que los alumnos en realidad aprenden como una lista de datos, que se limitan a memorizar o reproducir en el mejor de los casos. Esto se debe a que la comprensión es más exigente para el alumno que la mera repetición. Comprender requiere poner en marcha procesos cognitivos más complejos que repetir”. (Pozo & Gómez, 1920) El proceso de comprensión se da por grados, en la mayoría de los casos es muy poco probable que se dé una comprensión total sobre alguna información dada, pues al enfrentarnos por primera vez con una situación problemática se da inicio a una etapa de desequilibrio cognitivo.

Para responder a las necesidades de la construcción de conocimiento y la comprensión de fenómenos este trabajo acude a investigaciones como lo son el de la doctora Laurence Viennot (Viennot, 2002), la doctora Martha Stone (Stone, 1999), estas investigaciones servirán como base para configurar el trabajo en el aula sobre la transformación del movimiento en electricidad.

1.1 Una mirada Sobre la comprensión

Las diversas formas de la comprensión pueden ser evidenciadas en el lenguaje que utiliza una persona para explicar o dar solución a un problema, estas explicaciones se dan gracias a las representaciones que ha formado la persona sobre lo que concibe del mundo. “-Qué es la comprensión- es una pregunta capciosa. Pero en términos prácticos, la gente no se perturba tanto. Lo sabemos cuándo lo vemos. Los docentes y por cierto la mayor parte de nosotros, parecemos compartir una buena intuición acerca de cómo apreciar la comprensión. Les pedimos a los estudiantes no sólo que sepan sino que piensen a partir de lo que saben “ (Stone, 1999). Lo que quiere decir David Perkins en el la idea anterior es que el estudiante comprende cuando es consciente de la construcción de argumentos y explicaciones sobre un fenómeno.

Especialistas han postulado una visión sobre la comprensión y la forma como puede ser producida en la escuela, se trata de reconocer la comprensión por medio de - criterios de desempeño flexible – (Stone, 1999) , que van más allá de hacer que el estudiante forme pensamientos a partir de la memorización de datos y las acciones rutinarias. La propuesta tiene la intención de hacer que el estudiante comprenda –tópicos²- que le permiten reflexionar, explicar, relacionar y aplicar el conocimiento para su beneficio a

² En enseñanza para la Comprensión Los tópicos son temas que vienen acompañados de una situación con un problema a solucionar, es decir que el tópico tiene la tarea de generar situaciones problemáticas que el estudiante pueda ser capaz de resolver. (Stone, 1999)

partir de los conocimientos que ya poseen. “La capacidad de desempeño flexible es la comprensión“ (Stone, 1999). –Los desempeños de comprensión- se definen como actividades que tienen la obligación de hacer que las reacciones de los estudiantes luego de la práctica experimental los motive a continuar aprendiendo y a avanzar en la comprensión total de los fenómenos.

Los desempeños de comprensión no pretenden dar un carácter de importancia a los conceptos teóricos, la propuesta más bien pretende dar valor y significado a las aproximaciones que tienen los estudiantes para una correcta comprensión de un fenómeno. Es necesario que los estudiantes discutan las posibles explicaciones de las situaciones problemáticas propuestas por el docente, pues en ese momento el docente debe concentrarse en coleccionar los términos que utilizan los estudiantes. Las representaciones de los avances en la comprensión de los estudiantes pueden ser vista como las diferentes formas en las que el estudiante puede explicar la solución a situaciones problemáticas flexibles, y estas deben ser analizadas de forma única e individual pues cada persona establece un -modelo mental- diferente para explicar el mundo fenomenológico.

Según los investigadores de la -escuela experimental por comprensión- (Stone, 1999) en Harvard, recomiendan orientar los -esquemas de acción- como un instrumento para reforzar los modelos mentales, es indispensable seleccionar los elementos adecuados para cada etapa de la práctica, estos instrumentos o herramientas se espera que interactúen con los estudiantes para fomentar un avance en los modelos esquemáticos que plantea el estudiantes para explicar un fenómeno físico, como se había mencionado anteriormente los modelos y representaciones que hace una persona sobre los fenómenos no son estáticos y más bien van cambiando respecto a la organización de la información que realiza el estudiante en la práctica experimental.

Los fenómenos físicos son una herramienta que permite describir las interacciones entre las magnitudes que se estudian, lo que se proponen las situaciones problemáticas, las actividades experimentales y diseño de preguntas de análisis es la verdadera comprensión de los fenómenos físicos por parte del grupo de estudiantes. Para David Perkins (Stone, 1999) La comprensión es el resultado del enfrentamiento entre una persona y una experiencia, de este enfrentamiento se desatan pensamientos y reflexiones que configuran la capacidad de aprender sobre situaciones que fomentan la comprensión de la realidad.

1.1 Relación entre razonamiento científico y razonamiento común

Según la investigadora en pedagogía Laurence Viennot, (Viennot, 2002), el sentido común se podría definir como un saber, inteligencia que permite al hombre trascender; estos saberes a los que se refieren estos autores son ideas construidas acerca o en contra

de lo que ya se sabe, es decir, el ser humano aprende en contra de los conocimientos que ha adquirido en la experiencia para así ir desechando los saberes que confirmó no son correctos y no necesita. Del sentido común se desprende el pensamiento común el cual se dice está constituido por dispersos y no relacionados elementos, denominados saberes en piezas o paquetes.

El pensamiento común está organizado por niveles y temas, en las ciencias, los niveles de pensamiento se clasifican por la capacidad de superar obstáculos o problemas de diferentes clases. Para Jean Piaget, por ejemplo, el desarrollo de la inteligencia se caracteriza a partir de las capacidades que surgen en las personas desde que son niños. Para alcanzar los niveles de entendimiento según Piaget existen procesos de entendimiento y pensamiento los cuales están asociados al conflicto personal con uno mismo. (Piaget J. , 1971)

El conocimiento, entonces, se concibe como la organización de las experiencias que tienen los sujetos en su interacción con el mundo. Para que se configure el conocimiento, los sujetos deben reflexionar sobre los hechos y someter su experiencia a la comprensión del fenómeno de estudio; en el proceso de formación de conocimiento aparecen relaciones entre el objeto, o fenómeno, y el sujeto que re-organiza ese conocimiento, estas relaciones pueden ser cambiantes dependiendo de la profundidad del cuestionamiento y los conocimientos adquiridos, a esto se le denomina proceso de acomodación.

La asimilación es considerada por Jean Piaget (Piaget J. , 1971) como una estructura mental de conocimiento que surge a partir del conocimiento nuevo. Para que exista la asimilación debe surgir en los estudiantes y en todas las personas un proceso de adaptación que es, en sí mismo, es decir, en la persona misma, y está asociado con la acomodación y el equilibrio del conocimiento que poseemos y el nuevo conocimiento. En otras palabras, el acto de aprender es una forma de negociación con uno mismo y con su propio conocimiento, como ya se había comentado anterior mente, el conocimiento es construido “con” y “en contra” de lo que uno ya sabe.

En la mayoría de los casos los razonamientos en ciencias se encuentran alejados de los razonamientos habituales, si se intenta hacer alguna predicción a partir de los razonamientos comunes o habituales sobre un fenómeno natural es muy probable que se hagan estudios o explicaciones poco validos o verídicos, un ejemplo que sirve como argumento, se halla en el estudio realizado por Laurence Viennot en el campo de la física, sobre: el análisis de circuitos eléctricos, conducción de calor, óptica elemental, entre otros.

En uno de los casos del grupo de estudiantes de nivel avanzado en estas investigaciones, se logró obtener la hipótesis siguiente: La distancia que separa el conocimientos científico del conocimiento común es una cuestión de grado y no de naturaleza

(Viennot, 2002). Es decir, el razonamiento científico difiere del razonamiento común solo en su grado de profundización, el razonamiento científico se somete continuamente a mayor reflexión y cada vez con mayor grado de generalización que es, a su vez, un mayor grado de organización.

Según Laurence Viennot “lo que separa la brecha entre el razonamiento común y el razonamiento científico es la experiencia” (Viennot, 2002). Entonces, para enseñar ciencia, resulta indispensable la actividad experimental que fomenta en los estudiantes la responsabilidad de la construcción de sus propios saberes a partir de hechos, y más importante aún, que sean capaces de identificar por sí mismos, que al manipular y analizar un fenómeno natural la interpretación del fenómeno será modificada, lo que conducirá a que el estudiante establezca coherencia con un grado mayor de organización.

1.2 El sentido común, la experiencia y el lenguaje.

En la experiencia es necesario que la comunicación se de en forma de reflexión y discusión por parte de todos los integrantes del grupo, procurando siempre plantear cuestiones abiertas que posiblemente no sean solucionadas en el ejercicio de la comunicación, permitiendo que sea posible abordar estas cuestiones en sesiones posteriores con la intención de fomentar en los estudiantes que investiguen y obtenga en avance significativo en el dominio del tema.

Jerome Bruner (Bruner J. , 1995) señala la importancia de introducir al estudiante al lenguaje desconocido de formas sutiles, haciendo un tipo de prescripción de cómo debería decirse o escribirse ciertos términos y en qué momentos se podrían usar (Bruner J. , 1995), todo esto con el fin de promover en el estudiante el “reconocimiento” de términos como lo podrían ser sustantivos o adjetivos. En este proceso el docente encargado no puede fijar su atención en calificar si los nuevos términos que aprende el estudiante están bien o mal, tanto como se escriben o como se aplican en el habla, al contrario, el maestro debe tener claro que los términos que está atrayendo a sus estudiantes están alejados de sus vidas y no hacen parte de lo común entre los estudiantes, por lo que en primera instancia no llamen su atención.

“No se trata de que lo diga bien o mal, sino que el problema radica en que la temática es algo tan lejano a sus intereses como lo sería para una persona que tiene que explicar el dolor por el asesinato de un presidente al referirse a la división de poderes que establece la constitución. Por otra parte, es preciso que la exposición de dicha temática permanezca lo más estrechamente asociada la naturaleza del lenguaje en uso, a su probable origen y a las funciones que desempeña” (Bruner J. , 1995, p. 42)

Así, cuando se pretende identificar y agrupar los razonamientos más frecuentes generados en la práctica experimental, no se debe caer en la trampa de calificar o juzgar

los razonamientos apresuradamente, en cambio se propone recolectar los argumentos o explicaciones más comunes, y luego, promover en el estudiante la capacidad de ser consiente y responsable de la propia construcción de conocimiento. Al formular los rasgos opuestos se deben hacer en forma de términos conceptuales, para así incentivar un modo consiente de comprensión intuitiva de tal forma que los modos de hablar y escribir de los estudiantes se vean alterados a partir del ejercicio de la reflexión.

Al generar un espacio de comunicación enfocada en la discusión se pretende que cada aparato en el sistema comunicativo como lo es el emisor, el receptor y el canal sean más sensibles y a la vez dinámicos, fomentando la participación activa de cada participante. En el momento en el que el estudiante se enfrenta al ejercicio de dar explicación, y el cual no conoce ni utiliza los términos que se necesitan para tal explicación está dando inicio a la transformación de su lenguaje.

1.3 La actividad experimental para la enseñanza.

La perspectiva fenomenológica se entiende como la capacidad del hombre al ser afectado por alguna situación y este en la búsqueda de la organización de esta información es consciente de la comprensión que ha obtenido sobre la situación, de los cambios en su forma de pensar y de ver el mundo; construyendo así un campo fenomenológico que trae consigo la descripción y explicación detallada del fenómeno por parte de las personas. En la construcción del campo fenomenológico se espera que el estudiante sea consciente de la construcción de saberes y pueda aplicar la nueva información para dar explicación y descripción a las cuestiones fenomenológicas que rodean el mundo.

Docentes que han estudiado el tema dicen lo siguiente: “En este orden de ideas es necesario destacar el carácter exhibido y constructivo del fenómeno. Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual esta imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental” (Malagón, Sandoval, & Ayala, 2013). Esto podría significar también que el docente que realiza las actividades experimentales podría obtener evidencia del progreso en las formas de pensar de los estudiantes mediante las explicaciones y discursos que van adquiriendo y aplicando en el encuentro académico.

Este “acto experimental” no es posible sin la organización previa de un programa y actividades de apoyo, pues el docente debe procurar configurar una tendencia o sendero en las actividades donde se analicen y discutan fenómenos físicos para así construir las leyes que ilustran la descripción de los fenómenos

La intención de formular e implementar actividades experimentales es generar espacios en los que el estudiante se enfrente con problemas conceptuales y construya

conocimiento gracias a la experimentación y -actividades de formalización-. En nuestro caso las actividades experimentales están enfocadas a situaciones donde se observa como una magnitud como lo es el movimiento se transforma en una magnitud diferente que es la corriente. "... la intención de la actividad experimental está centrada en la construcción de una base fenomenológica o de hechos de observación con los que se destacan los rasgos relevantes del fenómeno. La organización de éstos permite desarrollar el proceso de construcción de las magnitudes con las cuales quedan establecidos los aspectos del fenómeno que son tenidos en cuenta en su caracterización" (Malagón, Sandoval, & Ayala, 2013). Se espera de estas actividades, que contribuyan a que el estudiante haga una adecuada organización del fenómeno de la transformación de movimiento en corriente eléctrica.

Las magnitudes juegan un papel importante en el reconocimiento del fenómeno, estas configuran los aspectos del fenómeno que se estudia, pues al determinar una escala de medida de dicha magnitud es posible hacer una caracterización de los fenómenos y caracterizar el comportamiento de algunos materiales. En nuestro caso, proponemos situaciones en las que sea posible discutir y reflexionar lo que ocurre cuando, por ejemplo, un imán se desplaza con cierta velocidad en dirección de una bobina conectada a un led, y cuáles podrían ser los procesos inversos respecto a la transformación de magnitudes que se genere, obteniendo así una perspectiva amplia del fenómeno.

La intención de presentar todas estas situaciones está en aproximar las experiencias de los estudiantes para que estos hagan una observación y abstracción de las cualidades de las magnitudes que se están estudiando. Para poder abordar el fenómeno de la transformación de movimiento en corrientes se plantean situaciones asociadas con el fenómeno en forma de problema, para luego de eso dar espacio a la reflexión y discusión de lo observado, esto permite al grupo la construcción de un lenguaje para explicar el fenómeno estudiado.

Se producen situaciones con los estudiantes en las que se procura alcanzar un nivel de teorización del fenómeno, asegurándonos que los elementos conceptuales sean aplicados por los estudiantes, que les permite referirse al fenómeno estudiado con más dominio, de igual manera, se presentan instrumentos para que el estudiante que exprese cómo una magnitud se transforma para producir otra magnitud, en nuestro caso el de la transformación de movimiento en corriente eléctrica. Para nuestro estudio, el instrumento utilizado es el Dínamo, que permite evidenciar las cualidades de cada magnitud y la convertibilidad del fenómeno.

En el transcurso de las actividades se construyeron situaciones para asociar conceptos con magnitudes, pues el estudio de estas magnitudes y el estudio del cambio que se observen hacen parte de las construcciones del campo fenomenológico. El proponerse el estudio del cambio de una magnitud el docente encargado debe encontrar los modos de

evidenciar las relaciones que establecen los estudiantes entre la experiencia que se presenta y las experiencias previas de los estudiantes; el estudio puede realizarse a partir de la descripción y análisis detallada de lo que cambia o de lo que se mantiene luego del cambio, se espera que el estudiante otorgue a la magnitud una identidad que no se modifica así exista un cambio.

A medida que la persona observa el fenómeno sus procesos de aprendizaje le van permitiendo organizar las experiencias y los conceptos que van apareciendo en el transcurso de las actividades, las personas le atribuyen al fenómeno estudiado diferentes modos de organización, que va cambiando a razón del avance en la organización y construcción del campo fenomenológico. La intención en organizar las actividades experimentales es un factor importante en la organización de los fenómenos por parte de los estudiantes, si se configuran – efectos sensibles- (Malagón, Sandoval, & Ayala, 2013) es posible identificar las formas de pensar y de hablar de los estudiantes. Es indispensable trabajar en las situaciones o fenómenos que los estudiantes van a estudiar. Tales -efectos- se enfocan en reproducir experiencias o situaciones que permitan a los estudiantes identificar un cambio o una causa que genera el -efecto sensible- observado.

1.4 ¿Por qué es necesario insistir en el desarrollo de propuestas de enseñanza?

En los últimos años, los procesos de aprendizaje de conocimiento científico han estado frecuentemente en manos de la corriente pedagógica denominada “Aprendizaje por descubrimiento”, lo que nos lleva a pensar que se necesita seguir innovando y produciendo nuevas estrategias para la enseñanza y transmisión de conocimiento científico. Se debe encaminar los procesos de enseñanza en ciencias a que transformen y re-direccionen los procesos económicos, socio-culturales y políticos de las personas que aprenden, pues se cree que al promover que el estudiante analice y critique lo que lo rodea el ejercicio de enseñar sería más dinámico.

La enseñanza de las ciencias se ha limitado, en muchas situaciones, a enfocar las clases hacia la repetición de conceptos y contenidos teóricos obteniendo como resultado la memorización con poca comprensión por parte de los estudiantes, con esto no queremos decir que hay que dejar de enseñar tratamiento de ecuaciones o dejar de hacer énfasis en conceptos que sabemos son necesarios para la comprensión del mundo físico; lo que se busca más bien en la enseñanza de las ciencias es promover que los procesos de aprendizaje estén acompañados de metodologías didácticas que vinculan contextos históricos, filosóficos y conceptuales, obteniendo como resultado una vinculación, y comprensión de los contenidos que sea significativa para de los estudiantes.

Si lo que se desea es la construcción de conocimiento, los docentes deben de formarse en la capacidad de reflexionar sobre la disciplina de enseñar. “Pero sobre todo, no se informa ni se convence a los profesores con el simple valor de algunos textos, sobre todo cuando se trata de contenidos que pueden parecer, en un primer examen, repetidos

hasta la saciedad. Hay que reafirmar aquí la importancia de una formación profunda de los profesores, que se preocupe por desarrollar argumentos didácticos y no solamente algunas consignas” (Viennot, 2002)

Así, el docente en ciencias se comprometería entonces hacia la construcción de propuestas didácticas para la enseñanza de las ciencias, donde involucre los conocimientos de los estudiantes antes de abordar cualquier tema científico, dentro de estas propuestas metodológicas el maestro, previamente a la impartición de las clases, ha de seleccionar conceptos y definiciones los cuales, al ser abordados por los estudiantes puedan ser comprendidos y no atrofien o generen obstáculos en la enseñanza de las ciencias.

Según J. Miguel Campanario y Aida Moya (Campanario & Aida, 1999) “La preparación de las clases constituye una tarea que ha de cometer diariamente el profesor. La preparación de una clase conlleva a la elección de los contenidos, la organización y secuenciación de los mismos, el diseño de actividades de clase y posibles tareas extraescolares, la anticipación de los estudiantes que puedan encontrar los alumnos”. (Campanario & Aida, 1999)

Así, el docente encargado de configurar y diseñar las actividades debe previamente al encuentro con los estudiantes coleccionar, organizar y adaptar los contenidos necesarios por jerarquías o etapas sucesivas, teniendo en cuenta que cada etapa diseñada debe asegurarse de acoger los razonamientos comunes que poseen los estudiantes y el profesor, para así procurar que haya un reconocimiento en la construcción de alguna interpretación por parte de los participantes en la marcha experimental, y luego de reconocer el avance en el grupo para dar paso al siguiente nivel o etapa.

De este modo, las estrategias pedagógicas que utilice el docente deben ser precisas en la exposición de términos, lo ideal sería que a partir del lenguaje común de los estudiantes se empiecen a asociar nuevos términos, hay que promover que los estudiantes reconozcan y se apropien del lenguaje científico que luego les será de utilidad para explicar fenómenos. El factor primordial para generar el reconocimiento de forma intuitiva por parte de los estudiantes es “el contraste”, con esto la persona podrá hacer un panorama amplio de los rasgos opuestos, pues para Jerome Bruner (Bruner J. , 1995) “El factor esencial para llevar a cabo este reconocimiento es el contraste, esto es, la oportunidad de observar rasgos opuestos, aspecto este que singulariza el lenguaje humano” (Bruner J. , 1995, pág. 96).

Si el docente en algún momento desea valorar los conceptos que poseen y expresan los estudiantes, pues estas ideas son las representaciones de la realidad o modelos que poseen los estudiantes anteriores a los procesos de enseñanza, tendrá que seleccionar elementos didácticos (materiales de aprendizaje, actividades con secuencias), contenido conceptual, un reconocimiento del contexto social de los pertenecientes del grupo

académico, y hacer uso adecuado de los términos o palabras para la explicación de fenómenos, en este caso en particular el fenómeno de la transformación de movimiento en corrientes eléctricas, para cerrar la brecha entre los conocimientos que poseen los estudiantes y el conocimiento heredado por la cultura científica.

Lo ideal, en este caso, es conducir el camino de las clases con los estudiantes hacia la comprensión de los fenómenos, en este caso la transformación del movimiento en corrientes eléctricas, evitando convertir la clase de ciencias en un concurso de aprendizaje de datos que probablemente sean olvidados en cierto tiempo.

De igual forma, lo que se busca al generar estrategias didácticas alternativas para la formación en ciencias es que el docente abandone la idea de acogerse bajo una corriente pedagógica e impartir sus clases como lo estipula dicha corriente, sino más bien el docente encargado en enseñar ciencias, vincule los diferentes procesos y corrientes metodológicos que existen actualmente en la pedagogía para construir el conocimiento científico, cuando estas visiones pueden ser complementarias como se ha mostrado a lo largo de este capítulo, es decir que el maestro debe actuar como un investigador que asume constantemente la búsqueda de fuentes y metodologías para así crear procesos concretos de formación en ciencias.

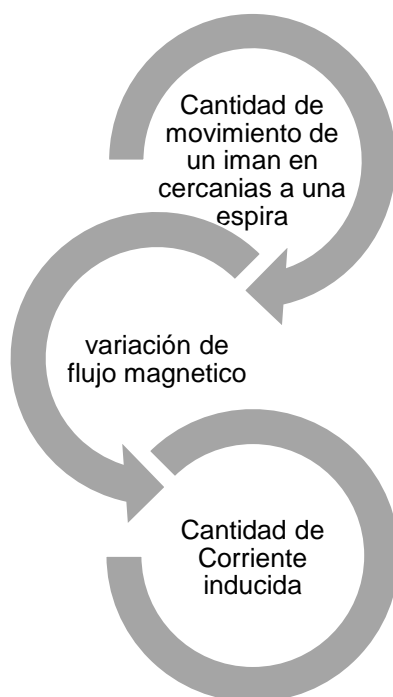
Cuando el docente es capaz de formular problemas que motiven al estudiante a avanzar y afrontar situaciones estamos encargándonos de que el estudiante utilice las herramientas que posee la ciencia para comprender el mundo, vinculándolo así en el mundo de la ciencia. Se deben formular situaciones problemáticas donde los estudiantes sean capaces de plantear soluciones a situaciones que luego tendrán que discutir con el maestro y sus compañeros de clase, fomentando que las estudiantes se interesen en alimentar su capacidad de discutir y cuestionar lo que los rodea. “El objetivo es que los estudiantes sean conscientes del papel de los conocimientos en la interpretación de los fenómenos”. (Campanario & Aida, 1999)

1.5 La convertibilidad del movimiento en corriente y lo esencial de la construcción de conceptos en física a partir del razonamiento común

En la construcción de la convertibilidad de los fenómenos que permiten la comprensión de la transformación del movimiento en electricidad. Se da prioridad a las relaciones que establece el estudiante respecto a las maneras como habla, piensa y actúa al momento que estudia los procesos de convertibilidad.

En física la convertibilidad de movimiento en corrientes eléctricas se entiende como la equivalencia que representa una magnitud, cuando esta puede cambiar de una en otra, de tal manera que cantidades de movimiento pueden ser expresadas en cantidades de electricidad. Un ejemplo de la convertibilidad podría ser explicado desde un instrumento denominado -el Dínamo- o un generador, donde un imán de ciertas

características gira con cierta cantidad de velocidad angular generando una cierta cantidad de variación de flujo magnético en un electroimán de cierto número de vueltas produciendo una cantidad de corriente inducida que podría encender un bombillo.



Esquema 1: Organización fenomenológica de la transformación de movimiento en electricidad.

Investigaciones sobre el aprendizaje por descubrimiento o investigación dirigida han propuesto diseñar y elaborar un conjunto de experiencias o actividades para construir con los estudiantes la definición de fenómenos físicos con un carácter epistemológico y muy comprensivo, lo que prevalece aquí es fomentar una construcción de saberes sobre un fenómeno para favorecer los procesos cognitivos que establece el estudiante sobre el fenómeno que se estudia pues los procesos de construcción de conocimiento son continuos y no se detienen.

En aquella producción de saberes, construcción y comprensión de fenómenos, las personas que estudian su realidad establecen según Jean Piaget (Piaget J. , 1975), unos principios de identidad sobre magnitudes que permanecen iguales, todo esto se debe a un proceso de adaptación del hombre en el medio que se encuentra, y este proceso se denomina “inteligencia”. Este sistema se configura como un equilibrio entre la suma de dos fases, la primera es una fase de formación de esquemas y la segunda una fase de estructuración; la primera fase hace referencia a las representaciones mentales que forman las personas sobre las acciones que estos realizan y la segunda fase se compone de la recopilación y agrupación de esquemas al ejecutar una acción.

Cuando las personas son capaces de dejarse afectar por los fenómenos naturales que lo rodean (sensibilidad), el cual es para mí, la capacidad más admirable y compleja que

posee el hombre; y luego de haber organizado las experiencias los seres humanos establecen y otorgan una identidad³ para darle reconocimiento a los objetos que estudian y que pasan por algún tipo de cambio; Cuando las personas reconocen o comprenden un fenómeno es porque su forma de interpretar aquel fenómeno se ajusta a los modelos explicativos más convenientes. Los sujetos construyen conocimiento sobre el mundo gracias a la observación continua de los fenómenos, la definición de variables medibles sobre los fenómenos y la idealización.

Al momento de estudiar los cambios lo hacemos mediante un proceso de comparación de magnitudes, a partir de identificar cuando un objeto permanece invariante se puede entonces explicar cuáles podrían ser las variaciones y así dar cuenta de un cambio. Cuando observamos el cambio de un fenómeno físico explicamos el efecto en términos del fenómeno físico transformado/generado; estas explicaciones se obtienen cuando las personas logran tener una organización de la sensibilidad y logran formar una representación del mundo físico.

En el sentido de que la convertibilidad de los fenómenos se define en la organización de la sensibilidad que realiza un sujeto, encontramos que el lenguaje, la experiencia y el conocimiento permite definir los diferentes procesos de transformación que existen, en nuestro caso en específico -la transformación de movimiento en corrientes-; lo ideal es utilizar estrategias didácticas coherentes para que los estudiantes construyan conscientemente la comprensión del fenómeno mencionado anteriormente.

La intención de abordar estas temáticas es con fines de configurar un amplio rango de saberes sobre el fenómeno que se estudia y así poder formular una serie de actividades en el aula sobre la transformación de movimiento en eléctrica que permita discutir y construir experiencias que construyan fenomenologías, más que dar explicación de las ecuaciones que se utilizan para dar cuenta de esos fenómenos.

³ -La identidad- según Piaget es la operación que realiza el ser humano en comparar situaciones para así mismo reconocer cuales son las magnitudes que no cambian y permanecen iguales. (Piaget J. , 1975)

Capítulo 2. Transformación de movimiento en electricidad

En este capítulo se presentan los conceptos y estudio de las experiencias necesarias para la elaboración de la propuesta didáctica sobre la transformación del movimiento en electricidad. Se hace primeramente mediante la construcción histórico-bibliográfica de los sucesos y conceptos que aparecen al descubrir fenómenos como la inducción de corrientes y las fuerzas eléctricas. Se hace una revisión bibliográfica de diferentes textos:

- “Michael Faraday A Biography by L. Pearce Williams” (Pearce W. L., 1965),
- “Great Experiments in Physics. Firsthand Accounts from Galileo to Einstein” by Morris Shamos (Shamos, 1959)
- “Experimental Researches in Electricity. Michael Faraday (Faraday, 1833)
- “The Dynamics of Heat. A unified approach to thermodynamics and heat transfer” (Fuchs, 2010)

Posteriormente, se hace un análisis al proceso de la transformación del movimiento en electricidad, en ciertos momentos, se discutirá cómo surge en la historia el dínamo que sintetiza varios años de trabajo sobre el comportamiento y la naturaleza de la electricidad y el magnetismo, además, es este el instrumento que permite evidenciar esta transformación y así contribuir los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre el fenómeno.

2.1 Los antecedentes experimentales en la inducción de corrientes.

2.1.1 Experimento de Oersted

La electricidad y el magnetismo fueron fenómenos explicados de manera independiente antes de que se constituyera una teoría electromagnética. En la física actual se agradece a Hans Christian Oersted⁴ (1777 – 1851) por permitirnos la descripción de los procesos de transmisión de potencias motrices⁵ y sus transformaciones en diferentes formas como la electricidad, la luz o el calor.

El hecho de que todos los fenómenos sean producidos por un mismo “poder” fue un

⁴ En el texto de Pierce (Pearce W. , 1927) se hace alusión a que uno de los discípulos más dinámicos y veraces en la escuela de la ciencias para su época y contexto social y cultural, era el joven Hans Christian Oersted siendo hijo del boticario de la aldea de Rudkøbing en la isla de Langeland en Dinamarca, Oersted fue expuesto a una edad temprana a los encantos de la ciencia y la experimentación, esto era gran parte gracias a su padre. En la Universidad de Copenhague, de la cual recibió el título de Doctor en Filosofía en 1799, Oersted entró en contacto con la filosofía natural y se convirtió en poco tiempo en un prodigio en el análisis de fenómenos y experimentación científica.

⁵ Las potencias motrices son todas aquellas causas de la producción de movimiento a través de procesos mecánicos, térmicos, eléctricos y lumínicos.

gran principio en la filosofía personal de Oersted, que reiteró en varias ocasiones. A lo largo de su vida Christian Oersted se atrevió a retar a aquellos para quienes el universo era una obra de arte unida por fuerzas divinas. En 1806 sugirió que este poder se presenta en diferentes formas como luz o electricidad, para aquella época existían ideas que giraban en entorno a una posible fuerza que podría producir estos efectos diferentes. (Pearce W. L., 1965) Oersted propuso la siguiente definición para los fenómenos eléctricos que se reconocían hasta esa época:

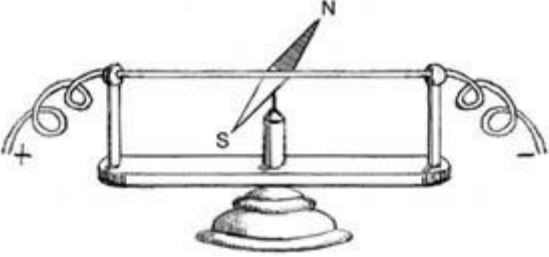
" - existen dos fuerzas opuestas que poseen todos los cuerpos y que nunca pueden ser eliminadas por completo de éstos. Estas fuerzas tienen una acción atractiva y repulsiva que es propia de los cuerpos...

- Sabemos que la fuerza transmitida atrae su opuesto-, escribió, -mientras que repele la fuerza del mismo tipo-. Cuando la fuerza de atracción ha alcanzado cierta intensidad, si se combina con una parte de la fuerza atrayente se produce una nueva distribución por su facultad atractiva y repulsiva y, un momento después, se logra un equilibrio". (Pearce W. L., 1965, pág. 139)

En 1820 Oersted trabajó en una publicación titulada en latín: "Experimental circa effectum conflictus electrici in acum magneticam", un mensaje de cuatro páginas para anunciar su descubrimiento a todos los científicos más distinguidos de Europa. En esta publicación dio algunas sugerencias sobre lo que podría tratar la naturaleza de las fuerzas involucradas.

El experimento que se presenta en la siguiente tabla, que es el que más nos interesa, se basó en hacer que una corriente generada por un aparato galvánico⁶, comúnmente utilizado en aquella época, como baterías o fuentes, atravesase un delgado alambre de platina, aquel experimento se colocó sobre una brújula cubierta con vidrio; cuando el circuito se abriera se detectaría una deflexión en la aguja imantada de la brújula.

⁶ La intención de este artefacto era poder medir la cantidad de corriente que salía de la pila galvánica, fuente o batería para que luego aquella corriente atravesara el hilo conductor incandescente. El Galvanismo fue el estudio sobre la producción de aparatos o dispositivos que generaban corriente, lo que vendría hacer hoy en día una batería. Se producía corriente a través de la inmersión de mezclas de soluciones como ácido sulfúrico, Zinc y ácido nítrico en una tina o recipiente cerrado recubierto en sus paredes interiores con una placa de cobre, se conectaba un alambre de cobre en cada cara del recipiente como cerrando un circuito y se esperaba hasta que el hilo conductor se pusiera rojo y brillaría incandescentemente. (Shamos, 1959)

Experimento de Oersted. (1820)	Los resultados del experimento:
<p>“Experimental circa effectum conflictus electrici in acum magneticam” (1820) Representación gráfica del experimento:</p>  <p>Imagen 1: Representación gráfica del experimento de Oersted. Tomada de: http://fisica-agronomia2009.blogspot.com/2009/09/experimento-de-oersted.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se presenta una Deflexión de la aguja de la brújula en cercanías al alambre recto por el que viaja una corriente. - La fuerza magnética generada por la corriente viajando en el hilo recto y conductor es circular alrededor del hilo.

Según Pearce, cuando Oersted compuso unas lecturas que debían tratar de configurar una analogía entre el magnetismo y la electricidad, Oersted se aseguró de explicar descriptivamente que era posible producir cualquier cantidad de fuerza magnética por la electricidad que viaja a través de un hilo conductor, la electricidad era generada por una pila galvánica pero él no estaba preparado para el hecho de que la fuerza magnética fuera circular alrededor del alambre rectilíneo; esa fuerza producida no dependía de la dirección de la transmisión de electricidad a través del hilo conductor uniforme, esto se intentó explicar en varias ocasiones con diferentes publicaciones de Oersted.

Tabla 1. Descripción breve del Experimento de Oersted.

Así fue como Oersted supuso que podría generarse un poder suficiente para hacer que un hilo conductor por el que viajaba una corriente generara fuerzas magnéticas que atraían o repelían la aguja magnetizada de una brújula que se encontraba en cercanías.

Para Pearce, la teoría de Oersted fue de poca ayuda para la consolidación de un nuevo modelo o ley. “Existía un - conflicto eléctrico - donde Oersted no podía dar ninguna razón satisfactoria para el comportamiento de las fuerzas circulares.” (Pearce W. L., 1965, pág. 139). El concepto de la inducción de corriente era bastante vago, hasta que Oersted lo llevó a los ojos de los experimentalistas del electromagnetismo de la época.

El experimento de Oersted se empezó a reproducir en los laboratorios de Europa y América, siendo así que varias industrias apresuraron a repetir este increíble efecto para obtener beneficios económicos individuales. El hecho de que los efectos magnéticos de una corriente eléctrica sean sorprendentes, nunca lo habían visto venir y lo que era realmente nuevo para aquella época era la fuerza producida. Hasta este momento solo se

conocían las fuerzas centrales la aparición de la fuerza eléctrica circular amenazó con alterar toda la estructura de la ciencia newtoniana por que no se ajustaban los modelos teóricos de las fuerzas centrales a la fuerzas circulares generadas alrededor de un alambre conductor por el que viaja una corriente.

A continuación, se resumen en la siguiente tabla los experimentos que contribuyen a la consolidación de una organización teórica sobre la inducción de corrientes.

Nombre del experimento. (Año)	- Los resultados del experimento:
<p>Experimento de Michael Faraday, Humphrey Davy y Wollaston. (1822)</p> <p>Réplica del experimento de Oersted con modificaciones</p>	<p>- Se obtiene una verdadera prueba de la existencia de campos magnéticos formados por el flujo de una corriente en una espira conductora.</p>
<p>Alambre conductor enrollado sobre un tubo de vidrio. Montaje de M. Precht (1822)</p>	<p>- A lo largo de su longitud, tiene un lado con un polo norte y un al lado opuesto un polo sur.</p> <p>- Estos polos magnéticos formados a lo largo de toda la longitud del cilindro enrollado de alambre, están en cada punto igualmente fuertes.</p> <p>- Si mantenemos este cilindro enrollado sobre una brújula, se presenta una declinación en la aguja de la brújula que cambia de dirección dependiendo del polo donde se encuentra la brújula.</p>
<p>Experimento de Michael Faraday. (1824-1836)</p>	<p>- Se obtiene movimiento de una espira circular conductora</p>

Rotaciones electromagnéticas	<p>cuando esta se encuentra conectada a una fuente de electricidad y en cercanías a un imán ordinario.</p> <ul style="list-style-type: none"> - cuando una corriente fluía, el campo magnético era más intenso en el centro de la espira. - en dos cables diferentes se produjeron corrientes que se movían en la misma dirección. - Si un imán que se movía hacia el centro de la espiral debería dar lugar a una corriente inducida o también la formación de un campo magnético intenso de polos a cada lado de la espiral. - un movimiento diferente con velocidades angulares variables en los dispositivos podría generar electricidad y magnetismo
------------------------------	---

Tabla 2. Descripción breve del Experimentos que contribuyen a la consolidación de una organización teórica sobre la inducción de corrientes.

De toda esta serie de experimentos se concluye que:

- Las corrientes magnéticas producen campos magnéticos circulares alrededor de un alambre recto.
- Las corrientes eléctricas generan en un alambre una corriente inducida que viaja en la misma dirección

2.2 El modelo teórico de Ampère y algunos experimentos de Michael Faraday y Humpry Davy

Un personaje que es necesario mencionar es André Marie Ampère (1775-1836) quien fue el científico encargado de caracterizar y estudiar el fenómeno de la magnetización de la materia y la definió como: la alineación de las corrientes moleculares y no de las moléculas (Pearce W. L., 1965, pág. 143). Logrando así la consolidación o conformación de un modelo teórico en la física, que más adelante vendría siendo la electrodinámica.

Ampère había sido capaz de formular los conceptos del éter y la fuerza electromotriz de la materia, Permitiendo así que para la época a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX todos los efectos observados sobre las interacciones eléctricas como la atracción y repulsión de cargas y los efectos magnéticos que se genera cuando existe un flujo de corriente sobre una espira circular conductora podían explicarse tanto conceptual como matemáticamente.

El modelo teórico de Ampère sobre la electrodinámica y las interacciones magnéticas estipulaba la existencia de corrientes circulares para explicar la formación de campos magnéticos alrededor de espiras metálicas. Pearce comenta que el descubrimiento de Oersted, sobre los efectos magnéticos que se producen cuando una corriente viaja sobre una espira conductora, llega a Inglaterra a oídos de Faraday en 1820, para aquel momento Arago se había encargado de anunciar a la Academy of Sciences en París la teoría de Ampère sobre la electrodinámica para el siguiente congreso de aquella época. Es decir, que al intento de estos científicos ingleses al interpretar el modelo físico de Ampère se encontraron inmediatamente con el experimento de Oersted que fue el experimento que más llamo su atención, tanto así que unos meses después de reconocer tal experimento se pusieron en la tarea de replicar tal situación.

Luego quien daría a la conocer aquel modelo de Ampère al reconocido físico experimental Michael Faraday fue el científico Humphry Davy quién, según Pearce: “Humphry Davy entró corriendo en el laboratorio de la Royal Institution para informar a Faraday sobre las interacciones electromagnéticas. Lo que género que se pusieron a trabajar inmediatamente y repitieron los experimentos informados por Oersted” (Pearce W. L., 1965, pág. 153).

Unos meses más adelante en una práctica de laboratorio, el instrumento con el que Faraday y Humphry Davy estaban experimentando en donde replicaba de cierta forma la experiencia de Oersted dio paso a verificar u obtener una muestra de la verdadera existencia de campos magnéticos formados por el flujo de una corriente en una espira conductora. Estos personajes tuvieron la oportunidad de evidenciar un fenómeno que para aquel entonces sería una idea controvertida y poco reconocida por la comunidad inglesa por lo que decidieron llevarlo a otros niveles conceptuales y experimentales.

En aquel experimento que realizaron Faraday y Humphry Davy, se colocaba un anillo de hierro con un enrollado de alambre en dos lados del anillo, a un lado se conectaba una pila o fuente y en el otro lado se conectaba un Galvanómetro.

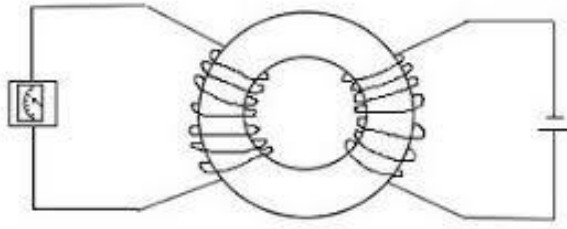


Imagen 2. Representación gráfica del experimento realizado por Faraday y Humphry Davy.

El circuito se encontraba cerrado, la electricidad que salía de la fuente estaba guiado hacia un costado del anillo y sobre el otro lado el cable se encontraba conectado a un galvanómetro, en los dos cables diferentes se produjeron corrientes que se movían en la misma dirección.

Según Pearce luego de aquellas experiencias, Wollaston intentó predecir qué ocurriría si una corriente viajara por un cable helicoidal conductor cuando un imán inmóvil se permanecía cerca al cable helicoidal, el cual fue llevado a cabo con posterioridad a aquel momento. (Pearce W. L., 1965, pág. 152).

Unos años más adelante Faraday repitió los principales experimentos realizados anteriormente, con el fin de producir unos artículos para la revista trimestral de ciencia, en los que se encontrarían los contenidos teóricos y conceptuales para explicar tales fenómenos. Para estos momentos, Faraday tuvo el ingenio de crear un aparato que se conformaba de la siguiente manera: “Se colocó un imán en posición vertical en un trozo de cera en el fondo de una cuenca profunda, y luego se llenó de mercurio hasta que solo el polo del imán estuviera por encima de su superficie. Un cable cercano al polo del imán puede girar libremente alrededor del polo magnético, cuando se conectó el circuito galvánico al cable, el cable giró alrededor del imán” (Pearce W. L., 1965, pág. 152).

Nos enfrentamos acá posiblemente a la primera vez en la historia de la ciencia al estudio del fenómeno de la transformación del movimiento en electricidad, Según Pearce; “en aquel momento se dio el primer motor eléctrico, el poder rotatorio de la fuerza magnética que rodea una corriente se manifestó de manera obvia; la conversión de la electricidad en el trabajo mecánico se había logrado, dando aún más peso a la creencia en la convertibilidad de todas las fuerzas naturales” (Pearce W. L., 1965, pág. 152).

El problema en el que se centró Faraday fue asegurarse de que la desviación del galvanómetro fuera causada por la electricidad que viajaba por el alambre, y no por otra fuerza externa. El efecto fue tan transitorio que fue sumamente difícil estudiarlo.

Faraday finalmente no pudo estar satisfecho con la ausencia de sentido y exceso de incertidumbre en sus conclusiones sobre los efectos magnéticos que podían obtenerse, lo único que tenía claro sobre tal fenómeno era la prueba de que se estaba tratando con fuerzas eléctricas.

Por otro lado, es importante mencionar que entre los muchos documentos de la historia de experimentos sobre los electroimanes, aparece un montaje de M. Prechtl de Viena, el experimento se trataba en enrollar alrededor de un tubo de vidrio o un cilindro de madera un alambre de acero que cubriera toda la superficie continuamente sin dejar espacios significativos y esto conectado a su vez a una pila eléctrica, cuando se conectaba el circuito, en un extremo de esta espiral cilíndrica, se aplicaba el polo sur o norte magnético como el de un imán, esta propiedad magnética pasa a lo largo del cilindro en línea recta. De esta manera se forma un imán, que posee las siguientes propiedades: A lo largo de su longitud, tiene un lado con un polo norte y un al lado opuesto un polo sur; Estos polos magnéticos formados a lo largo de toda la longitud del cilindro enrollado de alambre, están en cada punto igualmente fuertes. Si mantenemos este cilindro enrollado sobre una brújula, se presenta una declinación en la aguja de la brújula que cambia de dirección dependiendo del polo donde se encuentra la brújula. (Pearce W. , 1927)

En el intento de poder configurar una ley que abarcara la aplicación sobre los fenómenos eléctricos observados, Faraday asumió el reestructurar los montajes experimentales para asegurarse de cuáles eran las variables que aparecían en aquel efecto, para tal reestructuración experimental, Faraday notó que la presencia de un anillo de hierro era necesaria ya que se creía que el hierro aumentaría la "tensión eléctrica" y la haría más notoria. También se aseguró de variar las condiciones de los alambres por lo que se hicieron varios arreglos. Estos arreglos radicaban en variar las espiras del montaje experimental, se utilizaron espiras con la siguientes características: “una espira con longitud de 6 pies; una doble espiral plana de alambre similar de aproximadamente 10 pies de largo; espiral de alambre de cobre descubierto de 14 pies de longitud; una hélice cilíndrica redonda y sólida de alambre de hierro cubierto que contiene aproximadamente 12 pies y una bobina de hierro recubierto con un alambre de diámetro de 19 pulgadas en forma de un anillo grueso;” (Pearce W. L., 1965, pág. 163)

En aquel montaje, Faraday ya había comenzado a centrarse en la idea de la inducción de corrientes, en su trabajo sobre rotaciones electromagnéticas logro concluir y mostrar que la intensidad del campo magnético generado por la corriente era mayor en el centro de la espiral. En diferentes intentos se utilizaron espiras de diferentes características, y se ubicaban en regiones próximas imanes que de igual forma tenían diferentes características y diferentes formas con la intención de poder evidenciar esos efectos de movimiento giratorio con más intensidad, en la mayoría de los casos los resultados no fueron tan satisfactorios. “Faraday ya había reconocido que cuando una corriente fluía, el campo magnético era más intenso en el centro de la espira, y que si un imán que se

movía hacia el centro de la espiral debería dar lugar a una corriente inducida o también la formación de un campo magnético intenso de polos a cada lado de la espiral” (Pearce W. L., 1965, pág. 167)

Según William Pearce, el experimento que fue exitoso para que Faraday evidenciara las corrientes inducidas fue en el que se utilizó un anillo de hierro enrollado con alambre, luego colocó la barra enrollada a lo largo entre los polos de dos imanes, en este caso, se evidenciaba la conversión entre el magnetismo y la electricidad. Faraday diseñó varios aparatos de inducción donde variaba la configuración del aparato, en algunos casos se encargó de estudiar que ocurría si en vez de dejar inmóvil los imanes dejaba inmóviles las bobinas, entonces los imanes serían los que se movía; de igual forma estudio que ocurría si se utilizaba una barra de otro elemento en vez del hierro. Lo que logro concluir en estas experiencias que la procedencia del elemento que se utilizara haría que variara en pocas dimensiones la inducción de corriente. Quizá Faraday pensaba que la tensión eléctrica se establecía en la barra de hierro u otro elemento que se utilizara y no en el alambre mismo que estaba conectado a la pila galvánica. (Pearce W. L., 1965)

Cuando Faraday repitió aquellos experimentos en 1831, ya tenía claro que la permanencia de una barra de cualquier elemento al interior del alambre enrollado no afectará en sí los resultados del experimento, por lo que decidió hacer 8 cilindros huecos con papel y luego los cubrió con alambre enrollado en la misma dirección. Estos 8 cilindros se encontraban conectados entre sí en sus extremos formando un solo y gigante cilindro. Luego de esto se hizo pasar una barra imantada por los 8 cilindros huecos de alambre enrollado, las bobinas se encontraban conectadas a un galvanómetro, luego de que se insertó la barra imantada en un extremo del cilindro hueco de un extremo a otro o en toda la longitud de la bobina rápidamente y enseguida a tal acción se movió la aguja del galvanómetro, enseguida se logró demostrar también que si el imán viaja en sentido contrario como en la primera situación también se movería la aguja pero en este caso cambiaría el sentido en el que apuntaba la aguja. (Pearce W. L., 1965, pág. 170)

Este efecto se reprodujo de igual forma, varias veces, se variaron las formas de las bobinas, el número de vueltas de los alambres sobre los cilindros y las formas de los imanes todo esto con la intención de caracterizar el fenómeno. Para 1824 todos los experimentos realizados por Faraday sobre la electricidad y sus efectos terminaron, en cierta parte, en la producción de un maravilloso artefacto o dispositivo que es lo que a esta investigación le interesa.

En la configuración de tal dispositivo no se podría apreciar nada más que unos simples imanes que rotaban libremente y el cual se encontraban cercanos a unas bobinas o espiras circulares, tal artefacto fue denominado como EL Dinamo, que fue diseñado para producir un flujo de corriente al hacer girar unos imanes, lo que daría inicio al

desarrollo de artefactos para producción de corriente en escalas de eficiencia más productivas como lo hace un generador o un alternador.

Faraday se aferró a la idea de que era posible generar grandes cantidades de corriente, fue así como una de sus últimas ideas sobre electricidad y el magnetismo se hizo realidad. Para este montaje experimental se colocó un imán en cercanías de un disco de hierro con un embobinado en su exterior, el disco de hierro y el imán podían girar libremente, Faraday comprobó que cuando el disco y el imán giraron juntos, se confirmaba la ley general de las corrientes. Señaló Faraday en su Diario: "De ahí que aparezca el circuito de metal en el que se formará la corriente, un movimiento diferente con velocidades angulares variables en los dispositivos podría generar electricidad y magnetismo" (Faraday, 1833, pág. 185)

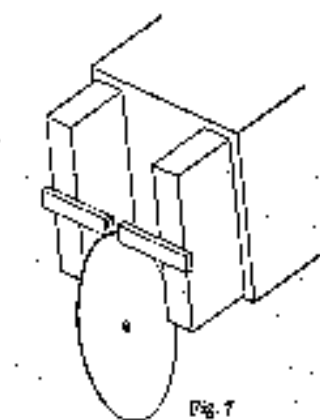


Imagen 3. Representación gráfica del experimento realizado por Faraday. Imagen tomada de: (Faraday, 1833)

El experimento narrado en el párrafo anterior llevó a Faraday a utilizar un disco, el cual lo fijó sobre el polo del imán, y la masa se sumergió en una botella estrecha de mercurio. Cuando los materiales estaban ahora juntos, se formó una corriente. Se utilizó una tarjeta de red y un cilindro de cobre. No se requirió ningún disco. De hecho, Faraday inmediatamente vio que ni siquiera la funda de cobre era necesaria. Luego se hizo girar un imán y se produjo una corriente, estos experimentos fueron mucho más que confirmados, las conclusiones que Faraday había sacado de su ley de inducción fue el hecho de que cuando se hacía girar el disco de imán se producían corrientes, lo que indicaba que se estaban formando corrientes a partir de líneas de fuerzas magnéticas que cambiaban a medida que se generaba cierto movimiento en el imán.

2.2. Sobre la Ley de inducción.

En 1831 luego de que Michael Faraday comprendió la relación de mutua existencia y dependencia entre un campo magnético y un alambre conductor por el que circula una corriente se dio camino al descubrimiento y comprensión del fenómeno de la inducción de corrientes eléctricas (Shamos, 1959, pág. 160).

El descubrimiento de la inducción de la electricidad surge en Inglaterra en 1831. En aquellas regiones europeas el desarrollo de experimentos en electromagnetismo tendría un gran auge, con eso no queremos decir que en otros países no se favoreciera a la construcción de la teoría que abarca el fenómeno de inducción de corrientes, de hecho un gran avance para la construcción de la teoría del fenómeno de la inducción de corrientes tiene raíz en grupos de científicos en regiones asiáticas. (Shamos, 1959, pág. 159)

Todos estos eventos, unos años más adelante, favorecieron los procesos producción de energía. Para empezar a reconocer quienes fueron los personajes que contribuyeron al desarrollo de la historia del fenómeno de la inducción de corrientes es necesario nombrar a Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804-1865), quien a medida de la observación de los fenómenos electromagnéticos de la inducción de corrientes y de algunos de los principios teóricos de la conservación de energía contribuyera a la teoría, se ocupó de conocer y formular el principio de inducción que Faraday había logrado descubrir.

En una conferencia en Inglaterra en 1834, se divulgaban y discutían las tendencias respecto a los conocimientos científicos más recientes de esa época. Para aquel momento el electromagnetismo se presentaba como el punto de mayor discusión respecto a algunas inconsistencias que iban surgiendo a medida que se realizaban diferentes tipos de experimentos.

Lenz parecía tener una representación clara de lo que era -Una corriente inducida- y sabía que la corriente se producía por la presencia de un imán móvil o una corriente transitoria en un circuito cercano (Shamos, 1959, pág. 162).

Luego de bastante tiempo en la práctica experimentan, Lenz logró comprobar que la dirección de la corriente inducida en un circuito cercano es contraria a la dirección de la corriente proveniente de una bobina conectada a una fuente de voltaje; la tensión eléctrica generada por una fuente induce la corriente. Una justificación de lo que se acaba de mencionar es que la corriente inducida debería apuntar en la dirección para así ayudar al proceso de inducción.

El siguiente párrafo nos define más exacto el fenómeno de la inducción desde la mirada de Lenz el cual es una traducción de una sección del documento: *Great Experiments in Physics. Firsthand Accounts from Galileo to Einstein*. New York: Dover Publications. (Shamos, 1959, pág. 162).

"Sobre la determinación de la dirección de las corrientes galvánicas causadas por la inductancia, el Experimento de Lenz generó la publicación de muchos artículos.

En su descubrimiento experimental de la llamada inducción electrodinámica,

Faraday determina la dirección de las corrientes galvánicas producidas por ella de la siguiente manera: la corriente inducida en un cable que se aproxima en paralelo a esta corriente galvánica” (Shamos, 1959, pág. 161).

2.3 Transformación de movimiento en corrientes.

2.3.1 El dínamo o generador

Con ánimo de seguir estudiado la transformación del movimiento en electricidad y la equivalencia entre las cantidades que los representan aparece la siguiente situación:

Un imán en forma de disco con ciertas características magnéticas gira con una cantidad de movimiento y velocidad angular considerable en cercanías a un alambre conductor, que es necesario para producir una inducción de corriente que es capaz de encender un bombillo.

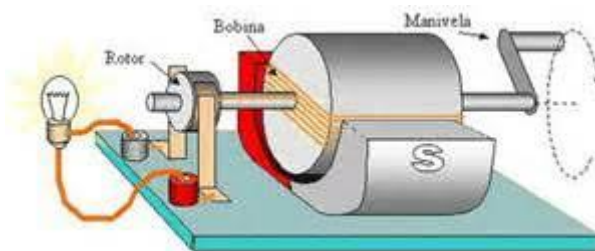


Imagen 4. Representación gráfica del dispositivo denominado Dínamo. Imagen tomada de: (Raymond, 2006)

El campo producido por el imán en movimiento será constante y uniforme, el imán gira con una velocidad angular constante ω , Cuando esto ocurre se presenta una Fuerza Electro Motriz [FEM] (Raymond, 2006, pág. 867), el disco se mueven con una velocidad de rotación proporcional a la velocidad angular por el radio del disco $\vec{v} = \omega r$ en cada punto desde el centro de rotación hasta los bordes el disco se obtienen diferentes velocidades cuando este gira. Si se desea obtener La FEM inducida por el disco que gira del eje a sus extremos se tiene en cuenta la siguiente relación la FEM inducida es equivalente al producto entre la velocidad angular, el campo magnético y la variación del radio del disco: $\varepsilon = \omega \vec{B} dr$.

La FEM inducida se calcula haciendo una sumatoria de las contribuciones de carga de cada segmento del disco desde el eje de rotación hasta el borde del disco, lo que representa la siguiente integral: $\varepsilon = \int_0^R \omega B r dr$

Solución de la integral:

$$\varepsilon = \int_0^R \omega B r dr = \omega B \int_0^R r dr$$

$$\int_0^R r dr = \frac{R^2}{2} + c$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \omega B R^2$$

Así, la cantidad de velocidad de giro da cuenta de la FEM inducida, solo cuando gira el disco se presenta la variación de FEM en el alambre. Esto podría ser experimentado si se conecta un galvanómetro o una bombilla que indique la producción de una corriente. La corriente de desplazamiento (Young, 2009) se comprende como la variación de flujo en el campo.

Es necesario saber que la transformación de movimiento en electricidad debe ser contemplada como un proceso de continuidad, que se da gracias a la configuración o establecimiento de un dispositivo en este caso, el dínamo, aunque podría ser también un generador o un alternador; gracias a estos dispositivos se pone en juego la liberación o condensación de energía en los diferentes momentos de los procesos que se mencionarán más adelante, para nuestro caso se sabe que en un dínamo.

Se debe considerar que nuestro dínamo o generador posee una turbina que es impulsada por una corriente de agua. Como se mencionó anteriormente el diseño y acoplamiento del generador permite poner en juego la continuidad de un proceso energético en cadena en donde una corriente de agua en caída pasa de una energía potencial mayor a una menor, y a su vez, el dispositivo se asegura de que la cantidad de movimiento del imán del dínamo o su energía cinética puede ser comprendida como un cambio de un fluido que viaja de un estado de menor a mayor potencial cinético a un fluido de menor potencial eléctrico a mayor potencial eléctrico. (Fuchs, 2010)

Aquella transferencia de energía se representa en la siguiente imagen, donde se encuentra que la energía se transfiere de un sistema a otro pero en cada punto de proceso se constituye en forma de carga o de fluido:

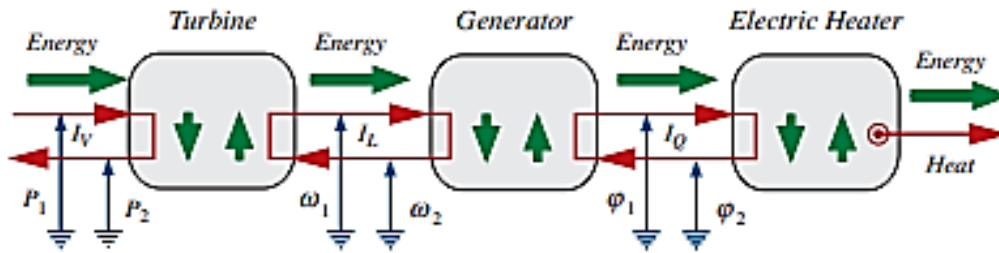


Imagen 5. Representación de la transferencia de energía e el proceso de transformación de movimiento en electricidad. Imagen tomada de: (Fuchs, 2010)

El Agua que fluye de un grado de energía potencial de mayor a menor ofrece un poder a la turbina del generador que es igual la velocidad a la que viaja la cantidad de agua que fluye y la altura de la caída del agua. La potencia está determinada por la cantidad de trabajo que se presenta en la caída de agua.

En este caso, debemos contemplar que en el proceso de la transformación de movimiento en electricidad se necesitan tener en cuenta unas medidas de cambio para los diferentes momentos de la transferencia de energía, aquellas medidas son proporcionadas por centrales eléctricas donde se les facilita medir el poder de la caída del agua sobre una turbina, estos datos se representan en la siguiente tabla:

Poder Hidráulico	Corriente de Masa. $Im / kg/s$	Caída vertical del agua. $\Delta h / m$	Voltaje y corriente. $UIQ / V \cdot A$	$UIQ / Im\Delta h$
Bavona	18.000	890	137.000.000	8.6
Nendaz	45.000	1014	384.000.000	8.4
Handeck III	12.500	445	48.000.000	8.6
Chatelard	16.000	814	107.000.000	8.2
Tiefencastel	16.700	374	50.000.000	8.0

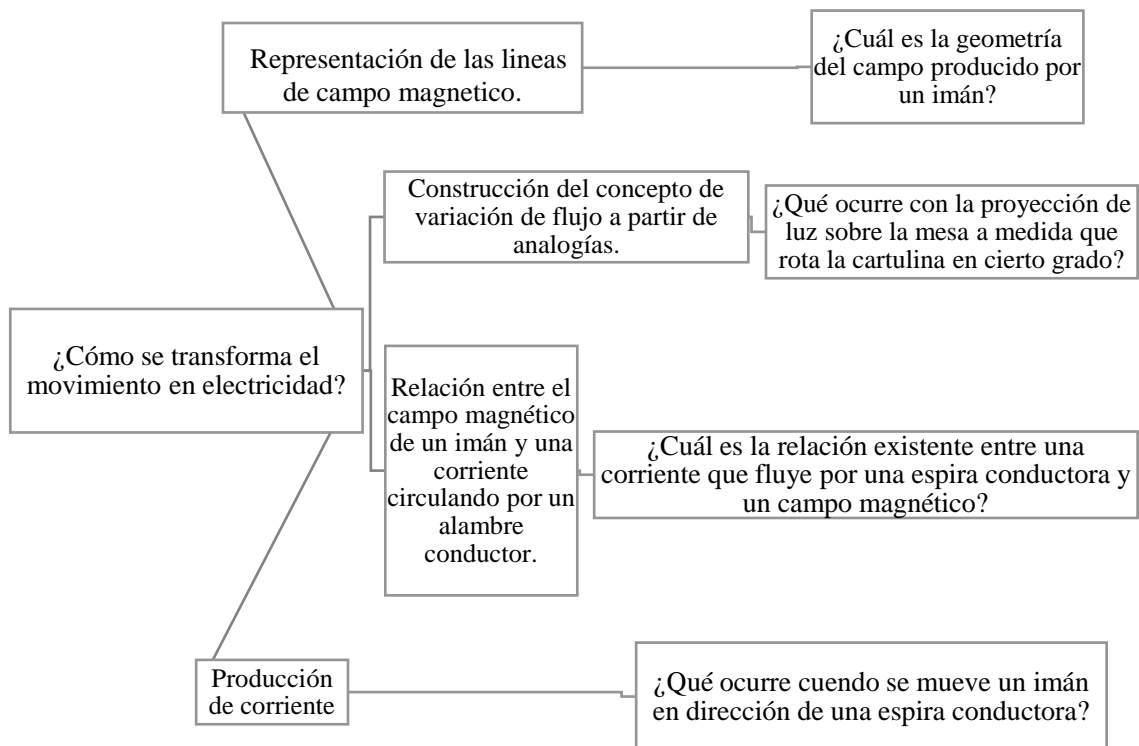
Tabla 3. Datos arrojados por una terminal eléctrica. Tomada de (Fuchs, 2010).

Sobre la tabla anterior, si se toma el producto entre la electricidad y el voltaje que arroja la terminal del generador eléctrico como la medida de la velocidad de la caída del agua se puede observar que la velocidad de caída produce cierta cantidad de energía (Fuchs, 2010). Lo que se podría decir es que a cierta cantidad de masa en caída, se obtiene cierta cantidad corriente, estos datos arrojados por las centrales eléctricas dependen de las características de los equipos de cada central eléctrica, de la cantidad de masa que atraviesa las turbinas y de la altura de caída.

Capítulo 3. Propuesta didáctica para la enseñanza-comprensión de la transformación en movimiento en electricidad

Uno de los objetivos de esta propuesta didáctica consiste en estudiar como son los procesos de construcción de conocimiento en el aula sobre el fenómeno de la transformación de movimiento en corrientes. Para ello se diseñó una propuesta didáctica: “Sobre la transformación del movimiento en corrientes”, dirigida a los estudiantes de grados 10 y 11 de la jornada nocturna de la escuela Manuela Beltrán IED.

A continuación, se expone la organización de la propuesta compuesta por diferentes preguntas que surgen al estudiar fenómeno de la transformación de movimiento en corriente y que encuentran organizadas en el siguiente esquema. Allí se representa el orden de las actividades de la propuesta didáctica diseñada, que tiene como fin abordar los temas que son considerados como necesarios para la comprensión del fenómeno de la transformación de movimiento en corrientes eléctricas.

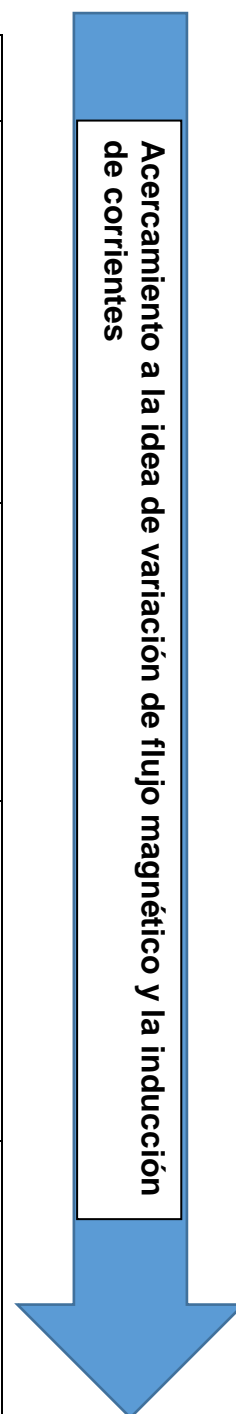


Esquema 1. Secuencia de la propuesta didáctica.

En esta propuesta se reconoce la importancia de desarrollar escenarios de participación y discusión alrededor de diferentes situaciones problemáticas, se espera con esto que se abran espacios de reflexión sobre la transformación del movimiento en corrientes eléctricas.

Se proponen ejercicios experimentales bajo las siguientes características:

Nombre de Actividad	Descripción
Geometría del campo producido por un imán en reposo.	Mediante esta actividad se introduce al estudiante a identificar un imán, en donde a sus alrededor genera se encuentra una región de campo magnético que será posible evidenciar con limadura de hierro y brújulas. Esto permitirá tener una base para que se pueda asocie lo que sucede cuando un imán se deslaza para inducir una corriente.
Construcción de la idea de variación de flujo magnético a partir de analogías.	A partir de dos videos donde se reproduce dos situaciones experimentales diferentes se acerca a los estudiantes a la idea de variación de flujo magnético. Esto se realiza mediante la analogía pues la visualización del flujo es posibles evidenciarla de manera más simple en sustancias como lo es el agua o la luz.
Relación entre el campo magnético de un imán y una corriente circulando por un alambre conductor.	En esta actividad se tiene en cuenta la experiencia estudiada por Christian Oersted en donde se tiene un alambre por el que pasa una corriente y a su alrededor se tienen elemento ferromagnéticos que permiten evidenciar la existencia de un campo magnético al redor del alambre a medida que se aumenta la corriente.
Producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un imán.	Es esta actividad se pone en juego las condiciones que son necesarias para evidenciar la inducción de corrientes que fomenta un imán en movimiento cerca de una bobina de cierto número de vueltas. Luego se hace una re-construcción de la ley de inducción donde se evidencia las consecuencias que genera aumentar o disminuir el número de vueltas de una bobina en cercanías a u imán.



3.1 Propuesta didáctica: Construcción de relaciones entre el movimiento y la electricidad.

Objetivos de enseñanza:

- Proponer actividades que permitan al estudiante relacionar la transformación del movimiento en una corriente eléctrica.
- Construir y debatir en el aula la relación entre: la existencia de un campo magnético y una corriente circulando por un alambre conductor.
- Aproximar a los estudiantes a los problemas de transformación del movimiento en electricidad, a partir de la inducción de corrientes y la variación de flujo magnético.
- Construir el concepto de la transformación de los fenómenos y transformación de la energía a partir de la experimentación.

3.1.1. Actividad 1. Geometría del campo producido por un imán en reposo.

Tiempo: 35 min.

Objetivo de enseñanza:	Objetivo de enseñanza: reproducir una experiencia que permita generar una representación visual acerca de la perturbación que existe alrededor de un imán en reposo.
Objetivos de aprendizaje:	Reconocer la forma y geometría del campo que se produce alrededor de un imán en reposo el cual tiene líneas de fuerza que se configuran a su alrededor.

Situación 1.

Materiales:

Imán.

Brújula.

Hoja blanca tamaño oficio.

Inicialmente se le pide al estudiante que responda la siguiente pregunta: ¿qué cree saber o conocer sobre lo que es un imán? Luego de obtener algunas expresiones o definiciones por parte de los estudiantes se les describe brevemente algunas características de los imanes como las siguientes:

Los imanes al tener estas propiedades magnéticas son capaces de atraer objetos metálicos que son denominados en el campo de la ciencia como Materiales ferromagnéticos. De igual forma los imanes pueden atraer y repeler otros imanes, eso depende de los polos magnéticos, si se enfrentan polos opuestos existirá una fuerza magnética que atrae los imanes, pero si los imanes se encuentran con polos iguales estos tenderán a separarse. Los imanes son fuentes productoras de campos magnéticos. Este

campo es uniforme a menos que se vea afectada las estructuras del imán.

Luego de hacer un reconocimiento textual sobre el imán, se le pide al estudiante que intente responder la siguiente pregunta: ¿Cuál es la geometría del campo producido por un imán en reposo? Luego, se le pide al estudiante que ubique el imán sobre la hoja blanca de tamaño oficio, luego de eso se le pide que trace con un lápiz sobre la hoja blanca cuatro o cinco circunferencias alrededor del imán (El imán debe ser el centro de las cinco circunferencias), luego de eso se le pide al estudiante que en cualquier punto de la primera circunferencia que es la más cercana al imán ubique la brújula y con un color marque una flecha en la misma dirección que apunta la brújula. Luego de dibujar la primera flecha, se debe trasladar o desplazar la brújula sobre la hoja por la misma circunferencia, luego de obtener varias flechas alrededor de la primera circunferencia se pasa la brújula a la segunda circunferencia y se realiza la misma acción. Esta situación se plantea esperando definir cuál es la geometría del campo producido por un imán que se encuentra en reposo.

Situación 2.

Materiales:

Imán.

Limadura de hierro.

Hoja blanca.

Con la intención de seguir respondiendo la pregunta de la situación 1 se le pide al estudiante que ubique el imán sobre una superficie plana y coloque con las manos una hoja blanca a unos 10 cm de distancia encima del imán. Luego se le indica que derrame ligeramente la limadura de hierro sobre la hoja blanca y que pase su dedo suavemente sobre la superficie del papel, cuando se tenga la limadura de hierro necesaria mueva la hoja sobre el imán hasta poder observar algún tipo de patrón formado por la limadura

3.1.2. Actividad 2. Construcción de la idea de variación de flujo magnético a partir de analogías.

Esta actividad se compone de dos situaciones, en la primera situación se evidencia una variación de flujo luminoso y en la segunda situación una variación de flujo de agua, la intención es establecer una analogía con estas situaciones y cuando existe una variación de flujo magnético, en cierta forma se acude a este método porque éste permite mostrar de forma análoga algo que es casi imposible de experimentar y visualizar, como lo es la variación de flujo magnético, la práctica se desarrolla con baja dificultad, pues lo que se quiere en sí es observar la discusión y reflexión que se dan las situaciones planteadas.

Tiempo: 35min.

Objetivo de enseñanza:

Evidenciar mediante un video la forma en la que un chorro de agua sale a presión de una manguera y cubre ciertas regiones o áreas que son diferentes a medida que el agua se aleja de la salida de la manguera ,

Objetivos de aprendizaje:	- Asocia la variación del flujo magnético con la variación del flujo de luz reproducida en la situación 1, donde la variación de cantidad de luz se ve relacionada por la inclinación de una pantalla entre la fuente de luz y la superficie.
---------------------------	---

Situación 1:

Materiales:

Linterna del celular, Cartulina negra con orificio cuadrado en la mitad.

La situación se propone a partir de la siguiente pregunta: ¿En qué casos es posible evidenciar una variación de flujo de alguna sustancia? Es claro que el flujo puede ser definido como la cantidad de paso de algo por un área en determinado tiempo.

Luego, se propone a los estudiantes analizar una primera situación: Se le pide al estudiante que encienda una linterna y que apunte la luz hacia una de las caras de la cartulina negra a la que se le ha abierto un agujero en la mitad, de tal forma que la pantalla interrumpa el paso de la luz emitida por la interna y solo deje pasar cierta cantidad de luz que se proyectara en la superficie de la mesa.

Al observar tal proyección de luz, se le indica al estudiante que rote o incline lentamente sobre la cartulina sobre uno de sus ejes, y se fije en los cambios que sufre la proyección de luz al realizar tal acción.

Se le pregunta a los estudiantes: ¿Qué ocurre con la proyección de luz sobre la mesa a medida que rota la cartulina en cierto grado? A partir de esta observación se discute sobre la variación del área de la proyección, se le pregunta después: ¿Por qué creen que se hace más pequeño o más grande la proyección?

Se espera que los estudiantes puedan reconocer la variación en la cantidad de luz que atraviesa el orificio se ve afectado por el acto de rotar la cartulina. , en este caso esa variación en la cantidad de luz se considera una variación del flujo de luz que atraviesa un área encerrada. Este ejercicio servirá como analogía para el análisis de la variación en la cantidad de flujo magnético.

En este caso, se le pide a los estudiantes que coloquen la cartulina entre la mesa y la linterna como se muestra en la siguiente figura precisando que no varíen las distancias entre los objetos:

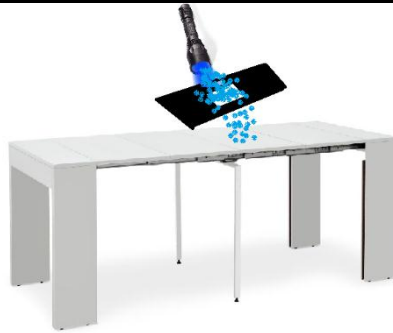


Imagen 1. Organización para la situación 1 de la actividad.

3.1.3. Actividad 3. Relación entre el campo magnético de un imán y una corriente circulando por un alambre conductor.

Para la siguiente actividad se diseñó una simulación en forma de video de una práctica de laboratorio para evidenciar la relación de mutua coexistencia entre una corriente circulando por un alambre conductor y un campo magnético.

Objetivo de enseñanza:	Reproducir experiencias en las que sea posible experimentar y analizar cómo se generan campos magnéticos sobre una espira circular conductora.
Objetivos de aprendizaje:	Si hay corriente en un alambre se produce el mismo patrón de líneas de un campo magnético que en la situación 1 de la actividad 1.

Tiempo: 35 min.

Situación 1.

Materiales:

2 Fuentes.

Limadura de hierro.

Acrílico con Espira conductora circular.

Se propone a los estudiantes discutir la siguiente pregunta: ¿Cuál es la relación existente entre una corriente que fluye por una espira conductora y un campo magnético? y luego estudiar una simulación experimental en forma de video, realizado en el laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional donde gracias a dos fuentes de voltaje del laboratorio se genera una corriente de 15 amperios, el cual están conectadas a unos alambres que se encuentran en un acrílico transparente cuadrado como se muestra en la Imagen:

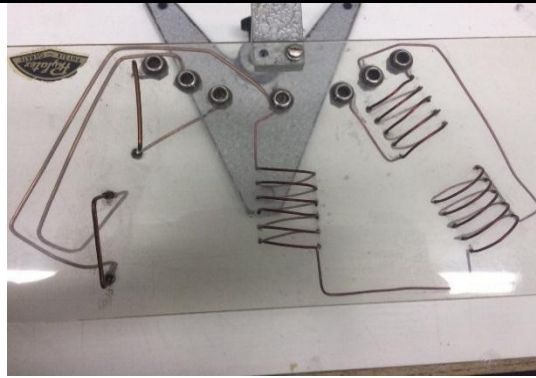


Imagen 3. Forma de los alambres.

con cierta forma y estructura en particular; sí se derrama limadura de hierro sobre el acrílico y aun no se encuentran encendidas o conectadas las fuentes, la limadura de hierro tomara la siguiente forma sobre el acrílico :

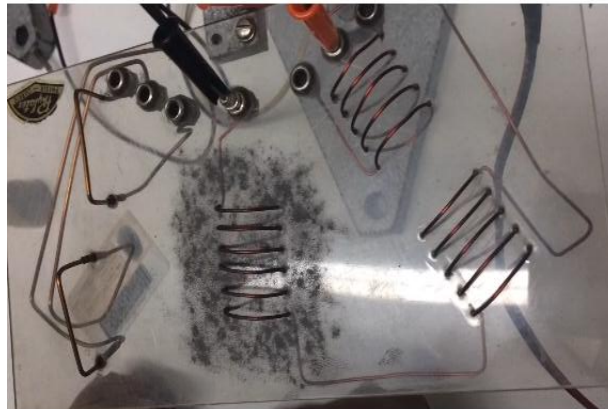


Imagen 4. Formación inicial de la limadura de hierro.

Cuando se encienden las fuentes se generan ciertas vibraciones con pequeños golpes en el acrílico, luego de cierto tiempo sobre la superficie del acrílico se formaran las siguientes perturbaciones en la limadura de hierro que se encuentra sobre el acrílico:



Imagen 5. Formación de la limadura de hierro luego de encender las bobinas.

Se conversa con los estudiantes sobre las figuras que adoptó la limadura de hierro antes y después de conectar los circuitos del acrílico. Y se le pide que reflexionen sobre las

siguientes preguntas: ¿Cuál es la geometría del campo para el alambre sobre el que circulaba la corriente? , ¿Son similares o diferentes estas geometrías respecto a las situaciones visualizadas en la actividad 1?

3.1.4. Actividad 4. Producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un imán. La inducción de corrientes.

Tiempo: 35 min.

Objetivo de enseñanza:	Generar escenarios que permitan descubrir los efectos que se producen cuando un imán se mueve a cercanías de una espira conductora.
Objetivos de aprendizaje:	- Cuando un imán se desplaza en cercanías de una espira conductora se produce una corriente que enciende un bombillo. - Al variar el número de vueltas de las bobinas se logra observar que existen variaciones en la corriente inducida en la bobina que se encuentra conectada al galvanómetro cuando se realiza el ejercicio de mover la bobina.

Materiales:

- Dos bobinas una de de 500 vueltas y otra de 1000 vueltas.
- Galvanómetro.
- Cables.
- Imanes.
- Borrador
- Pedazo de madera
- Pedazo de metal

Situación 1:

Inicialmente se le pide al estudiante que identifique el alambre enrollado de forma circular, es necesario que tenga en cuenta el tamaño y número de vueltas del alambre enrollado. Luego, se le pide que observe que el alambre enrollado se encuentra conectado a un Galvanómetro.

1. Acercar en primera instancia el pedazo de goma en dirección hacia el centro de la bobina circular.
2. acercar el pedazo de metal o hierro en dirección hacia el centro del alambre circular.
3. Acercar el pedazo de madera en dirección hacia el centro del alambre circular.
4. por último acerque el imán hasta poder observar algo en el galvanómetro.

Y se les realiza la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las condiciones para que una espira

conductora de cierto número de vueltas en cercanías de un imán en movimiento se genere una deflexión en el galvanómetro?

Con cada uno de los siguientes objetos: El pedazo de goma, el pedazo de vidrio, el pedazo metal, el pedazo de madera y el imán; páselo por diferentes lados de la bobina que se encuentra conectada a un galvanómetro.

¿Con cuales materiales es posible evidenciar que al acercarlo o alejarlo en cierta dirección respecto a la bobina genere un cambio en la aguja del galvanómetro? y ¿cómo debe ser el movimiento del objeto para que se deflacte la aguja del galvanómetro?

Después de observar los cambios en la aguja del galvanómetro e identificar cuáles fueron las causas de esos cambios se le pide al estudiante que cambie la bobina de 500 vueltas por la bobina de 1000 vueltas con la intención de evidenciar una mayor en la deflexión en la aguja del galvanómetro lo que vendría siendo una mayor cantidad de corriente y registre los valores obtenidos en las siguientes tablas:

Para el pedazo de goma:

	No hay deflexión de la aguja del galvanómetro	Si hay deflexión de la aguja del galvanómetro
Bobina 1		
Bobina 2		

Para el pedazo de metal o hierro:

	No hay deflexión de la aguja del galvanómetro	Si hay deflexión de la aguja del galvanómetro
Bobina 1		
Bobina 2		

Para el pedazo de Madera:

	No hay deflexión de la aguja del galvanómetro	Si hay deflexión de la aguja del galvanómetro
Bobina 1		
Bobina 2		

Para el Imán:

	No hay deflexión de la aguja del galvanómetro	Si hay deflexión de la aguja del galvanómetro	Deflexión más intensa

Bobina 1			
Bobina 2			

Tabla 4. Actividades planteadas para la propuesta de enseñanza de las relaciones entre el movimiento en electricidad.

Capítulo 4. Análisis de la implementación de la propuesta: Construcción de relaciones entre el movimiento y la electricidad.

En el presente capítulo, se presentan las explicaciones e interpretaciones de los estudiantes de la jornada nocturna de la Institución Educativa Distrital Manuela Beltrán

de grado decimo y once.⁷ Estas interpretaciones se obtuvieron en el desarrollo de las cuatro actividades propuestas para aproximar a los estudiantes a los problemas de transformación del movimiento en electricidad a partir de la inducción de corrientes y la variación de flujo magnético. De igual manera, se usaron para construir el concepto de la transformación del movimiento en electricidad y transformación de la energía a partir de la experimentación.

El trabajo de aula fue acompañado por el profesor Camilo Luengas, quien es el encargado del curso y el intérprete [leguaje de señas] del curso, en la institución educativa. La implementación se desarrolló en cinco sesiones de cuarenta y cinco minutos cada una, en un lapso total de dos semanas. La objetivo que guía este proceso de implementación es identificar cuáles serían explicaciones que realizan los estudiantes respecto a cómo se transforma el movimiento en electricidad y así poder analizarlos.

Es necesario tener en cuenta que se transcribieron las respuestas de los estudiantes, en el proceso de transcripción se realizó un proceso de interpretación más compleja y rigurosa de las frases u oraciones producidas por los estudiantes, algunos de ellos con diversidad auditiva. Los estudiantes con estas condiciones de diversidad auditiva trabajaron en grupos separados a los otros estudiantes, pues se reconoce en la institución que si se trabaja de esta manera se puede realizar mejores canales de comunicación entre el docente y la población con diversidad auditiva y así contribuir a los procesos de aprendizaje en el aula de la jornada nocturna.

Aquellas oraciones o imágenes o dibujos realizados por los estudiantes se caracterizan por tener la siguiente sigla G_n : DIVERSIDAD FUNCIONAL AUDITIVA en las tablas de respuestas de los estudiantes.

A continuación se encuentra la tabla con las afirmaciones que escribieron los estudiantes, permitiéndonos obtener una evidencia de las explicaciones realizadas en cada situación; Se obtuvieron los siguientes datos de dos cursos diferentes cada uno aproximadamente de entre quince y diez estudiantes, que estaban compuestos por grupos G_n representa el número del grupo, que a su vez estuvo conformado por estudiantes E_n , hombres y mujeres de edades entre los quince años y setenta y cuatro años.

⁷ Hay que recordar que el grupo total está conformado por estudiantes de aula regular y por estudiantes que poseen diversidad auditiva. Como se mencionó en el capítulo anterior, los grupos se conformaron por tres a cinco estudiantes con la intención de que discutieran y construyeran expresiones orales y escritas, que presentaron mediante guías de trabajo (Ver anexo 1. Guías de trabajo del aula) en donde explicaban o respondían ciertas preguntas o situaciones planteadas por el trabajo de investigación. Para el trabajo de campo se escogió que el grupo de diversidad auditiva trabajara separado del aula regular, aunque dentro de la misma clase; esta decisión se tomó para que el grupo de diversidad auditiva pudiera estar acompañado de un intérprete de lengua de señas. Las interpretaciones de este tipo de población están marcadas de la siguiente forma, ejemplo: G_n : DIVERSIDAD FUNCIONAL AUDITIVA.

Actividad 1. Geometría del campo producido por un imán en reposo.

Actividad	Pregunta que guía la actividad	Respuestas de los estudiantes a las situaciones ⁸
<p>Con esta actividad se buscaba que los estudiantes reconocieran a partir de las dos situaciones propuestas, la forma y geometría del campo que se produce alrededor de un imán en reposo el cual tiene líneas de fuerza que se configuran a su alrededor.</p>	<p>¿Cuál es la geometría del campo producido por un imán?</p>	<p style="text-align: center;">G_1</p> <p>- Todas las flechas indican a una cara del imán. -En una la brújula nos indicaba la fuerza del imán, en la otra con la limadura de hierro la fuerza del imán daba[n] forma a la limadura.</p> <p style="text-align: center;">G_2</p> <p>- La flecha siempre va a estar apuntando a una cara del imán al alejarse va a estar perdiendo dirección. - A medida que se acerca <i>el imán a la limadura de hierro se reorienta formando</i> una estructura puntiaguda. -En el centro del imán hay más fuerza de atracción.</p> <p style="text-align: center;">G_3</p> <p>-Podemos decir que las flechas señalan siempre hacia una de las caras del imán, al girar la brújula gira en distinta dirección. - La limadura de hierro forma líneas por decirlo de alguna manera hacia arriba. - La limadura de hierro se levanta hacia arriba al colocar el imán debajo de la hoja se levanta pedacito por pedacito como formando líneas.</p> <p style="text-align: center;">G_4</p> <p>- Se puede decir que la flecha de la brújula se dirige hacia una de las caras del imán este cerca o esté lejos. - La limadura se mueve al tiempo que el</p>

⁸ Se transcriben literalmente las respuestas de los estudiantes, se escogen aquellas frases o palabras que se consideran relevantes en el análisis (en el texto están en cursiva y negrilla). Además se ponen en corchetes las correcciones ortográficas o gramaticales sobre los textos de los estudiantes, para una mejor comprensión del lector.

		<p>imán y se trataba de levantar de la misma fuerza.</p> <p>Curso 2</p> <p>G_5: DIVERSIDAD FUNCIONAL AUDITIVA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Circunferencia forma en atrae fuerza con limadura de hierro. [Se forma una circunferencia con la limadura de hierro que es atraída por el imán] <p style="text-align: center;">G_6</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Se ve como la aguja de la brújula cambia de dirección a medida que se mueve alrededor del imán y de ese modo crea unas líneas que salen de una cara del imán y entran al otro lado de la cara del imán.</i> - Campo de fuerza. Una proporción de energía que se desplaza hasta cierto límite, entre más cercana más fuerte. <p style="text-align: center;">G_7</p> <ul style="list-style-type: none"> - A mayor distancia observamos que la flecha de la brújula va cambiando de sentido. - Pudimos ver las líneas del campo magnético producidas por el imán. - Pudimos ver la atracción de un metal cuando se acerca a un imán. - A más retirada este la limadura de hierro más fácil es de retirarla la causa es la fuerza del imán. <p style="text-align: center;">G_8</p> <ul style="list-style-type: none"> - El imán tiene fuerza de atracción... el imán tiene unas líneas u ondas de atracción. - Es una zona o circunferencia invisible de largo alcance , dependiendo de la fuerza del imán <p style="text-align: center;">G_9</p>
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> - Cuando observamos que colocamos la limadura se hizo un círculo y cuando esparcimos se quedó quieta y a lo que movimos la hoja sobre el imán las partículas se levantaban hacia a donde el imán - El campo magnético es un zona que atrae otros objetos, por ejemplo: un imán.
--	--	--

Tabla 5. Respuestas de los grupos de estudiantes para la actividad 1.

4.1 Análisis de los resultados para la actividad 1

En la anterior tabla se encuentran las respuestas de los estudiantes a dos preguntas propuestas por el trabajo de investigación para la primera actividad, la primera pregunta buscaba que el estudiante describiera que podía observar cuando pasaba la brújula alrededor del imán y la segunda pregunta estaba relacionada de igual forma con cuales eran las observaciones que los estudiantes podían hacer al presenciar el comportamiento de la limadura de hierro sobre cada una de las caras del imán.

Se puede apreciar en la tabla, que de los Nueve grupos de estudiantes cuatro de esos grupos, cuyas frases han sido señaladas en negrilla, expresan que: **las flechas responden hacia una de las caras del imán**, si bien esta no es una idea errónea, no se acerca suficientemente al objetivo deseado: que los estudiantes indiquen que hay un cambio en la dirección en la aguja de la brújula, y que este cambio de dirección está asociado a la cara o polo del imán que se encuentra en cercanías a la brújula.

Sin embargo, se puede considerar la siguiente expresión realizada por uno de los grupos de estudiantes: - *Se ve como la aguja de la brújula cambia de dirección a medida que se mueve alrededor del imán y de ese modo crea unas líneas que salen de una cara del imán y entran al otro lado de la cara del imán*; a partir de esta expresión es posible notar que algunos estudiantes identificaron que alrededor de un imán en reposo existen unas líneas de campo magnético que están asociadas a las caras o polos del imán. Durante la socialización al final de la actividad, los otros grupos complementaron sus primeras explicaciones sobre el efecto que se deseaba visualizar.

Para mejorar esta actividad, se aprecia que es necesario hacer mayor referencia a aquello que ha de ser relevante en la observación, pues es posible que por no hacer tales referencias la totalidad de los grupos no lograron el nivel de comprensión que se deseaba, más específicamente, hay que hacer mayor hincapié sobre qué ocurre alrededor de cada cara del imán y qué efectos se producen en la aguja de la brújula o la limadura de hierro para cada cara; de esta manera, se puede hacer énfasis en que siempre en un imán existen unas líneas que salen por un lado, o polo del imán, y se dirigen al otro lado o polo de este imán.

Después de reconocer la forma del campo magnético alrededor de un imán, para abordar la inducción de corrientes, es importante reconocer las variaciones en las líneas del campo cuando hay un desplazamiento del imán en el espacio.

La explicación para estas variaciones se realiza a partir de la variación del flujo del campo magnético, una idea abstracta y difícil de visualizar que llevó a proponer situaciones por medio de analogías con el agua inicialmente, y posteriormente con la luz. A continuación se presenta las interpretaciones que realizaron los estudiantes.

Actividad 2. Construcción de la idea de variación de flujo magnético a partir de analogías.

Actividad 2	Pregunta que guía la actividad	Respuestas de los estudiantes a las situaciones
<p>Descripción breve de la actividad: Para esta segunda actividad se les solicitó a los estudiantes que describieran lo que podían observar en la siguiente situación, la cantidad de luz que pasaba por un agujero y luego era proyectada sobre una superficie varia al modificar el ángulo de la pantalla.</p> <p>El objetivo de esta actividad es que los estudiantes establezcan una relación de similitud entre la variación del flujo magnético producida por un imán en movimiento y la variación del flujo de luz reproducida en la situación 1, donde la variación de cantidad de luz se ve</p>	<p>¿Qué ocurre con la proyección de luz sobre la mesa a medida que rota la cartulina en cierto grado?</p>	<p>G_1 - Podemos observar que al cambiar de posición la cartulina, la luz que pasa varía, debido al lado que se coloque la cartulina ya que esta determina cuanta fuente de luz pasa.</p> <p>G_2 - al graduar la inclinación de la cartulina el flujo lumínico aumenta y disminuye en cantidad.</p> <p>G_3 - Depende de la posición de la cartulina, disminuye o aumenta el flujo de la iluminación.</p> <p>G_4 - Por medio de la cartulina negra que cambiaba de forma y tamaño; en una se volvía pequeña , en otra grande y la ...</p> <p>G_5 - Podemos observar que al mover la lámina, varia el tamaño, en unas se ve más pequeños en otras más grande o más ancha.</p> <p>G_6 - La figura cambia de proyección de la luz pero también tienen la misma</p>

relacionada con la inclinación de una pantalla entre la fuente de luz y la superficie.

medida, siguen conservando sus cuatro lados pero colocándola diagonal mente se alarga un lado y el otro se hace más pequeño.

Curso 2

G_7 : DIVERSIDAD FUNCIONAL AUDITIVA.

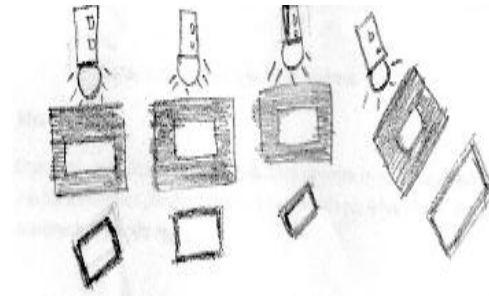
- Cuando mueve el objeto uno lado es más grande que el otro. [Cuando se mueve un objeto un lado es de la imagen es más grande que el otro]

G_8 : DIVERSIDAD FUNCIONAL AUDITIVA

- El objetivo flujo forma luz verbo movimiento Imagen. [EL objeto forma una imagen que se mueve]

G_9

- Dibujo realizado por un estudiante



G_{10}

- Pudimos observar una figura que cambiaba de forma a medida que movemos la cartulina en diferentes posiciones, en unas partes disminuida y en otras se hacía más grande.

G_{11}

- *Cuando se dejaba pasar la luz por el cuadro de la cartulina negra cambiaba de forma de acuerdo al grado de inclinación se ve que el flujo de luz que se le proporcionaba a la cartulina va cambiando. Notamos que la figura al voltearla se agranda y se achica la*

		<i>figura.</i>
--	--	----------------

Tabla 6. Respuestas de los grupos de estudiantes para la actividad 2.

4.2 Análisis de los resultados para la actividad 2.

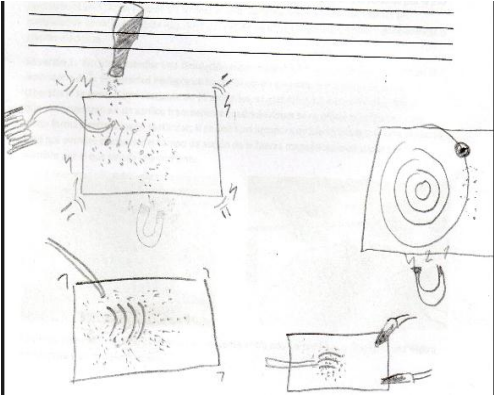
Se acudió a la analogía como se señaló anteriormente, pues en cierta parte se dificulta en la actividad experimental la reproducción de efectos que permitan visualizar ese fenómeno de la variación de flujo magnético y su enseñanza, después de haber realizado la actividad se discutió con los estudiantes una forma de entender la variación de flujo magnético.

A partir de las doce descripciones de los grupos de estudiantes que se ven reflejadas en la tabla anterior, es posible reconocer que la totalidad de los grupos identificaron que el tamaño de la proyección cambiaba cuando la pantalla por donde atravesaba la luz se hacía girar respecto a un mismo eje: **“al graduar la inclinación de la cartulina el flujo lumínico aumenta y disminuye en cantidad”**. Aunque se encontró que solo un grupo se atrevió a utilizar términos más específicos para el efecto que se estaba visualizando, ellos afirmaron: - *Cuando se dejaba pasar la luz por el cuadro de la cartulina negra cambiaba de forma de acuerdo al grado de inclinación se ve que el flujo de luz que se le proporcionaba a la cartulina va cambiando. Notamos que la figura al voltearla se agranda y se achica la figura.* Finalmente, los estudiantes reconocieron la variación de flujo de luz a causa del desplazamiento del ángulo respecto a un eje de un agujero por el que atraviesa un flujo de luz.

Ahora, se les propone a los grupos que piensen e indaguen que ocurriría si se hace variar la cantidad de líneas de un campo magnético generadas por un imán en movimiento, en cercanías a una bobina conductora que se encuentra conectada a un bombillo, esto se descubriría en las siguientes actividades.

Actividad 3. Relación entre el campo magnético de un imán y una corriente circulando por un alambre conductor.

Actividad 3	Pregunta que guía la actividad	Respuestas de los estudiantes a las situaciones
Breve descripción de la actividad: A partir de un video se recrea el montaje experimental de la formación de campos magnéticos	¿Cuál es la relación existente entre una corriente que fluye por una espira	G_1 - <i>Pudimos observar que la limadura de hierro era esparcida por el acrílico sin forma alguna y al prender las fuentes de energía los alambres que estaban en el acrílico formaban un campo magnético el cual hizo que la limadura de hierro tomara como en líneas o una</i>

<p>alrededor de conductora y un campo magnético?</p> <p>alambres por los que viajan corrientes.</p> <p>El propósito de esta actividad es que el estudiante reconozca e identifique que si hay corriente viajando a través de un alambre se produce el mismo patrón de líneas con la limadura de hierro como en la situación 1 por la formación de un campo magnético alrededor del alambre.</p>	<p>conductora y un campo magnético?</p>	<p><i>especia de onda.</i></p> <p>G_2</p> <p>- ¿Qué hace que se genere el campo magnético al encender la batería?</p> <p>G_3</p> <p>- ¿Por qué cuando se conecta el cable la limadura de hierro se distribuye de diferente manera?</p> <p>G_4</p> <p>- Inicialmente la limadura estaba parada después de que conectan la corriente la limadura de hierro comienza a tomar diferente forma.</p> <p>G_5</p> <p>-¿Cómo se genera el campo magnético?</p> <p>G_6</p> <p>- Vimos como la limadura de hierro se encontraba regada encima del acrílico pero cuando se encendió la corriente la limadura se esparció en diferentes sentidos. Luego vemos como la limadura de hierro se forma en círculos o en formas de remolino.</p> <p>Curso 2</p> <p>G_7</p> <p>- ¿Por qué pasa eso al activar la batería?</p> <p>G_8: Diversidad Funcional Auditiva. - Dibujo realizado por un estudiante:</p>  <p>G_9: Diversidad Funcional Auditiva. - Dibujo realizado por un estudiante:</p>
---	---	---

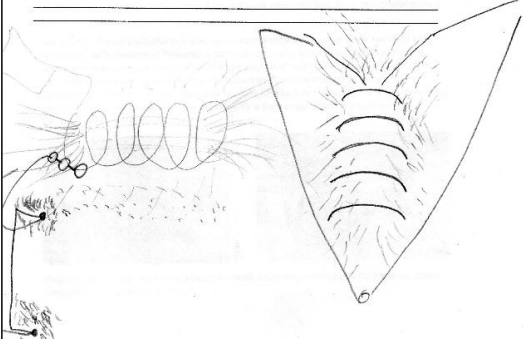
		 <p style="text-align: center;">G_{10}</p> <p>- ¿Que tan fuerte tiene que ser la corriente para comenzar a hacer distorsiones?</p> <p style="text-align: center;">G_{11}</p> <p>- ¿Al realizar el campo magnético con el alambre la limadura de hierro va a estar siempre en círculo?</p> <p style="text-align: center;">G_{12}</p> <p>- ¿Por qué se atrae la limadura de hierro?</p> <p style="text-align: center;">G_{13}</p> <p>- ¿Por qué se forma la figura?</p> <p style="text-align: center;">G_{14}</p> <p>- ¿Si se aplicara mas energía que pasaría con las brújulas?</p> <p style="text-align: center;">G_{15}</p> <p>- ¿Si se cambia el hierro por otro material que pasaría?</p>
--	--	--

Tabla 7. Respuestas de los grupos de estudiantes para la actividad 3.

4.3 Análisis de los resultados para la actividad 3: Relación entre el campo magnético de un imán y una corriente circulando por un alambre conductor.

Para la actividad número tres se les pidió a los grupos de trabajo que intentaran explicar que ocurría con la limadura de hierro al conectar las fuentes con los alambres conductores. Si algún grupo no lograba explicar lo que ocurría, entonces, este grupo debía formular preguntas sobre el efecto que se estaba visualizando con la limadura de hierro.

De los quince grupos de trabajo solos dos grupos describieron lo que se observaba, son las siguientes afirmaciones:

- Pudimos observar que la limadura de hierro era esparcida por el acrílico sin forma

alguna, y al prender las fuentes de energía los alambres que estaban en el acrílico formaban un campo magnético el cual hizo que la limadura de hierro tomara como en líneas o una especie de onda.

- Vimos como la limadura de hierro se encontraba regada encima del acrílico pero cuando se encendió la corriente la limadura se esparció en diferentes sentidos. Luego vemos como la limadura de hierro se forma en círculos y en formas de remolino.

Las dos anteriores expresiones son de suma importancia para el trabajo de investigación, pues permiten acreditar que los estudiantes tuvieron cercanía con algunas experiencias por las que Oersted, Faraday, entre otros experimentalistas tuvieron que pasar para construir el marco explicativo de la inducción de corrientes.

Es interesante analizar cómo los estudiantes que no lograron organizar una oración para explicar lo que observaban, en cambio formularon preguntas. A partir de estas cuestiones se generó en el aula una discusión, se hacían aclaraciones y explicaciones con todo el grupo sobre las variables que son necesarias para reproducir el efecto que se deseaba observar. Así las preguntas que formularon algunos estudiantes fueron de gran valor para que los jóvenes que no lograban reconocer que era lo que ocurría, pudieran darse cuenta que el alambre conductor al conectarse a una fuente formaba patrones en la limadura de hierro como el imán lo hacía con la limadura de hierro.

Las preguntas que más permitieron tal hecho que se acabó de mencionar fueron las siguientes: - **¿Por qué pasa eso al activar la batería?, ¿Que tan fuerte tiene que ser la corriente para comenzar a hacer distorsiones? o ¿Por qué se atrae la limadura de hierro?**

A partir de las respuestas de los estudiantes en la actividad desarrollada se continuó con la construcción de los saberes necesarios para la comprensión de la transformación del movimiento en electricidad, el conocimiento se concibe como la organización de las experiencias que tienen los sujetos en su interacción con el mundo. A partir de las cuestiones de los estudiantes, se reflexionó sobre los hechos y se sometió su experiencia a la comprensión del fenómeno de estudio.

En el proceso de formación de conocimiento aparecen relaciones entre el objeto, o fenómeno, y el sujeto que re-organiza ese conocimiento, estas relaciones pueden ser cambiantes dependiendo de la profundidad del cuestionamiento y los conocimientos adquiridos, a esto le denominan proceso de acomodación (Piaget J. , 1971). Este proceso es el que se percibe ha ocurrido con los grupos de estudiantes.

Actividad 4. Producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un imán. La inducción de corrientes.

Actividad 4	Pregunta que guía	Respuestas de los estudiantes a
--------------------	--------------------------	--

	la actividad	las situaciones
<p>El objetivo central de esta actividad es hacer que el estudiante identifique que cuando un imán se desplaza en cercanías de una espira conductora se produce una corriente que enciende un bombillo.</p> <p>A su vez se hacen diferentes adaptaciones a los montajes para que el estudiante construya la idea de que al variar el número de vueltas de las bobinas se logra observar que existen variaciones en la corriente inducida en la bobina que se encuentra conectada al galvanómetro cuando se realiza el ejercicio de mover el imán o la bobina conectada a una fuente.</p> <p>Al finalizar la actividad se les solicita a los estudiantes que formulen preguntas para poder responderlas entre todos.</p>	<p>¿Qué ocurre cuando se mueve un imán en dirección de una espira conductora?</p> <p>¿Cómo tiene que ser el movimiento del imán alrededor de la bobina para que se mueva la aguja del galvanómetro?</p>	<p>G_1</p> <ul style="list-style-type: none"> - El movimiento del imán tiene que ser alrededor de la bobina de izquierda a derecha, de adentro hacia fuera y ocurre la deflexión. -¿Por qué con la bobina de 250 vueltas se disminuye tanto la corriente? -¿Si el imán fuera más grande o más pequeño cuanta corriente se generaría? <p>G_2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tiene que ser un movimiento constante cercano al embobinado, a mayor embobinado mayor corriente generada. -¿Por qué la goma o el hierro no generan electricidad al moverlos en cercanías a la bobina? <p>G_3:Diversidad Funcional Auditiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>hay que realizar mucho movimiento en el imán para generar corriente en la bobina</i> -¿Por qué no se genera electricidad con la madera, la goma o el metal cuando se mueve en cercanías de la bobina? <p>G_4: Diversidad Funcional Auditiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hay que mover el imán por todos lados alrededor de la bobina para que se deflecte el galvanómetro. - Imagen. <p>G_5</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hay que mover el imán por dentro de la bobina de adentro hacia afuera.</i> -¿Por qué solo con el imán se genera un flujo de corriente? - <i>¿Si se realiza un movimiento con el imán diferente se puede</i>

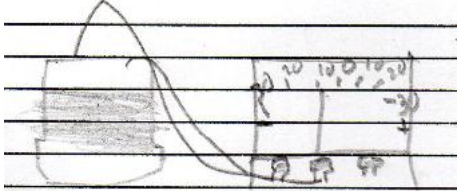
		<p><i>generar más corriente?</i></p> <p>Curso 2</p> <p>G_6</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiene que ser de forma lineal, para que en el galvanómetro se genere una corriente máxima. - <i>¿Por qué el imán es capaz de mover la aguja del galvanómetro?</i> - <i>¿Qué ocurriría si la bobina fuera más grande?</i> <p>G_7: Diversidad Funcional Auditiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dibujo realizado por un estudiante:  <ul style="list-style-type: none"> - ¿Por qué con la madera, la goma o el metal no se genera una corriente en el galvanómetro al moverla en cercanías? <p>G_8</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Cuando movemos el imán en cercanías a la bobina existe un movimiento de electrones dentro de la bobina que luego viajan al galvanómetro.</i> - ¿Por qué con la madera, la goma o el metal no se genera una corriente en el galvanómetro al moverla en cercanías?
--	--	--

Tabla 8. Respuestas de los grupos de estudiantes para la actividad 4.

4.4 Análisis de los resultados para la actividad 4. Producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un imán. La inducción de corrientes.

Los ocho grupos de estudiantes que realizaron esta actividad identificaron que solo es posible deflectar la aguja del galvanómetro cuando se hace mover un imán en cercanías a una bobina que se encuentra conectada al galvanómetro. La totalidad de los estudiantes fueron capaces de identificar que si se aumenta o disminuye el número de vueltas de las bobinas que se encuentran conectadas al galvanómetro, esto producirá un aumento o disminución en la deflexión de la aguja del galvanómetro.

De los ocho una fuente a una bobina de cierto número de vueltas y se hace un movimiento en cercanías a un circuito aparte, el cuál es una bobina conectada a un galvanómetro, se producirá una deflexión en la aguja del galvanómetro al realizar el movimiento de la bobina conectada a la fuente.

La mayoría de los grupos de estudiantes se cuestionaron lo siguiente: “- ***¿Por qué el imán es capaz de mover la aguja del galvanómetro?***”, se les respondió que debían asociar la actividad de la variación del flujo para responder a la anterior pregunta, pues se esperaba que con las dos actividades el estudiante comprendiera el fenómeno. Se sabe que la comprensión es el resultado del enfrentamiento entre una persona y una experiencia, de este enfrentamiento se desatan pensamientos y reflexiones que configuran la capacidad de aprender sobre situaciones que fomentan la comprensión de la realidad.

Es pertinente analizar la siguiente explicación de un estudiante perteneciente a un grupo de personas con diversidad auditiva: -“***hay que realizar mucho movimiento en el imán para generar corriente en la bobina***”, nos permite inferir que el estudiante establece una relación entre las magnitudes que se presentan para esta actividad. Las magnitudes juegan un papel importante en el reconocimiento del fenómeno por parte de los estudiantes, estas configuran los aspectos del fenómeno que se estudia, pues al asociar que con una gran cantidad de movimiento de imán se produce cierta cantidad de corriente es posible notar que el estudiante hace una caracterización del fenómeno de la inducción de corrientes.

A partir de la siguiente pregunta: -“***¿Qué ocurriría si la bobina fuera más grande?***” Se puede inferir que el estudiante reconoce que en la producción de corrientes existen algunas condiciones o variables que favorecen la producción de corrientes como puede ser el tamaño de las bobinas o el número de vueltas de estas bobinas. Hay que recordar que a medida que la persona observa el fenómeno, sus procesos de aprendizaje le van permitiendo organizar las experiencias y los conceptos que van apareciendo en el transcurso de las actividades, las personas le atribuyen al fenómeno estudiado diferentes modos de organización, que va cambiando a razón del avance en la organización y construcción del campo fenomenológico.

Conclusiones

- La pregunta de investigación permite crear situaciones experimentales que contengan en sí, diferentes tópicos generativos, donde los estudiantes se involucran en el que hacer del investigador y el científico, donde a su vez se fortalecen en el aula escenarios para la experimentación y la investigación.
- El experimento de Christian Hans Oersted se describe como un antecedente de suma importancia para la comprobación y formulación de la teoría de la inducción de corrientes, por lo que para el trabajo de investigación tiene un gran valor para los procesos de formación sobre la transformación de movimiento en electricidad, el experimento se basó en hacer que una corriente generada por un aparato galvánico, comúnmente utilizado en aquella época, como baterías o fuentes, atravesase un delgado alambre de platina, aquel experimento se colocó sobre una brújula cubierta con vidrio; cuando el circuito se abiera se detectaría una deflexión en la aguja imantada de la brújula. Gracias al estudio en el aula del experimento de Oersted los estudiantes tuvieron cercanía con algunas experiencias por las que Oersted, Faraday, entre otros experimentalistas tuvieron que pasar para construir el marco explicativo de la inducción de corrientes.
- Faraday asumió el reestructurar los montajes experimentales para asegurarse de cuáles eran las variables que aparecían en aquel efecto, para tal reestructuración experimental, Faraday notó que la presencia de un anillo de hierro era necesaria ya que se creía que el hierro aumentaría la "tensión eléctrica" y la haría más notoria. Faraday también se aseguró de variar las condiciones de los alambres por lo que se hicieron varios arreglos.
- Cuando se habla sobre la actividad experimental habitualmente se relaciona directamente con una actividad que solo podrían desarrollar un grupo de científicos, pues los estudiantes al escuchar o leer estos términos lo asocian con tareas y trabajos arduos, con métodos extensos sin ningún significado, lo que conlleva al desinterés. Es necesario involucrar a los estudiantes con la actividad experimental pues de esta manera el estudiante puede organizar y construir experiencias que lo llevarán a comprender, analizar y cuestionar la realidad en la que se encuentra. Por eso, en este caso, la actividad experimental en la enseñanza se ve como una actividad que permite establecer relaciones entre los conceptos y la realidad, de igual forma permite la construcción de fenomenologías, como lo señala.
- En esta propuesta se reconoce la importancia de desarrollar escenarios de participación y discusión alrededor de diferentes situaciones problemáticas y se espera con esto es que se abran espacios de reflexión sobre fenómenos a partir del estudio de la transformación del movimiento en corrientes eléctricas. La intención de

formular e implementar actividades experimentales es generar espacios en los que el estudiante se enfrente con problemas conceptuales y construya conocimiento gracias a la experimentación y -actividades de formalización-. En nuestro caso las actividades experimentales están enfocadas a situaciones donde se observa como una magnitud como lo es el movimiento se transforma en una magnitud diferente que es la corriente. La intención de la actividad experimental está centrada en la construcción de una base fenomenológica o de hechos de observación con los que se destacan los rasgos relevantes del fenómeno. La organización de éstos permite desarrollar el proceso de construcción de las magnitudes con las cuales quedan establecidos los aspectos del fenómeno que son tenidos en cuenta en su caracterización“. Se espera de estas actividades que contribuyan en que el estudiante haga una adecuada organización del fenómeno de la transformación de movimiento en corriente eléctrica.

- Las explicaciones de los estudiantes nos permiten definir cuáles son algunas de las interpretaciones que realizan los estudiantes a la hora de intentar explicar cómo se transforma el movimiento en electricidad, teniendo en claro las consideraciones de M. Stone, D. Perkins (Stone, 1999) y J. Bruner (Bruner J. , 1995) que para poder llevarlo a un nivel de comprensión no se debe acudir a hacer caer en cuenta que el estudiante está mal, si no que al contrario todo lo que pueda decir el estudiante está bien hasta el punto donde esas explicaciones erróneas permitan construir nuevo conocimiento. Según Jerome Bruner se debe introducir al estudiante al lenguaje desconocido de formas sutiles, haciendo un tipo de prescripción de cómo debería decirse o escribirse ciertos términos y en qué momentos se podrían usar, todo esto con el fin de promover en el estudiante el “reconocimiento“ de términos como lo podrían ser sustantivos o adjetivos. En este proceso el docente encargado no puede fijar su atención en calificar si los nuevos términos que aprende el estudiante están bien o mal, tanto como se escriben o como se aplican en el habla, al contrario, el maestro debe tener claro que los términos que está atrayendo a sus estudiantes están alejados de sus vidas y no hacen parte de lo común entre los estudiantes, por lo que en primera instancia no llaman su atención.

- En la actividad desarrollada con los estudiantes para la construcción de la ley de inducción, A partir de la siguiente pregunta: -“¿Qué ocurriría si la bobina fuera más grande?” Se puede inferir que el estudiante reconoce que en la producción de corrientes para el caso que se estudia, existen algunas condiciones o variables que favorecen la producción de corrientes como lo puede ser el tamaño de las bobinas o el número de vueltas de estas bobinas. Hay que recordar que a medida que la persona observa el fenómeno, sus procesos de aprendizaje le van permitiendo organizar las experiencias y los conceptos que van apareciendo en el transcurso de las actividades, las personas le atribuyen al fenómeno estudiado diferentes modos de

organización, que va cambiando a razón del avance en la organización y construcción del campo fenomenológico.

- Se obtienen diferentes explicaciones que el estudiante establece para comprender como se transforma el movimiento en corrientes eléctricas, mediante el desarrollo de las actividades experimentales, como lo sería la siguiente explicación de un estudiante perteneciente a un grupo de personas con diversidad auditiva: -“hay que realizar mucho movimiento en el imán para generar corriente en la bobina”, nos permite inferir que el estudiante establece una relación entre las magnitudes que se presentan para esta actividad. Las magnitudes juegan un papel importante en el reconocimiento del fenómeno por parte de los estudiantes, estas configuran los aspectos del fenómeno que se estudia, pues al asociar que con una gran cantidad de movimiento de imán se produce cierta cantidad de corriente es posible notar que el estudiante hace una caracterización del fenómeno de la inducción de corrientes.
- Es interesante analizar cómo los estudiantes que no lograron organizar una oración escrita para explicar lo que observaban, en cambio formularon preguntas. A partir de estas cuestiones se generó en el aula una discusión, se hacían aclaraciones y explicaciones con todo el grupo sobre las variables que son necesarias para reproducir el efecto que se deseaba observar. Así las preguntas que formularon algunos estudiantes fueron de gran valor para que los jóvenes que no lograban reconocer que era lo que ocurría, pudieran darse cuenta que el alambre conductor al conectarse a una fuente formaba patrones en la limadura de hierro como el imán lo hacía con la limadura de hierro.
- Las preguntas que más permitieron tal hecho que se acabó de mencionar fueron las siguientes: - ¿Por qué pasa eso al activar la batería?, ¿Que tan fuerte tiene que ser la corriente para comenzar a hacer distorsiones? o ¿Por qué se atrae la limadura de hierro?
- A partir de las respuestas de los estudiantes en la actividad desarrollada se continuó con la construcción de los saberes necesarios para la comprensión de la transformación del movimiento en electricidad, el conocimiento se concibe como la organización de las experiencias que tienen los sujetos en su interacción con el mundo. A partir de las cuestiones de los estudiantes, se reflexionó sobre los hechos y se sometió su experiencia a la comprensión del fenómeno de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asububel, D. (1963). *La teoría del aprendizaje significativo*.
- Bruner, J. (1995). *Desarrollo cognitivo y educación*.
- Bruner, J. (1995). *Desarrollo Cognitivo y Educación* . Morata.
- Campanario, & Aida, M. &. (1999). *Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*.
- Faraday, M. (1833). *Experimental Researches in Electricity*. Great Books 42.
- Fuchs, H. U. (2010). *The Dynamics of Heat. A unified approach to thermodynamics and heat transfer*. New York: Springer.
- Joseph, N. (1997). *Teoría y práctica de la educación* .
- Malagón, F. (20011). *El experimento en el aula*.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Un sentido para la enseñanza de las ciencias*.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). *La Actividad Experimental: Construcción de fenomenologías y procesos de formalización* . Bogotá : Praxis filosófica nueva serie .
- Malagón, F., Tarazona, L., & Ayala, M. (2008). *La actividad experimental para la enseñanza de las ciencias*.
- MEN, M. d. (2006). *Estandares básicos para la comprensión en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*.
- Pearce, W. (1927). *MICHAEL FARADAY A Biography*.
- Pearce, W. L. (1965). *Michael Faraday A Biography*. New york: Basic Books.
- Piaget, J. (1971). *Epistemología y psicología de la identidad*.
- Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética. tomo 2 el pensamiento físico*. En J. Piaget, *Introducción a la epistemología genética. tomo 2 el pensamiento físico*. (págs. 97-139). Buenos Aires: Paidós.
- Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética. Tomo 2. El pensamiento físico*.
- Pozo, I., & Gómez, M. (1920). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1920). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* . Madrid, España: Morata, S.L.
- Raymond, S. (2006). *FÍSICA*.
- Shamos, M. H. (1959). *Great Experiments in Physics. Firsthand Accounts from Galileo to Enistein*. New York: Dover Publications.
- Stone, M. (1998). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*.
- Stone, M. (1999). *La Enseñanza Para la Comprensión. Vinculacion entre la investigacion y la práctica* . Buenos Aires, Argentina : PAIDÓS.
- Viennot, L. (2001). *Razonar en física. La contribución del sentido común*.
- Viennot, L. (2002). *Razonar en física*. (M. J. Municio, Trad.) Madrid, Navalcarnero, España: A. MachadoLibros, S.A.
- Young, H. &. (2009). *Física Universitaria Con Física Moderna* . Mexico : Adison-Wesley.