



**PROPUESTA EXPERIMENTAL SOBRE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA PARA  
FORTALECER LA HABILIDAD ARGUMENTATIVA EN JÓVENES DE EDUCACIÓN  
BÁSICA SECUNDARIA.**

**Andrés Felipe Arias Gómez**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS:  
ENFOQUES DIDÁCTICOS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
BOGOTÁ, 2022**

**PROPUESTA EXPERIMENTAL SOBRE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA PARA  
FORTALECER LA HABILIDAD ARGUMENTATIVA EN JÓVENES DE EDUCACIÓN  
BÁSICA SECUNDARIA.**

**Andrés Felipe Arias Gómez**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN FÍSICA**

**ASESORA  
PROFESORA CARMEN EUGENIA FONSECA CUENCA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS:  
ENFOQUES DIDÁCTICOS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
BOGOTÁ, 2022**

*Agradezco:*

*A mí querida Ivonne y mi hijo Pedrito, quien con su amor y comprensión se convirtieron en la motivación que necesitaba para culminar esta bella etapa de mi formación académica.*

*A Mis padres, Marco y Graciela, quienes en el seno de su hogar y en medio de muchas dificultades me regalaron la mejor educación del mundo, aquella que se forja sobre los valores de la solidaridad humana.*

*A mis hermanos Marco y Paula, que se convirtieron en mis dos grandes referentes profesionales, amigos y mejores consejeros.*

*Al Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, a todos los maestros y maestras que acompañaron mi proceso de formación como docente investigador en enseñanza de las ciencias y especialmente a la profesora Carmen Eugenia Fonseca, quien me acogió como su alumno, me aconsejó y acompañó con sus conocimientos y consejos en el desarrollo de este trabajo investigativo, me siento muy honrado de haber podido contar con su valiosa ayuda.*

*A mis amigos Fabio Morales, Karen Muñoz, John López Valencia, todos mis compañeros y profesores de la línea de investigación enseñanza y aprendizaje de las ciencias enfoque didácticos, quien con sus aportes y consejos enriquecieron este trabajo de investigación.*

*Al profesor Ronal Callejas, quien con su conocimiento y consejos aportó de forma significativa en el desarrollo de esta investigación, además de todo ello, se convirtió con el paso de los días en un referente profesional y ejemplo a seguir en mi futura labor docente.*

*A la profesora Sandra Forero, que además de enseñarme física y pedagogía, sembró en mí, lecciones que me acompañaran el resto de la de vida.*

## CONTENIDO

Introducción.

### CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1 Planteamiento del problema.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

1.2.2 Objetivos específicos.

1.3 Justificación.

1.4 Antecedentes.

### CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.

2.1 Michael Faraday y su relación con la ciencia.

2.2 Reflexión Histórico-crítica del desarrollo del concepto de campo.

2.3 Características de la cosmovisión metafísica de Faraday.

2.4 La argumentación, habilidad esencial del pensamiento.

2.5 Estrategia didáctica.

### CAPITULO 3: ELABORACIÓN DE EXPERIMENTOS Y PROPUESTA DIDÁCTICA.

3.1 Construcción de experimentos.

3.2 Cartilla educativa: “Jugando, aprendemos electricidad & magnetismo”.

### CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1 Metodología.

4.2 Resultados, sesión I, II y III: Actividades, objetivo de la actividad y percepciones de aula.

4.3 Reflexiones pedagógicas *¿Evaluar lo aprendido o evaluar para aprender?*

### CONCLUSIONES.

Referencias bibliográficas.

ANEXOS.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado se desarrolla una estrategia didáctica orientada a jóvenes que se encuentren cursando sus estudios en educación básica secundaria, por medio de la cual se busca aproximarlos a la comprensión del fenómeno de inducción electromagnética, estudiado en el transcurso del siglo XIX, de manera tal, que muchas de las habilidades del pensamiento como la observación, el análisis y la descripción, se fortalezcan con el desarrollo de las actividades que se proponen para realizar en aula de clase; particularmente la habilidad argumentativa, eje transversal de este trabajo de investigación.

Por medio de la implementación de la estrategia didáctica se buscan más y mejores producciones escriturales realizadas por los estudiantes, que les permita elevar su nivel de comprensión y argumentación alrededor del fenómeno de estudio, la inducción electromagnética. Se encontrarán aspectos conceptuales de tipo disciplinar y pedagógico que fueron esenciales para la construcción de la estrategia didáctica.

El concepto de campo es presentado en este documento, en una reflexión de tipo histórico-crítica, y resulta fundamental para la comprensión del fenómeno físico. En dicho apartado, se encuentran posturas o concepciones que en algún momento fueron consideradas como metafísicas, -que se desarrollaron en diferentes periodos de tiempo- como las presentadas por Descartes, Kant, Bosovich, Coulomb, Ampere, Oersted, entre otros científicos que trabajaron arduamente consolidando los fundamentos teóricos del concepto y que finalmente sentaron las bases del trabajo experimental que desarrollaría Michael Faraday a mediados del siglo XIX. La reflexión histórico-crítica se basa en el libro escrito por William Berkson, *“Las teorías de los campos de fuerza”*.

Cuatro capítulos conforman este trabajo de investigación. El primero de ellos es, la contextualización del problema, allí, se encuentran las razones que motivaron al maestro en formación a desarrollar la presente investigación, los objetivos y la justificación de la misma.

En el segundo capítulo se encuentra el marco teórico, compuesto por dos ejes fundamentales que están relacionados entre sí, el eje disciplinar, en el que encontramos la reflexión histórica mencionada con anterioridad y lo importante que es el experimento en el desarrollo de la física, que no es ajeno a los desarrollos en el aula de clase. El segundo eje es el pedagógico, donde se habla de la relación que existe en el aula de clase entre el experimento y el desarrollo o fortalecimiento de los procesos argumentativos, pues el experimento se puede llegar a convertir en un elemento indispensable y significativo a la hora de fortalecer las habilidades del pensamiento científico en jóvenes de educación básica secundaria.

En el tercer capítulo se encuentra el desarrollo del material experimental y el diseño e implementación de la estrategia didáctica. “*Jugando, aprendemos electricidad & magnetismo*” es el nombre de la cartilla que se ha desarrollado para que pueda ser implementada en el aula de clase. En ella los estudiantes encontrarán una breve introducción, seguida de fotografías de los montajes experimentales con sus respectivas actividades, las cuales se deben desarrollar sobre la cartilla de trabajo.

En el cuarto capítulo, se registraron los análisis de los resultados producto de la implementación desarrollada en aula de clase. En un apartado diferente se encuentran las conclusiones que se obtuvieron después de haber realizado un proceso reflexivo sobre el análisis de los resultados en este trabajo de investigación.

## **CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La educación es un pilar fundamental para el desarrollo de una sociedad, así que no es extraño encontrarse frecuentemente con un debate que a todo ciudadano compete, la calidad educativa, en Colombia, dicha cualidad está directamente relacionada con el sistema de calificaciones circunscrito en el sistema escolar, este es uno de los problemas más grandes de la escolaridad en nuestro país, respecto a este planteamiento, Estanislao Zuleta (1985) manifestó que...

“desde la primaria al estudiante se educa en función de un examen, sin que la enseñanza y el saber le interesen o se relacionen con sus expectativas personales (...) cuando termina los estudios, el individuo no sale a expresar sus inquietudes, sus tendencias o sus aspiraciones, sino a engancharse en un aparato o sistema burocrático que ya tiene su propio movimiento, y que le exige la realización de determinadas tareas o actividades sin preguntarle si está de acuerdo o no con los fines que se persiguen”. (Suárez, 1995, pág. 20)

En el artículo 11 de la Ley 115 de 1994 (*Ley General de Educación*) se establecen los tres niveles de la educación formal, el preescolar, la educación básica y la educación media. La educación básica se divide en dos ciclos, educación básica primaria y educación básica secundaria, lo que comúnmente conocemos como bachillerato está conformado por los 4 grados de la educación básica secundaria y los dos grados de la educación media. Paradójicamente la educación que llamamos básica, se convirtió en educación muy especializada, y el bachillerato

se convirtió en algo muy confuso; en entrevistas concedidas por Estanislao Zuleta (1985), él, menciona que el bachillerato se había convertido en “una ensalada extraordinaria de materias diversas (geografía, geometría, “leyenda patria”, etc.) que el estudiante consume durante años hasta que, en el examen de Estado, se libera por fortuna de toda aquella pesada carga de información y confusión”. (Suárez, 1995, pág. 9).

Es por ello que, se hace necesario buscar alternativas para que, desde las diferentes áreas del conocimiento y en todos los niveles educativos que hacen parte del sistema de escolarización, se encuentre la manera de integrar el trabajo de todos los docentes alrededor de un proyecto común como lo puede ser el de desarrollar y potenciar habilidades básicas y transversales, como lo son las habilidades comunicativas, en especial el desarrollo de la habilidad argumentativa, fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje relacionados con tópicos de las ciencias naturales.

Una de las dificultades que existen en la enseñanza de las ciencias en la escuela, “es el de una pedagogía dominada por la metáfora de la enseñanza como <conducto>. Ésta es la idea de que la comunicación es un proceso de una sola vía en el cual los profesores se ven a sí mismos como diseminadores didácticos del conocimiento” (Osborne, 2007, pág. 156).

Los conocimientos científicos se presentan como objetos, que deben ser transmitidos entre sujetos y en la mayoría de los casos son presentados como verdades absolutas, que no se cuestionan, no se debaten, y solo se comunican. Este modelo didáctico se enmarca en la teoría pedagógica positivista por medio de la cual se concibe la comunicación en el aula como un medio de transmisión de saberes con un único sentido, como lo ha señalado Martín Nystrand “a lo ancho del globo terrestre los profesores hablan y los estudiantes escuchan” (Osborne, 2007, pág. 157).

Volver a lo esencial es fundamental, hacer de la escuela un lugar donde se desarrollen y fortalezcan las habilidades del pensamiento como lo son observar, analizar, describir, razonar, realizar conjeturas, desarrollar competencias comunicativas orales y escriturales, es muy importante para los procesos escolares. Todas estas habilidades del pensamiento se pueden trabajar de forma implícita si se fortalece la habilidad argumentativa, competencia transversal en el proceso educativo, y que según Osborne necesita ser explícitamente enseñada.

La enseñanza de las ciencias naturales, y la Física en particular, no son ajenas a este propósito, y esa es la razón de ser de este trabajo de investigación, que propone llevar actividades experimentales al aula de clase, buscando que dichas experiencias sean significativas para los

educandos. Específicamente se trabajará con el fenómeno de la inducción electromagnética que es considerado como uno de los fenómenos más importantes en la historia del desarrollo de las ciencias, pues fue el que dio paso a una revolución no solo científica sino tecnológica que permitió a las sociedades contemporáneas disfrutar de muchas de las comodidades que se tienen hoy día. Por medio de este tópico disciplinar, se busca propiciar el análisis y la interpretación del experimento, que contribuya al desarrollo de la habilidad argumentativa y otras habilidades fundamentales, teniendo en cuenta que, una escuela donde se trabaje de manera conjunta en el desarrollo de dichas habilidades básicas sería “un lugar donde nos eduquemos en los valores de la dignidad y la solidaridad humana” (Magendzo, 1997, pág 17).

Con base en la problemática que se ha descrito, e intentando aportar elementos en su solución, se plantea la siguiente pregunta que orientará este ejercicio investigativo:

*¿Cómo fortalecer procesos argumentativos en jóvenes de educación básica secundaria, a partir del abordaje de experimentos en torno a la ley de inducción electromagnética?*

## **1.2 OBJETIVOS:**

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se plantean los siguientes objetivos:

### **1.2.1 Objetivo General.**

- Fortalecer procesos argumentativos en jóvenes de educación básica secundaria, a través del desarrollo de experimentos sobre la ley de inducción electromagnética.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- Establecer el estado inicial de las producciones argumentativas del grupo de estudio sobre los cuales se trabajará en el fortalecimiento de los procesos argumentativos a través del abordaje de experimentos de aula entorno al fenómeno de inducción electromagnética.
- Diseñar una cartilla orientada a estudiantes de educación básica secundaria, como guía para el abordaje de algunos montajes experimentales, que permita potencializar el desarrollo de la habilidad argumentativa por medio de experiencias sensoriales en torno al fenómeno de la inducción electromagnética.
- Implementar una estrategia de aula, con base en los experimentos propuestos en la cartilla diseñada, por medio de la cual se fortalecerán habilidades transversales como la argumentación entre otras.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN.

Esta investigación se justifica desde diversos ámbitos. En primer lugar, en los lineamientos curriculares para el área de ciencias naturales, el Ministerio de Educación Nacional [MEN], plantea que el objetivo de la educación en ciencias es:

“Que el estudiante desarrolle un pensamiento científico que le permita contar con una teoría integral del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral, equitativo y sostenible que le proporcione una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza armónica con la preservación de la vida en el planeta.” (MEN, 1998, pág. 66)

Desde esta perspectiva, para cumplir el objetivo establecido en los lineamientos curriculares en ciencias, es primordial que los estudiantes reconozcan la física como una ciencia presente en la naturaleza, pero al mismo tiempo una ciencia implícita en los contextos sociales y que se relaciona de forma directa con los problemas que rodean su comunidad.

Si se considera lo que se hace en el aula, nos encontramos con que no existe una claridad suficiente acerca de para qué se enseña ciencias, de tal suerte que la práctica muchas veces se reduce al seguimiento puntual de un texto, o al cumplimiento de un plan de estudios (Segura, 2007, pág. 2).

El experimento, se convierte entonces, en un recurso interesante dentro de las dinámicas propias del aula de ciencias, ya que adquiere un papel fundamental en el proceso de formación de ciudadanos, pues es una herramienta interesante a la hora de trabajar el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes. Sobre ello Hodson, D. (1994, pág. 305), dice que:

“Cualquier método de aprendizaje que exija a los aprendices que sean activos en lugar de pasivos concuerda con la idea de que los estudiantes aprenden mejor a través de la experiencia directa, por lo que podría ser descrito como trabajo práctico”.

Un segundo ámbito, es el fortalecimiento del desarrollo de las habilidades transversales, no solo dentro del contexto educativo, sino para la vida misma. Es fundamental desarrollar procesos de pensamiento que lleven a los estudiantes a la construcción de argumentos sólidos, la comprensión de conceptos y la cualificación del razonamiento cognitivo.

Para ello, se hace necesario, presentar los tópicos de manera diferente, ya que, desde la enseñanza de las ciencias naturales, el conocimiento científico se ha presentado de forma tal que no existe la posibilidad de recrear escenarios controversiales, donde se pueda cuestionar libremente lo que se presenta. Esto se debe a una situación bastante particular, una vez la comunidad científica

llega a consensos, la ciencia no se debate, y se presenta como una construcción acabada y no existe la posibilidad de equivocación. Precisamente eso es lo que se busca en este trabajo de investigación, proponer alternativas, donde el concepto de ciencia sea transformado de hechos no debatidos ni cuestionados a afirmaciones debatibles, cuestionables y controversiales, en un escenario que por excelencia debería ser democrático, ese escenario es la escuela. En este momento es pertinente citar el parafraseo de (Suárez, 1995, pág. 46) respecto a lo que en su momento planteó Estanislao Zuleta “pero se habla de democracia no como el gobierno de la mayoría, se considera la democracia como el acto de dejar que los otros existan y se desarrollen por sí mismos”.

“Argumentar es un proceso que necesita ser explícitamente enseñado a través de proporcionar una actividad apropiada, apoyo y modelación” (Osborne, 2007, pág. 162).

En esta propuesta investigativa, se busca el desarrollo de la habilidad argumentativa utilizando la ley de inducción electromagnética, enunciada por Michael Faraday, como eje principal; poniendo en el centro de la propuesta los posibles análisis e interpretaciones de experimentos, dado que, en el contexto de la enseñanza de las ciencias, y de la Física en particular, el papel de la práctica experimental resulta relevante.

En este punto, es importante resaltar las palabras de (Malagón Sánchez, Ayala Manrique, & Sandoval Osorio, 2013, pág. 14) quienes resaltan el trabajo experimental en el aula de clase de la siguiente manera “Es importante enfatizar que en un experimento se producen una serie de efectos sensibles guiados por la comprensión que se tiene de estos; en tal sentido, el experimento es un espacio de producción de fenómenos”.

Desde esta perspectiva debemos tener en cuenta que toda actividad experimental tiene que ir acompañada de descripciones puntuales de los fundamentos disciplinares del fenómeno estudiado, para que dentro de las actividades de socialización se puedan encontrar explicaciones coherentes a los fenómenos observados.

#### **1.4 ANTECEDENTES.**

Entre los trabajos de investigación revisados, se resaltan cuatro que se encuentran en el Centro de Documentación del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, y constituyen un antecedente de especial relevancia para esta investigación, gracias a los aportes y el nivel de profundización que desarrollan en cuanto a experimentación y desarrollo de habilidades del pensamiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje, estos son:

- Aprender y enseñar a argumentar: Una secuencia de enseñanza alrededor del fenómeno de movimiento de proyectiles (Moreno, 2013). El autor trabaja la teoría de la argumentación desde diferentes percepciones, primeramente, en la sociedad, seguido de la relevancia de la teoría argumentativa en las comunidades científicas y finalmente la importancia del desarrollo de todas las habilidades circunscritas alrededor de esta competencia en un entorno escolar.
- Diseño de experimentos para la enseñanza de los conceptos de carga eléctrica y campo eléctrico (Uribe, 2014). Trabajo que sirvió como punto de partida de esta investigación, ya que allí se encuentran registradas experiencias de enseñanza a estudiantes de tercer semestre de la licenciatura en Física de la UPN, sobre los conceptos de carga y campo eléctrico desde tres perspectivas fundamentales, perspectiva disciplinar, pedagógica y experimental.
- Desarrollo de habilidades del pensamiento científico en estudiantes sordos de grado séptimo de aula integrada (Callejas, 2008). En este trabajo investigativo se presenta una estrategia didáctica por medio de la cual se propone el desarrollo de habilidades del pensamiento –particularmente observación y análisis- de estudiantes sordos de grado séptimo de la Institución Educativa Ricaurte del municipio de Soacha, teniendo como referencia algunos fenómenos ópticos.
- Estudio de la electricidad desde los trabajos realizados por Michael Faraday: Historia y Experimentación en el aula (Candia, 2019). Trabajo que resalta la importancia de implementar dinámicas escolares donde se presente la historia de los grandes descubrimientos de la ciencia, el contexto bajo el cual se desarrollaron y las implicaciones que dichos acontecimientos generaron en su momento.

También se resaltan algunos trabajos de investigación en el ámbito nacional, que aportan elementos significativos:

- Revista góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, Experimento: Una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. (Ubaque, 2007), Bogotá U.D Francisco José de Caldas.

## **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.**

En este capítulo, se abordarán conceptos disciplinares y pedagógicos que fundamentan este ejercicio investigativo, dos son los ejes sobre los cuales reposa la construcción del marco teórico de este trabajo: Un eje disciplinar, en el que se hace una contextualización histórica sobre el

desarrollo del concepto de campo y como se parte del mismo para construir una nueva teoría que explique fenómenos eléctricos, magnéticos y otros fenómenos físicos; el segundo eje se refiere a las habilidades del pensamiento, y como estas pueden ser fortalecidas mediante el uso de experimentos en el aula de clase, particularmente la habilidad argumentativa. Finalmente se encontrará con el desarrollo de una estrategia didáctica que decanta en la creación de una cartilla, en la que se presentan una serie de experimentos sobre inducción electromagnética, y se proponen una serie de actividades, con la intención de fortalecer la habilidad argumentativa en jóvenes de educación básica secundaria.

La historia debería convertirse en un pilar fundamental e imprescindible en el estudio de las ciencias naturales, su vinculación en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas escolares más que esencial es necesaria por múltiples razones, según Michael R. Mathews (1994, pág. 258) una de ellas puede ser el grado de comprensión de los problemas que tienen que confrontar los científicos en muchas ocasiones y que finalmente decantan en la construcción de una o varias teorías. Conocer la historia también ayuda a establecer una relación que es trascendental para las sociedades y es la manera en la que se construye el conocimiento, la forma en la que se aprende y como se consolida, para esta investigación en particular, la historia se convierte en un eje fundamental porque abre un mundo inmenso de posibilidades para vincular el conocimiento científico con las dinámicas escolares. Para el científico austriaco Erwin Schrodinger (1956, pág. 132):

“La historia es la más fundamental de las ciencias, porque no hay conocimiento humano que no pierda su carácter científico cuando los hombres olvidan las condiciones en que fue originado, las preguntas a las que respondió y las funciones para las cuales fue creado”.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en el contexto escolar se desarrolla bajo una serie de lineamientos a históricos, el contenido generalmente es presentado como una receta de cocina, donde se siguen unos pasos predeterminados y se espera que los estudiantes cumplan con algunos objetivos, un ejemplo de ello es la enseñanza tradicional del electromagnetismo, “la forma como los textos presentan una temática dada es un buen indicio de la manera como es enseñada determinada asignatura” (Arteaga, 2012, pág. 76) esta presentación de contenidos de manera historiográfica está muy lejos de los propósitos esenciales de la enseñanza de las ciencias, pues la formación de ciudadanos críticos, analíticos, reflexivos y propositivos queda supeditada a otros intereses sociales que son propios de la política social del momento, sobre este tema Orozco J, afirma que:

“En la enseñanza de las ciencias, y en la mayoría de los textos se expresa un vasto

desconocimiento de la historia de las ciencias, por demás, los conceptos suelen ser incorporados como entidades teóricas inmutables y absolutas, produciendo como consecuencia la ausencia de criterios para valorar la articulación de teorías”. (Orozco, 2005, Pág. 7).

Existen otras formas de vincular la historia (diferente a la histórico-gráfica) con el contenido científico que se presenta en el aula de clase, los estudios histórico-críticos son una alternativa muy interesante, pues la idea principal de exponer el contenido científico desde esta perspectiva radica en no presentar los tópicos como verdades absolutas; Richard Feynman en una conferencia del año 1969 –llamada, What is science?- afirma que:

“la ciencia es dudar de la veracidad de lo que nos es transmitido del pasado y tratar de determinar ab initio nuevamente esas situaciones a partir de la experiencia, en vez de admitir las experiencias del pasado tal cual como nos llegan”

“Los análisis histórico-críticos adelantados y los hallazgos de las propuestas pedagógicas diseñadas e implementadas contribuyen a superar las clásicas perspectivas inductiva y deductiva sobre las cuales están estructurados los cursos de ciencias”. (Romero, 2017, pág. 15).

El uso de los análisis histórico-críticos y la experimentación contextualizada, desempeñan un rol importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje, de manera tal que las reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias naturales se conviertan en ese vínculo inseparable entre el aprendizaje de las ciencias y la cultura de los estudiantes, ya que son innumerables los beneficios que se pueden obtener al hacer uso de dichos análisis y prácticas experimentales, ejemplo de ello son los hallazgos de las propuestas pedagógicas diseñadas e implementadas, por medio de las cuales se ha concluido que el uso de los análisis histórico-críticos ayudan a los estudiantes a dimensionar el valor cultural de aprender ciencias naturales, adicionalmente se constituye una producción intelectual valiosa, que debería hacer parte de la formación integral de los ciudadanos para tomar decisiones consientes e informadas sobre temas técnicos y científicos de interés social. Para el orientador de las sesiones el uso de los análisis trae un valor añadido ya que las clases se pueden llegar a convertir en un foco de ideas, recursos y producciones escriturales que ayuden no solo a diseñar, sino también a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase.

Pero también existe otra forma de relacionar la historia con el contenido científico, bajo estos lineamientos las ciencias naturales se muestran como una actividad desarrollada por seres humanos, y se busca mostrar a la ciencia como una construcción de conocimientos que no es ajena al día a día de los estudiantes y que no está por encima de otras formas culturales de conocimiento.

La perspectiva histórico-cultural de las ciencias, intenta aproximar la ciencia a la población

como una actividad humana y no como una actividad ininteligible desarrollada por personas altamente especializadas. Desde esta perspectiva se busca promover espacios de reflexión donde se dialoguen aspectos relacionados con el desarrollo de las imágenes o teorías científicas, ¿Cómo?, ¿dónde y por qué nacieron?, ¿Cuál fue el contexto social, geográfico, cultural, etc... en el que se desarrollaron? ¿Quiénes participaron en el desarrollo de dichas construcciones? ¿Cómo afectan mi entorno todos aquellos conocimientos científicos estudiados? Abordar algunos de estos interrogantes contribuye significativamente en la tarea del maestro para intentar humanizar las ciencias, que es un propósito muy ambicioso, y para el cual se necesita mucha preparación, una pequeña dosis de rebeldía, pero, sobre todo, se necesita trascender del texto escolar al laboratorio natural que es por excelencia el lugar en el que se desarrollaran las sesiones de clase.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario en este trabajo de investigación abordar algunos aspectos importantes de la obra de Michael Faraday.

### **2.1 Michael Faraday y su relación con la ciencia.**

Los historiadores describen a Michael Faraday de una manera muy particular, su historia más que increíble es inspiradora, nació en el seno de una familia sencilla, su padre era herrero y como era de esperarse su paso por la escuela fue fugaz, a los 14 años, el joven Faraday trabajaba como aprendiz de un encuadernador, era una bonita oportunidad para poder acercarse a múltiples áreas del conocimiento, sin embargo había algo en los temas científicos que causaban su total admiración, en especial, aquellos temas relacionados con fenómenos eléctricos despertaban gran interés y curiosidad en Faraday. En el año de 1813, con 20 años de edad comenzó a trabajar como ayudante en el laboratorio de un reconocido miembro de la real sociedad de Londres para el avance de la ciencia natural -en inglés Royal Society of London for Improving Natural Knowledge- o más conocida como la Royal Society, su destreza con los experimentos, su trabajo en el laboratorio y sus cualidades científicas eran tan buenas, que pronto dejó de ser ayudante, con el propósito de desarrollar trabajos propios. “Trabajos que recopiló en un documento al que llamo Experimental Researches in Electricity” y en el “Diary” de investigación que llevó sin interrupción durante toda su vida” (Berkson, 1985, Pág.38).

Transcurría el siglo XVIII, por aquellos años existía una imagen dominante del universo, la teoría corpuscular de la materia y la acción a distancia propuesta por Issac Newton había logrado posicionarse como la obra cumbre del pensamiento humano, pues no solo explicaba los movimientos de los cuerpos sobre la tierra, la teoría del movimiento de Newton trascendió a la explicación de los fenómenos celestes, corroborando el trabajo desarrollado por Tycho Brahe, y

dando explicaciones lógicas y coherentes a las tres leyes de Kepler, la teoría de la gravitación universal de Newton era tan poderosa y popular dentro de la comunidad científica, que muchos de los pensadores fieles a esta imagen de la naturaleza, buscaban la manera de hacer que fenómenos eléctricos, magnéticos incluso nucleares se pudieran acomodar de alguna forma en las ideas newtonianas. Sin embargo, en la primera mitad del siglo XIX, a científicos como Faraday les causaba mucha curiosidad el hecho de que la teoría de la acción a distancia presentara serias limitaciones a la hora de explicar los fenómenos naturales anteriormente mencionados; la devoción científica hacia la obra de Newton era tan grande que pocos científicos tenían el valor de confrontarla, y los fenómenos eléctricos, magnéticos y todos aquellos que no encajaran de forma adecuada en la teoría newtoniana eran considerados fenómenos ajenos al objeto del estudio de las ciencias de la época, tal vez se podrían calificar como fenomenología metafísica.

Entonces, fue en aquellos días, donde la manera de aproximarnos al conocimiento tuvo un giro de 180°, pues veníamos de una época en la que esos acercamientos llegaban de una forma particular, científicos como Galileo o el mismo Newton intentaban deducir los secretos de la naturaleza proponiendo experimentos e intentando encontrar explicaciones lógicas a los fenómenos observados. Pero siglos después, en tiempos de Faraday, las cosas ya habían cambiado, ya no eran los físicos los que proponían experimentos, ahora se descubrían nuevos fenómenos naturales por medio de experimentos a los que se llegaba de manera fortuita -ejemplo de ello es el experimento de Oersted- y luego se intentaban buscar explicaciones lógicas y coherentes a los fenómenos observados, es decir por medio de los azares de la vida, la naturaleza presentó nuevos interrogantes, en los que la comunidad científica trabajaría para develar los misterios que se escondían detrás de dichos experimentos.

“Christian Oersted, quien además de haber obtenido aluminio puro es célebremente reconocido por haber observado que la aguja de una brújula se desvía cuando se le coloca cerca de un alambre que lleva corriente. Este importante descubrimiento fue la primera evidencia de la relación entre fenómenos eléctricos y magnéticos”. (Serway, 2009, pág. 169).

Por aquellos días los únicos dispositivos que eran capaces de producir corriente eran las baterías voltaicas, -que trabajaban mediante disolución de metales en sustancias ácidas- basándose en el descubrimiento de Oersted la pregunta era inevitable, si se puede generar magnetismo a partir de electricidad ¿se puede llegar a generar electricidad a partir de magnetismo?

A Faraday, sus razonamientos lógicos lo llevaron a desarrollar descubrimientos que a su vez lo condujeron a nuevos interrogantes sobre la naturaleza de las cargas eléctricas, todas esas hipótesis y conjeturas finalmente decantarían en la creación de una nueva teoría científica, una

nueva imagen del universo que trascendería a muchas otras áreas más de las ciencias naturales.

“En 1831, Michael Faraday en Inglaterra y Joseph Henry en Estados Unidos, cada uno trabajando de forma independiente sin tener noticia del otro, descubrieron un fenómeno que cambiaría la historia del mundo. ¡Se puede producir electricidad a partir de magnetismo!” (Hewitt, 2007, Pág. 477).

Faraday publicó su descubrimiento, y la forma en la que describió el mecanismo bajo el cual funcionaba ese experimento fue maravillosa. La teoría de campos de Faraday no solo fue bella, sino que también fue trascendental para la construcción de la teoría clásica del electromagnetismo que James Clerk Maxwell desarrollaría en la segunda mitad del mismo siglo.

“Los problemas de Faraday, sus experimentos y sus teorías forman parte de un mismo proceso” (Berkson, 1995, Pág. 50).

Sin duda alguna Faraday es uno de esos huéspedes honorables que han pasado por este planeta, sin él, sin sus desarrollos experimentales y sin su picardía para explicar los fenómenos físicos, el mundo tal vez no sería, como lo conocemos hoy día, es importante para los ciudadanos del futuro conocer historias como la de Michael Faraday, y comprender que se puede llegar a ser un gran científico si se trabaja con pasión y sobre todo, si la curiosidad que inunda nuestras vidas en las primeras etapas de desarrollo sigue imperante a lo largo de toda la vida.

## **2.2 Reflexión Histórico-crítica sobre el desarrollo del concepto de campo.**

Desde tiempos inmemoriales, la humanidad se ha cuestionado sobre secretos que de alguna u otra manera nos esconde la naturaleza, el cómo, el cuándo, el porqué y el dónde, han estado presentes desde siempre.

La curiosidad nos ha llevado en busca de dichos secretos, que no son objeto de estudio único de las ciencias, también lo son de muchas religiones. Las explicaciones difieren mucho las unas de las otras, pero si en algo convergen la ciencia y la religión es que ambas intentan develar los secretos que nos esconde la naturaleza.

“La curiosidad exige que formulemos preguntas que intentemos enlazar las preguntas con los conocimientos previos y que tratemos de entender los fenómenos a partir de conjeturas científicas elementales y fuerzas también elementales que actúan en una variedad indefinida de combinaciones” (Feynman, 1963, págs. 2-1).

Fueron muchos los debates que se desarrollaron a comienzos del siglo XV sobre el movimiento de los planetas, el centro de la discusión radicaba en comprobar si realmente ellos se

movían alrededor del sol o no, Tycho Brahe (1546 – 1601) astrónomo danés considerado como el más grande observador del cielo (antes de que el telescopio fuese inventado), tuvo una idea que fue diferente a las que antiguamente habían propuesto los pensadores, dicha idea cambiaría las reglas del juego para siempre, básicamente la genialidad de su idea radica en “que para descubrir algo es mejor realizar algunos experimentos cuidadosos que continuar con el desarrollo de profundos argumentos filosóficos”(Feynman, 1963, Pág. 7-2).

Posteriormente Brahe dedicaría su vida a realizar cuidadosas mediciones de las posiciones de los planetas, trabajo que sirvió como base a Johannes Kepler (1571 – 1630) para proponer las tres leyes que describen el movimiento de los planetas del sistema solar. El trabajo de Brahe fue un primer paso en la construcción de lo que hoy día se conoce como el método científico, fue así como se empezó a ver el universo de una nueva forma, con mayor nivel de objetividad, siempre con la intención de encontrar los secretos que esconde la naturaleza.

En esa nueva etapa, la experimentación desempeñó un papel crucial, la humanidad transitó del pensamiento filosófico al pensamiento científico, pero ¿cómo lo hizo? Después de la sugerencia realizada por Brahe, se pensó en una manera que fuese más apropiada para desarrollar contenido científico, el propósito era tomar distancia respecto a los razonamientos filosóficos desarrollados tiempo atrás y encontrar un método que permitiera más objetividad a la hora de realizar afirmaciones en busca de la verdad, el método no es tan complicado de comprender, inicialmente se realiza una pregunta sobre el fenómeno que se desee estudiar, seguido de ello observamos el fenómeno detenidamente, es muy importante observar cada uno de los detalles y tratar de recoger la mayor cantidad de información posible que nos permitan desarrollar análisis minuciosos sobre el fenómeno de estudio, posteriormente se plantean una o varias suposiciones o hipótesis, por medio de las cuales se trata de encontrar una explicación lógica y coherente del fenómeno, seguido de ello viene lo más importante, la experimentación, quien es la encargada de validar o no las hipótesis que se habían planteado con anterioridad, si las hipótesis son correctas, se puede formular una ley, de lo contrario se debe persistir en develar los secretos que se están buscando, y es así como la ciencia ha venido funcionando durante los últimos 500 años, desde época de Galileo Galilei. “La única prueba de la validez de cualquier idea es el experimento” (Feynman, 1963. Págs. 2-9).

El método ayudó a refinar los análisis, las caracterizaciones y las descripciones de los fenómenos fue mucho más pulcra, objetiva y bella, la forma de producir conocimiento cambió para siempre y las generaciones venideras lograron consolidar un método que se perfeccionó con el paso del tiempo. Realizar conjeturas e hipótesis que estuvieran sujetas de ser validadas por medio de

procesos experimentales -experimentos replicables- fue trascendental para construir teorías que explicaran de forma coherente los fenómenos observados, adicionalmente se trabajó arduamente para que por medio de la ciencia se pudieran predecir eventos en el tiempo.

En el siglo XIX la forma de conocer la naturaleza mutó, durante este periodo de la historia los científicos ya no eran los que proponían los fenómenos a estudiar, fue la misma naturaleza la que presentó nuevos fenómenos que no se podían explicar con las leyes hasta entonces descubiertas, en esta nueva forma de establecer relaciones con la naturaleza, los problemas cumplen un papel esencial, sirven como guía para la investigación científica. Este es el caso de la teoría de campos.

Las historias de los hombres que estuvieron detrás de estos desarrollos científicos son verdaderamente interesantes, dignas de repasar una y otra vez, la recursividad, la creatividad, el amor por el conocimiento, entre muchas otras cualidades, son el común denominador de muchos de los personajes que participaron de manera explícita e implícita en la creación de esta imagen científica.

En la antigua civilización griega, existieron personas que fueron pioneros en ofrecer explicaciones sobre algunos fenómenos naturales. Sus explicaciones se basaron en la razón y sus pensamientos se reflejaron en leyes que perduraron por muchos siglos. El movimiento de los cuerpos, y la manera en la que interactuaban siempre fue motivo de cuestionamientos, preguntas como la siguiente, ¿Cómo un cuerpo puede actuar sobre otro? fueron motivo de cuestionamientos en los que trabajaron pensadores como Demócrito, Leucipo, Sócrates, Tales, Platón, Aristóteles, Heráclito entre muchos otros filósofos naturales, algunos de ellos se atrevieron a desarrollar y publicar soluciones interesantes, por ejemplo, Aristóteles que estudió el fenómeno de la caída de los cuerpos, afirmaba que las cosas más grandes y pesadas caían más rápido que las pequeñas y ligeras, en otras palabras que la velocidad de la caída era equivalente a la masa de los cuerpos, -transcurrieron muchos siglos para que Galileo desmintiera esta hipótesis- por otro lado Demócrito y Leucipo considerados como los padres del atomismo, desarrollaron la idea de “la sustancia material constituida por corpúsculos elementales” (Milani, 2016, Pág 47), ellos decían que todos los átomos tenían las mismas propiedades básicas y variaban en forma, tamaño y movimiento, explicaron la interacción entre los cuerpos por contacto entre átomos. Desde aquella época la interacción entre los cuerpos ya era considerado como un problema filosófico, que posteriormente mudaría al área de las ciencias; “como todo cambio ha sido reducido al movimiento de objetos, su interacción ha de

ser el mecanismo casual básico, o ley” (Berkson, 1985, Pág. 23). Estas ideas, que nacieron en la antigua Grecia influyeron de forma significativa en los planteamientos de los problemas científicos siglos más tarde, precisamente en el periodo de tiempo que lleva el nombre de “el renacimiento”, pensadores como René Descartes (1596 – 1650) o Galileo Galilei (1564 – 1642), contribuyeron en el desarrollo de nuevas ideas para construir explicaciones alternativas a los antiguos cuestionamientos griegos. Descartes, pensaba en un mundo lleno de materia, y explicaba la interacción entre cuerpos de manera similar a como lo pensaba Demócrito, como acciones entre cuerpos por medio de contacto directo o indirecto, Descartes describía la interacción entre imanes por medio de flujos invisibles de materia, dicho flujo salía del imán y volvía a él.

A Faraday, -al igual que muchas personas- le causaba curiosidad los fenómenos eléctricos y tenía un presentimiento, él intuía que el estudio de estos fenómenos podrían contribuir de manera significativa en la construcción de una idea más general de la naturaleza, su arduo trabajo en el desarrollo de la teoría de campos decantó décadas más tarde en el surgimiento de una revolución tecnológica, la energía eléctrica cambiaría para siempre la forma de vivir de las sociedades, pero no solo esto, adicionalmente se obtuvo una nueva forma de explicar los fenómenos naturales adyacentes a nuestro entorno y superar en gran medida el modelo newtoniano que durante el transcurso de más de dos siglos fue considerado como el símbolo de una nueva era de la civilización.

En el transcurso de las primeras décadas del siglo XIX, cuando Faraday comenzó su formación en ciencias, la imagen con mayor grado de aceptación dentro de la comunidad científica era la acción instantánea y a distancia formulada por Newton, pero también existían formas alternativas de pensamiento al modelo newtoniano, un ejemplo de ello son las concepciones de Descartes y Leibniz, que no tenían el andamiaje matemático propio de las explicaciones newtonianas, pero ofrecían alternativas para poder explicar la razón de ser de determinados fenómenos. La imagen newtoniana estaba relacionada con el pensamiento de Demócrito, el mundo está constituido por corpúsculos sólidos, y espacio vacío, pero Newton agregó un elemento nuevo a esta concepción; la fuerza, entonces cada corpúsculo tiene una característica particular, pueden actuar a distancia, y tienen la propiedad de ejercer fuerzas directa e indirectamente sobre los otros cuerpos del universo de hecho, Newton desarrolló la mecánica y la teoría de la gravitación universal basándose en esta cosmovisión del universo, pero ¿En qué consiste la ley de la gravitación universal? consiste en que “todo objeto en el

universo atrae a todo otro objeto con una fuerza que para dos cuerpos cualesquiera es proporcional a la masa de cada uno y varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre ellos”(Feynman, 1963, Pág. 7-1).

La genialidad de esta idea trascendió fronteras, y la comprensión de la teoría del movimiento, hizo que Newton pensara en la posibilidad de que el sol fuera el astro que poseía las fuerzas que gobiernan el movimiento de los planetas, de esta manera explicó el movimiento de los planetas alrededor del sol, retomando los planteamientos de Kepler, propuso diferente tipo de órbitas, e incluso predijo la existencia de algunos cuerpos celestes que no se podían observar con los instrumentos ópticos de la época. Este modelo de pensamiento llevó a Newton a desarrollar una teoría de la gravitación que se describe desde la interacción instantánea y a distancia.

La teoría de Isaac Newton fue tan influyente durante los siglos XVII, XVIII y las primeras décadas del XIX, que muchos de sus seguidores intentarían extender el pensamiento newtoniano plasmado en la teoría de la acción a distancia a otros campos de estudio de fenómenos naturales, áreas de las ciencias donde la teoría newtoniana ya no era infalible a la hora de explicar conceptos como las interacciones eléctricas y magnéticas.

Los físicos del siglo XVIII realizaron contribuciones significativas sobre temas relacionados con la energía eléctrica, por aquellos días, ya se sabía de la existencia de dos tipos de cargas de diferente naturaleza, positivas y negativas<sup>1</sup>, a las partículas con carga positiva de la materia las llamaron protones, mientras que a las de carga negativa se les dio el nombre de electrones, cuando se habla estrictamente de partículas con “carga” se habla implícitamente de la cantidad elemental que podemos encontrar en todos los fenómenos eléctricos<sup>2</sup>, también se sabía que cargas iguales se repelen mientras que cargas de diferente naturaleza se atraen.

La magnitud de la fuerza eléctrica tiene un comportamiento análogo a la gravitacional, disminuye inversamente con el cuadrado de la distancia, y varía de forma directa con el producto de sus cargas.

Iniciaba el siglo XIX, y científicos como Alessandro Volta (1745- 1827) trabajaban en

---

<sup>1</sup> “El hecho de que ciertas cargas se denominen positivas y otras negativas es el resultado de una elección de Benjamín Franklin (1706 – 1790). ¡Bien pudo ser a la inversa!

<sup>2</sup> La carga de cada protón,  $+e$ , es igual a  $+1.6 \cdot 10^{-19}$  coulomb, los electrones tienen una carga  $-e$ , igual a  $-1.6 \cdot 10^{-19}$  coulomb.

la producción de corrientes eléctricas, por aquellos días la forma en la que lo hacían era disolviendo metales en ácidos, estos dispositivos fueron los precursores de las baterías que conocemos hoy en día. Utilizando estas baterías, William Nicholson (1753 – 1815) descubrió una forma particular de separar los elementos de algunos compuestos, en estos procesos químicos la fuerza eléctrica se convierte en fuerza química, y a la luz de la teoría newtoniana de la acción a distancia este fenómeno fue muy difícil de explicar. Así que parecía que detrás de este ello se escondía un verdadero misterio, -que la ciencia debería develar- la pregunta era la siguiente, ¿Por qué ocurre una separación de los elementos que componen la molécula de agua, cuando a través de ella se pasa una corriente eléctrica?, y fue allí precisamente en el área de la química donde años más tarde Faraday tuvo la posibilidad de clarificar muchas de sus ideas y adquirir confianza en otras, gracias a sus estudios sobre la electrolisis del agua, descubrió que los enlaces químicos de las moléculas son de naturaleza eléctrica, y con ello tuvo la fortuna de encontrar explicaciones físicas a fenómenos químicos, -algo que la humanidad había estado buscando durante siglos atrás- “inspirado en estas ideas, Faraday creyó ver en la acción de la electricidad estática, la prueba definitiva de su teoría de campo” (Berkson, 1985 pág. 111). Faraday estaba convencido que la causa de la disociación molecular en los procesos de electrolisis se debe a la polarización de las partículas, que causan una tensión sobre las moléculas, y esta se transmite solidariamente de partícula a partícula, y no como resultado de una acción directa entre polos, -como lo sugerían los seguidores de las teorías newtonianas- pero volvamos a inicios del siglo XIX para seguir el orden cronológico de esta historia.

Para entonces, el científico en formación Michael Faraday se encontraba en la tarea de dilucidar inconsistencias que la teoría newtoniana presentaba a la hora de explicar algunos fenómenos naturales, es allí cuando empieza a simpatizar con ideas desarrolladas por pensadores como René Descartes, Gottfried Leibniz, Immanuel Kant y Ruder Boscovich, tomando cierta distancia con las ideas newtonianas de la acción instantánea y a distancia.

Faraday tenía la convicción de que se podía crear una teoría no-newtoniana de la corriente y la electricidad estática, -incluso que repercutiera en otras áreas del conocimiento- tiempo después llegó a pensar en la posibilidad de construir una teoría de campo unificado, donde no solo se explicaran fenómenos electrostáticos y electrodinámicos, también los fenómenos magnéticos y los electroquímicos. Por esta razón es apenas normal que encontremos un Faraday con cierta atracción por las formas de pensar contrarias a las ideas de Newton. La idea de la unidad de fuerzas desarrollada por Kant y Boscovich, le agradaba muchísimo al joven

Faraday, esta hipótesis hizo que él dudara de la existencia de fluidos que se habían inventado algunos científicos para explicar fenómenos eléctricos, magnéticos o relacionados incluso con el calor. Al igual que el rechazo a la idea de la materia distinta de la fuerza, otro aspecto con el que no estaba de acuerdo era la idea de la acción a distancia, Faraday era partidario de los conceptos que ayudaban a interpretar el problema de la interacción de cuerpos por medio de contacto, implícito o explícito.

Ya en 1816, Faraday pensaba en una teoría de la electricidad “como un mero estado de fuerzas” (Berkson, 1985, Pág. 55) pues creía que era una teoría con mayor originalidad, ya que todas las sustancias poseen propiedades eléctricas.

Existe una relación entre la manera como la teoría de campos explica la interacción entre cuerpos y la forma en la que Descartes pensaba el problema, y es la idea que toda acción de un cuerpo sobre otro se hace a través de un medio como sustrato mediante el cual se da la interacción, para Descartes era la materia, para Faraday dicho sustrato es la fuerza misma que existe entre los cuerpos, sin embargo la concepción de Faraday se deriva del pensamiento de Leibniz, quien suponía que al parecer en el mundo físico existía un mar continuo de puntos de fuerza, esta clase de pensamientos ofrecían una alternativa clara y una oposición radical a la concepción de mundo newtoniana de espacio vacío y acción a distancia.

Boscovich y Kant, influenciaron en cierta medida los desarrollos conceptuales de Faraday que describían la manera en la que interactúan los cuerpos. Por un lado Kant desarrolla un trabajo importante por medio del cual trata de describir la interacción entre cuerpos y la estabilidad de los mismos, él habla de dos tipos de fuerza que componen a los cuerpos materiales y tienen naturaleza diferente, unas fuerzas son de atracción y otras son de repulsión; Para Kant, las fuerzas repulsivas tienen la propiedad de llenar el espacio, actúan sobre puntos contiguos únicamente en la dirección de la línea de contacto y son las encargadas de que los cuerpos se puedan dilatar, este tipo de fuerzas contribuyen en buena medida a que los cuerpos tengan propiedades flexibles, vibren y reboten cuando entran en contacto. (Berkson, 1985, Pág. 48).

Por otro lado, las fuerzas atractivas contrarrestan las dinámicas de las fuerzas repulsivas, actúan a distancia y no llenan el espacio a través del cual actúan. La forma como Kant entiende la interacción de los cuerpos tiene varios aspectos interesantes, pero hay uno que sobresalía de manera especial, la idea del equilibrio entre fuerzas atractivas y repulsivas.

Las ideas de Kant fueron inspiración para científicos como Christian Oersted (1777 – 1851) él, al igual que Kant, pensaba en fuerzas fundamentales, y asumía que todas las fuerzas -independientemente de su naturaleza- eran distintas manifestaciones de otras fuerzas fundamentales. Para Oersted las fuerzas podían convertirse por medio de algunos procesos directamente de unas en otras.

“En 1820, Hans Chistian Oersted, científico danés, encuentra que los conductores con corriente eléctrica producen magnetismo” (Hewitt, 2017, Pág. 477). La afirmación era muy interesante, ya que ponía de manifiesto la posibilidad de que cuerpos que ejercen fuerzas de distinta naturaleza pudiesen interactuar entre ellas, en este caso fuerzas eléctricas y, magnéticas, pero había algo aún más interesante, ese tipo de interacción entre la aguja magnética y la corriente circundante era muy diferente a interacciones de atracción o repulsión.

Pero Oersted no descubre este fenómeno de la noche a la mañana, él tenía un razonamiento que lo llevó a descubrir esta interesante interacción. Era consciente de que las tormentas eléctricas afectaban la dirección de las agujas que estaban magnetizadas, y creía que la causa de la desviación de las agujas tenía su origen en la radiación de los rayos producidos en las tormentas<sup>3</sup>.

Siguiendo este razonamiento, Oersted creía que, si un cable era sometido al paso de una corriente de gran magnitud, esta corriente se comportaría como un rayo en medio de una tormenta, y produciría inevitablemente alteraciones magnéticas en una aguja circundante. Oersted, no estaba de acuerdo con la idea de pensar en la corriente como un flujo continuo, por el contrario, era partidario de pensar en fuerzas eléctricas no estables y a eso le llamo conflicto interno. Dicho conflicto lo describía de una manera particular, “debería producirse mediante alguna acción lateral” (Berkson, 1985, pág. 57), esta fue la razón que lo condujo a creer que la acción magnética de una corriente debería siempre ejercerse circularmente alrededor del eje de un alambre.

Por aquellos días André-Mare Ampere (1775-1836) seguidor de las concepciones newtonianas, al realizar experimentos con cables conductores por los que hacía pasar corriente, encontró que dependiendo de la dirección de la corriente que pasa por los cables, ellos se pueden atraer o repeler, es decir, había descubierto la interacción entre corrientes eléctricas. Ampere

---

<sup>3</sup> Gracias a los experimentos desarrollados por Benjamín Franklin (1706 – 1790), pues él había llegado a conclusiones interesantes, donde afirmaba que los rayos eran corrientes eléctricas de enorme magnitud.

debió haberse sorprendido bastante con los desarrollos experimentales de Oersted, pues él, al igual que Coulomb y muchos otros científicos de la época, creían que solo existían interacciones entre fenómenos de la misma naturaleza, ejemplo electricidad con electricidad o fenómenos magnéticos con fenómenos magnéticos; el cuestionamiento que surgió después del último descubrimiento era interesante; ¿Podría explicarse el experimento de Oersted a partir de una teoría newtoniana? En su camino por intentar acomodar los descubrimientos de Oersted a la imagen de la acción a distancia, “Ampere concibió la posibilidad de que el magnetismo no fuera una sustancia distinta, sino simplemente un aspecto de la electricidad” (Berkson, 1985, pág. 60).

Ampere continuó con su trabajo experimental, y encontró que, si se enrolla hilo conductor en forma de espira y conecta la espira a una batería, se crean líneas de campo magnético que se concentran –con una mayor densidad- en el interior de la espira. Adicional a ello encontró que la relación entre el número de espiras que forman la bobina y la intensidad del campo magnético era directamente proporcional –si aumenta el número de espiras aumenta la intensidad del campo magnético, si disminuyen las espiras, encontraremos un campo magnético de menor intensidad- ese conjunto de espiras que forman una bobina conectada a una batería es lo que hoy día conocemos como un electroimán.

Los esfuerzos de Ampere en busca de una explicación newtoniana sobre la atracción y repulsión de las fuerzas magnéticas -producto de las corrientes eléctricas- decantó en una conclusión interesante, si bien la magnitud de la fuerza -de atracción o de repulsión- entre los cables -con corriente- es directamente proporcional a la intensidad de las corrientes, había un pequeño aspecto que Ampere no había tenido en cuenta, aspecto que fue crucial en las observaciones de Faraday, él, encontró algo que le llamó la atención, “la fuerza es máxima cuando los elementos de corriente son paralelos entre sí, y perpendiculares a la línea que los une” (Berkson, 1985, pág. 61). Aspecto que había pasado por alto Ampere y otros experimentadores de aquella época.

Esto, implicaba cierta incompatibilidad para aplicar el modelo newtoniano, ya que lo que se puede observar con debido detenimiento no es atracción o repulsión de cables, lo que se observa es una tendencia a girar de un cable sobre otro y viceversa. “Poco tiempo después, el físico André-Marie Ampere propuso que la fuente de todos los fenómenos magnéticos son las corrientes eléctricas” (Hewitt, 2007, pág. 458).

La teoría de Ampere estaba basada en la hipótesis de la existencia de los fluidos eléctricos, idea con la que Faraday no estaba de acuerdo, así como tampoco le gustaba que las limitaciones que presentaba la teoría de Ampere ya que solo explicaba situaciones particulares de corrientes cerradas, incluso presentaba diferencias irreconciliables con las posturas newtonianas si se examinaban las atracciones y repulsiones de los cables observando la dirección de las corrientes, ya que existe una fuerza actuando a lo largo de la perpendicular a la línea que conecta los dos cuerpos en interacción, por eso es que es difícil hablar de una acción a distancia en esta clase de fenómenos. Según Faraday una teoría inmutable de la electricidad explicaría tanto cargas como corrientes.

Faraday veía en las ideas desarrolladas por Oersted, una posibilidad para seguir avanzando en la teoría que venía construyendo tiempo atrás, el conflicto interno de Oersted era una idea original y aún sin explorar por aquellos días. Faraday interpretaba que el conflicto eléctrico no se encuentra inmerso en el cable conductor, sino que está en el perímetro circundante, es decir en el espacio que rodea al conductor, ya que si estuviese dispuesto de otra forma no actuaría a distancia sobre la aguja. Esta fue una idea importante, ya que por medio de ella podemos intuir claramente una primera aproximación al concepto de campo.

La intuición científica de Faraday, lo llevó a trabajar en el desarrollo de cuestionamientos mucho más profundos sobre el tipo de interacciones que se presentaban en el experimento de Oersted, Faraday pensaba que, si trabajaba en descubrir los secretos de esta interesante interacción, podía estar más cerca de dilucidar la validez de la cosmovisión Newtoniana que prevalecía a inicios de aquel siglo.

Un año después de los descubrimientos de Oersted y Ampere, Faraday realizó un ejercicio de escritura, allí reposaban todos los conocimientos que se tenían hasta entonces sobre electricidad y magnetismo. Para poder escribir "*Historical Sketch of Electromagnetism*" Faraday replicó gran parte de los experimentos que se habían realizado sobre electricidad y magnetismo, todo ello, con el fin de tener mayor claridad y calidad en la información. Tiempo más tarde, después de analizar las teorías que se habían desarrollado para explicar estos fenómenos, ¡Faraday realizó un gran descubrimiento! al que llamó rotaciones electromagnéticas, este fue el primer paso que lo condujo a desarrollar una de las imágenes más originales de la naturaleza, una imagen de un mundo basada en el concepto de campo. "A Faraday sus teorías le ayudaron a hacer descubrimientos, los descubrimientos le enfrentaron a nuevos interrogantes, y éstos le condujeron a un planteamiento más acertado de sus teorías"

(Berkson, 1985, Pág. 53).

Descartes y Leibniz, en el siglo XVII, Kant y Boscovich en el siglo XVIII, Oersted y Faraday en el siglo XIX, dudaban de la veracidad y la forma en la que Newton explicaba las interacciones entre cuerpos, la acción instantánea y a distancia plantea que la fuerza da saltos a través del espacio, de ser esto verdadero en el caso del tiempo, se tendría que suponer que determinado evento puede provocar otro evento en un futuro sin influir en los eventos intermedios, ideas que colocan en jaque el principio de continuidad como condición básica y necesaria para podernos relacionar con la naturaleza.

“El rechazo de la acción instantánea a distancia fue uno de los puntos clave de divergencia de Faraday con respecto a sus predecesores, y también un polo de atracción para William Thompson, más tarde para Maxwell, después para Hertz y luego para el resto del mundo” (Berkson, 1985, Pág. 76).

El descubrimiento de las rotaciones electromagnéticas se dio en medio de un experimento en el que Faraday buscaba hacer girar un cable sobre su propio eje, alrededor del verdadero polo magnético de un imán, según Faraday el polo, no se encontraba en los extremos de la aguja, sino más hacia el centro geométrico de la misma, cuando comprobó que el polo magnético y el cable tendían a moverse uno alrededor del otro, se encontró con un desarrollo muy importante, un artefacto que obligaba al alambre a girar de forma “continua” alrededor de uno de los polos de un imán de barra y al polo del imán de barra a girar alrededor del alambre, ese mecanismo de movimiento continuo hizo que Faraday ganara reconocimiento dentro de la comunidad científica de aquella época, pues las rotaciones electromagnéticas se convirtieron en un descubrimiento novedoso gracias a que muchos otros investigadores habían pasado por alto aquel mecanismo de movimiento que se obtuvo por medio de la energía eléctrica almacenada en una batería. Fue así como nació el primer motor eléctrico y junto con él, una revolución que cambiaría el mundo para siempre gracias a todas las aplicaciones prácticas que hoy en día se conocen.

Gracias al trabajo experimental de las rotaciones electromagnéticas, Faraday encontró argumentos sólidos para contrastar la teoría desarrollada por Ampere, para Faraday el comportamiento de atracción o repulsión -dependiendo de la dirección de las corrientes- de cables con determinada tensión era un fenómeno más complejo que el descrito por Ampere. Para Faraday, Ampere habría omitido aspectos esenciales en la explicación del comportamiento

de los cables, con la intención de poder acomodar las ideas newtonianas a este tipo de fenómenos eléctricos, sobre la forma en la que interactuaban los cables paralelos que transportaban corriente, Faraday afirmaba que no era atracción o repulsión lo que se podía apreciar, por el contrario lo que se escondía allí detrás de este fenómeno era una “tendencia al movimiento circular en torno a un cable que es la base real de la interacción entre los cables, y ese fenómeno lo habían puesto claramente de manifiesto sus experimentos”. (Berkson, 1985, pág.74).

Después de tener suficientes argumentos que cuestionaban la validez de la teoría desarrollada por Ampere, Faraday encuentra un momento idóneo para trabajar en el andamiaje de una teoría con un alto nivel de original e identidad, alejada de los conceptos, ideas o postulados que estaban en la cúspide de los desarrollos científicos de aquella época, es allí cuando comienza a desarrollar una imagen ajena al concepto de las fuerzas centrales, con la firme intención de encontrar un modelo de pensamiento alternativo frente a las explicaciones de fenómenos de interacción entre cuerpos.

Inicialmente los pensamientos de Faraday sobre la creación de dicha teoría encontraron refugio en las ideas desarrolladas por Boscovich un siglo atrás, que tomaban distancia radicalmente de las planteadas por Newton, para Boscovich “el espacio está constituido esencialmente por puntos inextensos, dotados con determinada cantidad de inercia” (Berkson, 1985 pág. 72).

Faraday planteó la hipótesis de que las fuerzas constituyen la única sustancia física en el universo, bajo esta premisa, eliminó cualquier distinción entre materia y fuerza, pues estaba convencido de que una partícula no era más que un lugar en el espacio donde convergen fuerzas de diferente naturaleza<sup>4</sup>, adicionalmente consideró a los cuerpos como sistemas de fuerzas, que interactúan entre sí y de allí nace una de las ideas fundamentales sobre ella, se desarrolló la teoría de campos, ¡las fuerzas no actúan a distancia!, lo hacen sobre fuerzas contiguas, este comportamiento se repite de manera solidaria a través del espacio, y se piensa en un mar como el de Descartes, pero en vez de materia está lleno de fuerzas.

De manera general para este trabajo de investigación podemos describir el campo en los

---

<sup>4</sup> En palabras de William Berkson “*Faraday creía que las partículas son lugares donde las fuerzas convergen en un punto, en lugar de considerarlas como puntos materiales con fuerzas asociadas. La fuerza es una sustancia universal que ocupa todo el espacio; a cada punto del campo de fuerzas se le asocia una intensidad y una dirección*”.

siguientes términos:

El campo es producido por objetos que transforman su espacio, y es el espacio transformado, modificado, alterado o variado el que interactúa con otros objetos -a una determinada distancia-. Si estamos describiendo objetos masivos estaríamos hablando de campos gravitacionales, pero en el caso de que los objetos sean partículas con carga eléctrica, estaremos refiriéndonos a campos eléctricos, ahora si los objetos en cuestión son imanes, estaríamos haciendo alusión a los campos magnéticos.

### **2.3 Características de la cosmovisión metafísica de Faraday.**

- No existe la acción instantánea y a distancia, únicamente la acción de un punto de fuerza del campo sobre puntos contiguos.
- La fuerza constituye la única sustancia física.
- La unidad de las fuerzas; todas las clases de fuerza se pueden transformar en otras, fuerzas, ellas son sólo variaciones de un único campo de fuerzas, materia y fuerza son dos aspectos de un mismo fenómeno, (La materia es continua a través del espacio).
- Todas las acciones requieren de un tiempo finito para transmitirse de un lugar a otro. Los cuerpos tienen masa y necesitan tiempo para responder a la acción de las fuerzas. Cualquier perturbación del campo necesita un tiempo finito para propagarse de un lugar a otro.
- Cualquier cuerpo material que este inmerso en un campo de fuerzas, se somete a un cambio en su configuración, como resultado.

Las nuevas ideas de Faraday orientaron e incentivaron sus investigaciones, que lo llevaron a descubrir nuevos fenómenos, el concepto de la unidad de fuerzas lo hizo pensar en la posibilidad de crear una teoría de campo unificado, incluso llegó a demostrar que algunas fuerzas de la naturaleza se transforman en otras, Faraday al igual que Ampere, estaba convencido de que la causa de todo fenómeno magnético en el fondo estaba relacionado con la electricidad, mientras Ampere pensaba que la causa de los fenómenos magnéticos eran las corrientes eléctricas, Faraday relacionaba la causa con los campos eléctricos variables, incluso tiempo después del descubrimiento realizado por Oersted, Faraday buscó la manera de

transformar magnetismo en electricidad, sus investigaciones experimentales lo llevaron incluso a buscar pruebas de la transformación tanto del magnetismo en luz como de la electricidad en gravedad. (Berkson, 1985, Pág. 85).

La construcción de la teoría tardó un buen tiempo, y la idea que dio origen al concepto fue tomando forma con los años; las investigaciones y reformulación de teorías, decantaron en varios descubrimientos, el más importante, la inducción electromagnética, y fue precisamente con ese hallazgo que Faraday logró dilucidar la validez de la teoría newtoniana, predominante hasta entonces en el mundo de las ciencias.

Faraday no fue el único en realizar experimentos relacionados con lo que él llamaba “el estado electrotónico de la materia”, Francois Arago en 1824 trabajó en un experimento muy interesante; lo que hizo fue dejar suspendida una aguja imantada sobre un disco de cobre, al darle movimiento alrededor de su propio eje la aguja imantada danzaba junto con el disco sin tener contacto explícito con él, de manera tal que las conclusiones a las que se llegó fue muy interesante, “El disco de cobre en movimiento adquiere propiedades magnéticas”.

El experimento de Arago se convirtió en fuente de inspiración para Faraday, ya que ponía en aprietos a la teoría desarrollada por Ampere a la hora de explicar el experimento de Arago, en esa sencilla experiencia se escondían muchos de los secretos que Faraday estaba buscando con la firme intención de convertir magnetismo en electricidad, no fue sino hasta 1831 que Faraday tuvo la posibilidad de desarrollar un experimento exitoso para inducir corriente en un circuito eléctrico, gran parte del éxito de este trabajo decantó en las observaciones de un científico llamado G Moll, quien observó que los electroimanes muy potentes tenían la propiedad de invertir su polaridad casi que instantáneamente, un cambio así de brusco solo significaba una cosa para Faraday, quien gracias a sus experiencias previas y al desarrollo del concepto de las líneas de fuerza móviles, creía que se podría llegar a generar una tensión de magnitud considerable en un circuito eléctrico circundante, tensión que a su vez se podría llegar a medir por medio de un instrumento de medición conocido como el galvanómetro.

Ya en este punto, -tercera década del siglo XIX- parece lógico -por lo menos para Faraday- que una rápida variación de las líneas de fuerza que actúan en la zona circundante de un cable conductor de corriente provocara una vibración en las fuerzas del cuerpo, en palabras de Faraday “el cuerpo quedaría en un estado electrotónico” esa vibración se transformara en

corriente eléctrica.

Utilizando su teoría, Faraday dio explicación al experimento desarrollado por Arago 7 años atrás. El disco de cobre gira y se magnetiza debido a las corrientes inducidas en presencia de la aguja imantada. Faraday giró el disco de cobre entre los polos magnéticos de un imán en herradura, con esta disposición se podría obtener corrientes con solo girar el disco. Este principio, fue posteriormente de gran utilidad, ya que se usó para desarrollar generadores eléctricos; dispositivos que convierten la energía mecánica en energía eléctrica y que operan bajo el principio de la inducción electromagnética.

#### **2.4 La argumentación, habilidad esencial del pensamiento.**

La argumentación es una habilidad del pensamiento que potencia el fenómeno discursivo, por medio de ella, se pueden demostrar o refutar ideas con el propósito de convencer –en el caso del ejercicio en el aula escolar- a pares académicos. “La producción de argumentos se puede presentar de forma escrita, pero la más prototípica es la del debate o la discusión oral” (Candela, 1995. Pág. 15).

El proceso de elaboración o construcción de argumentos convincentes, demanda que los sujetos clarifiquen, organicen y estén en un proceso permanente de reestructuración de conocimientos, de manera tal, que se puedan detectar discrepancias entre el propio conocimiento y el de sus interlocutores. (Moreno, 2013, Pág. 8).

Esta práctica se realiza permanentemente en el interior de las comunidades científicas, por medio ella se defiende –o no- las ideas de los científicos, allí se desarrollan análisis pertinentes que pueden convertirse en consensos, que validen –o no- los argumentos que buscan explicar la razón de ser de algún fenómeno natural, esta es una forma de construir conocimiento.

En las últimas décadas la argumentación se ha catalogado como una habilidad cognitiva de tipo lingüístico que no solo debería trabajarse en las clases de lenguaje sino por el contrario se deberían trabajar en todas las materias establecidas en la malla curricular. Por ende, en el aula de ciencias naturales se debería trabajar en fortalecer dicha habilidad, ya que allí, se encuentran generalmente niños y niñas entusiastas de todas las áreas de las ciencias, llenos de cuestionamientos sobre fenómenos naturales, que de ser bien trabajados podrían decantar en interesantes teorías que den explicaciones alternativas a fenómenos naturales de interés del estudiante. Esas habilidades deberían ser potencializadas por los maestros en el aula de clase, por medio de actividades o

estrategias didácticas que propicien el fortalecimiento de la habilidad argumentativa.

En la reflexión histórico-crítica del desarrollo del concepto de campo, se puede identificar en la observación una habilidad básica, esencial y fundamental para todo desarrollador científico, se habló con anterioridad del método propuesto por Brahe durante el siglo XVI que recomendaba a los pensadores de la época, realizar experimentos meticulosamente, observarlos, analizarlos y describirlos de manera tal que se convirtiera en un hábito esencial para los desarrolladores de ciencia, todo ello con la intención de desarrollar contenidos con mayor nivel de objetividad y tomar distancia de las prácticas filosóficas muy comunes en aquella época.

En este sentido, observar se convierte en una habilidad trascendental, no solo en contextos educativos, la vida misma requiere de sujetos que sean buenos observadores, que recojan información de manera permanente y que estén en la capacidad de analizar situaciones partiendo de dichas observaciones que posiblemente convergerán en profundas reflexiones o ideas que ayuden a los sujetos a construir argumentos lógicos y coherentes, que permitirán al futuro ciudadano construir, desarrollar y sustentar -con sus pares académicos y con la sociedad en general- sus propias tesis sobre diferentes eventos de su cotidianidad.

En su libro *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico*, Ángel Romero afirma que llevar al aula de ciencias experimentos y relacionarlos con los procesos discursivos y argumentativos permite que se desarrollen reflexiones en torno al carácter social y cultural de la construcción del conocimiento científico, a través de esta relación se pueden generar ambientes propicios para el debate entre pares académicos, consensos, disensos y justificaciones que, en conjunto permiten una comprensión de los conceptos científicos, adicional a ello se va formando un pensamiento reflexivo.

Se puede entender al experimento en el aula de clase como una acción pedagógica, que permiten el desarrollo de habilidades del pensamiento, entre ellas la habilidad argumentativa, necesaria e indispensable para que el estudiante pueda construir razones propias que den cuenta de explicaciones sobre los fenómenos estudiados, y que a su vez fortalecen procesos discursivos en el aula de clase.

Según (Montoya, 2002), citado por Callejas (2008, Pág. 10) observar es “la habilidad más elemental y primitiva del ser humano”, en el caso de Faraday, el desarrollo de esta habilidad fue más que esencial, imprescindible para la construcción inicialmente de la teoría de campos, aprender a observar se convierte junto con otras habilidades como la descripción, el análisis, la intuición, la clasificación, la comparación, la deducción y la síntesis -entre muchas otras más- en ese gran conjunto de destrezas que muchos autores han denominado como las habilidades del pensamiento

científico, Sin embargo, “El pensamiento científico no está reservado solamente para los científicos, Cualquier persona puede pensar como un científico” (*Schaferman, 1994*, citado por Callejas,2008, Pág. 9).

Teniendo en cuenta lo anterior, la observación se convierte en una de las habilidades imprescindibles que deben fortalecer los niños y niñas que se encuentren cursando ciclos de educación básica, ya que por medio de esta y otras habilidades, podrán recoger información que los ayude a elevar su nivel de comprensión en el estudio de los fenómenos físicos, también encuentran -cada vez más- motivos y razones que permiten construcción de argumentos mejor elaborados que les permite sostener conversaciones con pares académicos cada vez con mayor nivel de coherencia, lógica y completitud. “este proceso mental implica la identificación de las características, particularidades y estímulos de los objetos y situaciones, utilizando de forma atenta los sentidos y/o cualquier instrumento que permita la recolección de algún dato de interés”. (Callejas, 2012, Pág. 38)

Cuando los sujetos identifican características de algún objeto o un fenómeno físico se debe hacer el máximo esfuerzo de sintetizarlo en escritos, uno de los propósitos es transitar de la oralidad a la escritura, esa es una de las intenciones de este trabajo de investigación, fortalecer habilidades transversales que ayuden al sujeto a formarse para los retos del futuro.

Un buen observador es un buen recolector de información, generalmente es un sujeto detallista, ordenado y preciso a la hora de realizar procesos descriptivos. En el análisis de los fenómenos físicos -por medio de un experimento- tanto la observación como la descripción juegan un papel esencial a la hora de construir explicaciones lógicas y coherentes, por medio de ellas los estudiantes elaboran argumentos –cada vez más refinados- que decantan en la comprensión de problemas relacionados con el estudio de fenómenos físicos y a su vez, permiten contrastar sus posturas con otros sujetos por medio del debate, tal cual como se hace en las altas esferas de las comunidades científicas.

## **2.5 Estrategia Didáctica.**

Para la presentación de la cartilla se usará al famoso personaje “*magnemite*” del juego de Nintendo Pokémon, desarrollado por la programadora japonesa Game Freak, ya que en sesiones anteriores -caracterizando la población- se pudo evidenciar que muchos de los estudiantes estaban familiarizados con el video-juego que se popularizó a inicios del siglo XXI en los dispositivos conocidos como Game Boy, pero que debido al éxito de la franquicia, sigue vigente hoy día y lo podemos encontrar en los principales sistemas operativos de telefonía móvil, como Android o iOS.

Después de realizar la Reflexión Histórico-crítica del desarrollo del concepto de campo, se procede a la construcción de experimentos, que ayudaran a los estudiantes a comprender conceptos como el de línea de fuerza, campo, e inducción electromagnética.

Seis -6- son los experimentos que se proponen en la cartilla orientadora, -que lleva el nombre de “*¡Jugando, aprendemos electricidad & magnetismo!*”- sobre dicho documento se desarrolló la implementación de la estrategia didáctica en el aula de clase.

La cartilla se desarrolló bajo dos premisas esenciales, la primera de ellas es que por medio del desarrollo de las actividades propuestas en el documento –preguntas, descripciones, cuadros comparativos- se fortalezcan las producciones escriturales, y la segunda, es que adyacentemente al trabajo de escritura se potencie la habilidad discursiva de los estudiantes, se espera que con el paso de las sesiones de clase cada vez se encuentren más y mejores argumentos -tanto escritos como verbales- para sustentar las hipótesis o conjeturas que expliquen cada uno de los montajes experimentales presentados en el aula de clase.

Los experimentos se presentan en la cartilla de manera tal, que puedan ser estudiados en diferentes niveles de comprensión –del menos al más complejo- están diseñados y contruidos para que los estudiantes puedan interactuar con ellos -incluso, armarlos y desarmarlos si lo consideran necesario-, la idea es que, por medio de la manipulación de los diferentes elementos, el grupo de trabajo pueda reflexionar de manera conjunta sobre los conceptos nuevos que se llevan al aula de clase.

Vale resaltar que todos los experimentos se desarrollan utilizando material reutilizable, susceptibles de que se conviertan en agentes contaminantes del medio ambiente si no se les da el debido tratamiento, ¡El reciclaje en función de una estrategia pedagógica, que ayude a fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase!

### **CAPITULO 3: ELABORACIÓN DE EXPERIMENTOS Y PROPUESTA DIDÁCTICA.**

La implementación de estrategia didáctica se desarrolló en el espacio académico que lleva el nombre de Práctica pedagógica IV, se llevó a cabo en el colegio Francisco Primero Su Santidad, bajo la supervisión de la profesora -asesora de práctica- Heidi Karol Méndez Prado, en los cursos de 801 y 802. El colegio está ubicado en la localidad de Barrios Unidos, y cuenta con población que habita en sectores como Suba, Chapinero, Engativá y Soacha, todos ellos deben recorrer grandes distancias para llegar a la planta física de la institución, también hay población en condición de desplazamiento, jóvenes que hacen parte de fundaciones donde trabajan en la

restitución de derechos y personas en condición de discapacidad.

La institución cuenta con tres sedes; A, B y C. La sede A se encuentra en la Carrera 28 # 63 – 64, La sede B en la Cra 28b #65-80 y la sede C en la Cra 29 C# 71C -11.

En la cartilla educativa, “*Jugando, aprendemos electricidad & magnetismo*” se encuentra recopilado -de manera gráfica<sup>5</sup>- el trabajo experimental que se desarrolló a lo largo de esta investigación.

### **3.1 Construcción de experimentos.**

Con los primeros dos experimentos se busca analizar en el aula de clase el concepto de líneas de fuerza y campo magnético.

#### **Levitación magnética.**

Materiales:

- Objeto en forma cilíndrica, en este caso usamos un segmento de “*palo de escoba*”.
- Imanes en forma de anillo, para este montaje experimental se usaron imanes de cerámica que comúnmente se encuentran en los altavoces.

Montaje:

El palo de escoba se usa como base del montaje experimental, de manera tal que los anillos imantados se puedan colocar uno sobre otro, –teniendo en cuenta la polaridad de los imanes- el propósito es hacer que por medio de la interacción entre los dos cuerpos magnéticos se contrapongan a la fuerza de gravedad, de manera tal que podamos apreciar un fenómeno de levitación magnética.

#### **Líneas de fuerza magnéticas.**

Materiales:

- Limaduras de hierro.
- 250 ml de aceite de cocina.
- Imán de neodimio.
- Frasco de vidrio con tapa metálica.

Montaje:

Mezclamos el polvo o las limaduras de hierro con el aceite de cocina, depositamos esta mezcla en el envase de vidrio con tapa metálica, de esta manera se obtiene un fluido –viscoso-ferromagnético, se acerca uno o varios imanes de neodimio –en la medida de lo posible- al fluido y se observa como los pequeños trozos de hierro van formando un patrón de líneas que definen el

---

<sup>5</sup> En los anexos se podrá ver el registro fotográfico del material experimental al detalle.

campo magnético que rodea a los imanes, para hacer el efecto más visible, se ubica el imán en la parte superior del recipiente y se destapa el envase, de manera tal que se puede apreciar un ordenamiento geométrico en tres dimensiones -digno de observar y analizar una y otra vez- característico de las líneas del campo magnético<sup>6</sup>.

### **Inducción electromagnética.**

Materiales:

- Bobina con núcleo de aire.
- Imán.
- Galvanómetro.

Montaje:

Se conecta la bobina<sup>7</sup> de alambre de cobre con núcleo de aire al galvanómetro<sup>8</sup>. Cuando un imán se acerca al conjunto de espiras –o se aleja-, el instrumento de medición cambia desde cero hacia una dirección, si el imán se mantiene fijo y en esta oportunidad es la bobina la que se mueve, el galvanómetro también detecta actividad eléctrica en el circuito, -se puede inducir que la espira detecta movimiento del imán con respecto a ella- la ley de Faraday establece una equivalencia entre la corriente y un campo magnético variable.

Materiales:

- Tornillo de metal.
- Alambre de cobre calibre 0.1 mm.
- Led rojo.
- Imán,

Montaje:

Sobre el tornillo de metal se enrolla el alambre de cobre, –200 vueltas aproximadamente- luego de obtener el bobinado con núcleo sólido metálico<sup>9</sup> se procede a conectar la bobina a un bombillo led color rojo –debe ser rojo ya que este tipo de bombillo demanda menor energía para trabajar- se acerca el imán a la cabeza del tornillo y se detecta una inducción de corriente en el circuito eléctrico, gracias al funcionamiento del bombillo led.

Este resultado es muy interesante, ya que ¡se establece una corriente en el circuito eléctrico,

---

<sup>6</sup> Diríjase a los anexos del documento para ver el registro fotográfico de los experimentos.

<sup>7</sup> La bobina se encontró en un depósito de chatarra,

<sup>8</sup> *Medidor analógico usado para medir corriente y voltaje.*

<sup>9</sup> El uso de materiales ferrosos en el núcleo de las bobinas intensifica su capacidad de magnetismo.

a pesar de que no existe una batería en el circuito! Y es esta precisamente una de las más grandes contribuciones de Faraday a la ciencia, ¿es posible inducir una corriente eléctrica en una espira mediante un campo magnético cambiante!

### **Generador Eléctrico.**

Materiales:

- Bobinas con núcleo de ferrita.
- “*Spinners*”.
- Imanes de neodimio.
- Bombillos led.
- Tornillos y tuercas.

Montaje:

El tornillo en esta oportunidad servirá como eje del montaje experimental, en él, se colocaran los “*spinners*”, -dispositivos que giran alrededor de su propio eje- en uno de los spiners se fijaran los imanes de neodimio, de manera tal que los imanes tienen la posibilidad de moverse alrededor de un eje fijo, –gracias a fuerzas externas- sobre el dispositivo que se está construyendo, en un segundo spiner, se colocan las bobinas de inducción, -estas bobinas con núcleo de ferrita se obtuvieron de un amplificador de sonido en desuso- que son ajustadas con cauchos, de manera tal que puedan resistir los movimientos bruscos a las que van a ser sometidas en múltiples ocasiones. "Los generadores eléctricos reciben energía mediante trabajo y la transfieren al exterior por medio de una transmisión eléctrica." (Serway, 2009, Pág. 240).

Por medio de este experimento se pueden analizar los efectos causados por campos magnéticos que varían en el tiempo.

En el experimento del generador se puede apreciar que la corriente inducida en el circuito es directamente proporcional a la variación del flujo de líneas de fuerza magnética a través de la bobina. Esta dependencia, es conocida como ley de inducción electromagnética y se puede describir de la siguiente manera:

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

En el caso del experimento del generador eléctrico, el valor que se está modificando permanentemente es el ángulo que forma el campo magnético con el vector normal de la superficie de las bobinas, por ende, se presenta una variación de flujo magnético que produce una corriente inducida en el circuito eléctrico.

Los datos analógicos de uno de los inducidos del generador eléctrico fueron recolectados por medio de un sensor de voltaje y digitalizados a través de “*arduino*” en una hoja de Excel<sup>10</sup>, con el propósito de graficar los datos obtenidos y hacer un breve análisis sobre el fenómeno de estudio. Se puede observar en la gráfica que el voltaje máximo inducido en el circuito es de 1.76 V, suficientes para poner en funcionamiento los bombillos led que están soldados a las bobinas, e identificar de manera visual la presencia de corriente eléctrica en el inducido. Los resultados de esta digitalización de información se encuentran al final de la cartilla.

### **Motor eléctrico**

Materiales:

- Batería 9V.
- Imanes.
- Inducido.
- Codos de pvc.
- Rodamientos de patineta.
- Soporte metálico.

Montaje:

Sobre el soporte metálico se colocó el inducido, -encontrado en un depósito de chatarra- se ajustó con los codos de pvc y los rodamientos de patineta, de manera tal que tuviese la posibilidad de girar alrededor de su propio eje, con la menor fricción posible, debajo del inducido se instalaron unos imanes de neodimio, -extraídos de discos duros que ya no se usaban- posteriormente el inducido se conecta una batería de 9v mediante las escobillas del mismo, de manera tal que se genera movimiento mecánico gracias a la energía eléctrica almacenada en la batería producto de las reacciones químicas que tienen lugar dentro de la batería.

### **3.2 Cartilla educativa “Jugando aprendemos electricidad y magnetismo”.**

---

<sup>10</sup> Puede observar en los anexos, el registro fotográfico de la digitalización de datos del experimento.



# ¡Jugando, aprendemos electricidad & magnetismo!



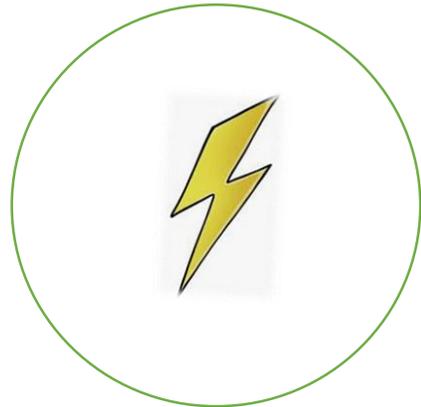
Cartilla educativa,  
para niveles de  
Educación básica  
secundaria

# Índice

-  Comportamiento magnético.
-  Inducción electromagnética.
-  Generadores eléctricos.
-  Motores eléctricos.
-  Digitalización de datos y gráficas.

# Inducción

Alguna vez te has preguntado, ¿de dónde llega la energía que usamos para poner en marcha los electrodomesticos de nuestra casa?



Ver tu serie de televisión favorita, jugar placidamente playstation, encender la bombilla de tu cuarto o usar la pc para estudiar tus temas de interes, son apenas algunas de las muchas actividades que desarrollamos en nuestro día a día. Muchos de nuestras herramientas, dependen de la energía electrica para su funcionamiento, si no te has hecho esa pregunta, *¡ es un buen momento para que lo hagas !*.

Los elementos entregados para el desarrollo de la clase, deben ser devueltos en el mismo estado que te son entregados.

**¡Cuidado a la hora de manipularlos!**

Nuestro amigo *magnemite* nos ayudara a encontrar respuestas a muchos de estos



## *Magnemite N. 081*

*Tipo: Eléctrico - acero*

*Categoría: Imán*

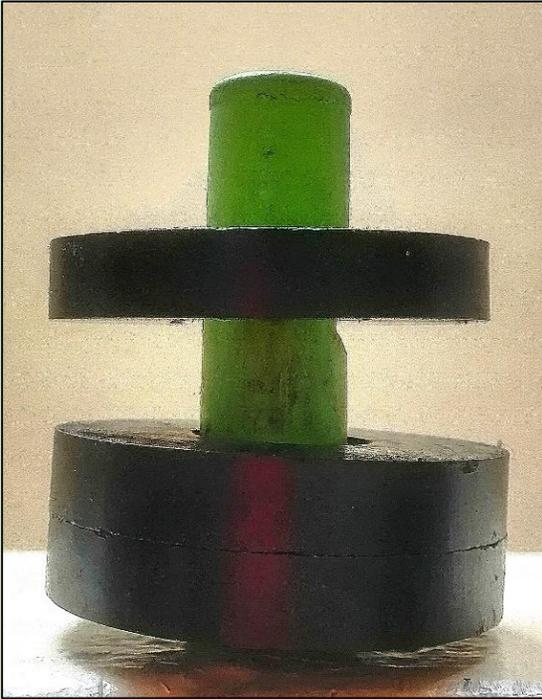
*Debilidad: Fuego*

*Habilidad: Robustez, Magnetismo*



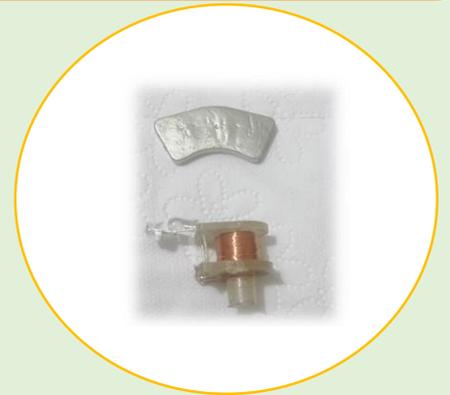
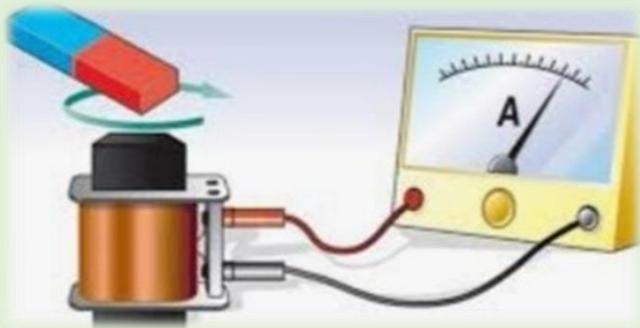
*¿Por qué crees que Magnemite es un Pokémon de tipo eléctrico?*

# Comportamiento magnético



¡Observa, manipula, describe y dialoga con tu grupo de trabajo sobre el comportamiento de los cuerpos.

# Inducción electromagnética



🌀 ¿Puedes encontrar alguna relación entre los objetos que están interactuando?, si es así ¡escribe lo que has encontrado!

# Generadores Eléctricos



🎮 Observa las siguientes imágenes

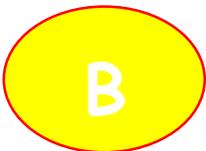
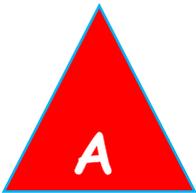
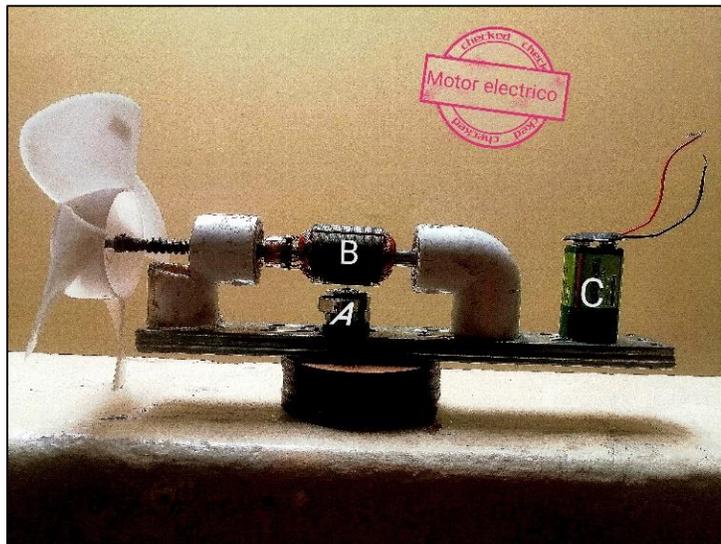


🎮 Encuentra las diferencias y escríbelas en el siguiente cuadro comparativo.

Empty space for a comparative table.

# Motor eléctrico

👁️ Observa la imagen e *identifica las partes que componen un motor eléctrico y describe la función que desempeña cada una de ellas.*

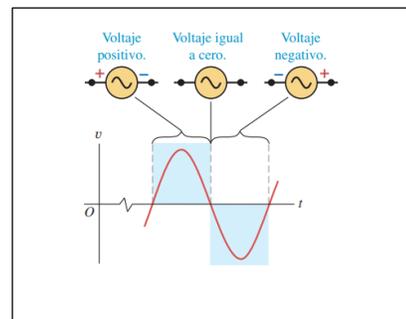


# Digitalización de datos y gráficas Excel



Un circuito de corriente alterna está conformado por elementos de circuito –capacitores, resistores, inductores- y una fuente de energía que proporciona un voltaje alterno  $\Delta V$ . Este voltaje, varía con el tiempo de acuerdo con la fuente, está descrito por:

$$\Delta V = \Delta V_{m\acute{a}x} \sin \omega t$$



Donde  $\Delta V_{m\acute{a}x}$  es el máximo voltaje de salida de la fuente de CA, o la amplitud de voltaje. (Serway-Jewett, pág., 283).

Una fuente de CA son los generadores eléctricos, -como el que se presenta en la cartilla de la estrategia didáctica. En una central eléctrica los grandes generadores reciben energía mediante trabajo externo, transforman la energía mecánica en eléctrica –gracias al fenómeno de inducción electromagnética- y esta es distribuida por medio de transmisión eléctrica, posteriormente es comercializada en la industria y los hogares de las poblaciones.

En las casas, cada toma de corriente es una fuente de corriente alterna, tanto la corriente como el voltaje cambian de forma sinusoidal con el tiempo, el voltaje es positivo durante la mitad del ciclo y negativo durante la otra mitad, como podemos observar en la figura anterior.

## CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 4.1 Metodología.

La propuesta de este trabajo de grado se enmarca dentro de una metodología de *Investigación Acción*, por medio de la cual se busca relacionar el experimento en el aula de clase, el entorno de los estudiantes y las posibles acciones transformadoras que ellos lleguen a proponer para mejorar problemas de su entorno social.

Se busca promover por medio del conocimiento científico cambios individuales y sociales, que ayuden a los estudiantes a comprender el fenómeno de la inducción electromagnética, lo importante que fue el desarrollo de este concepto para las sociedades de siglos atrás y sociedades del presente y lo significativo que será en el futuro el buen uso de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente la descontaminación de nuestra atmosfera, el buen uso de las fuentes energéticas, el desarrollo de las energías renovables y todos los factores que afectan nuestra cotidianidad que están íntimamente relacionados con el fenómeno de la inducción electromagnética.

John Elliott define la investigación acción como un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma, desde esta perspectiva la investigación acción es una reflexión que va orientado a desarrollar cambios de las acciones sociales, la combinación de conocimientos teóricos y conocimientos del contexto ayudan de forma significativa a comprender en niveles cada vez más profundos los problemas que aquejan a las comunidades. “Por medio de esta metodología, las acciones van encaminadas a modificar la situación una vez se logre una comprensión más profunda de los problemas”. (Metodología de la investigación educativa pág. 370).

### 4.2. Resultados, Sesiones I, II y III: Actividades, objetivo de la actividad y percepciones de aula.

El análisis de los resultados se desarrolló con ayuda del documento llamado diario de campo, elaborado dentro del espacio académico Práctica pedagógica IV, en él se encuentra información registrada sobre cada una de las sesiones en las que se desarrolló la implementación de la estrategia didáctica. Objetivos, análisis, actividades, elementos relevantes y observaciones de las sesiones de clase<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Cada una de las sesiones de clase tiene un tiempo estipulado de 80 minutos.

## SESIÓN I

### **Actividades.**

- Presentación de la cartilla “*Jugando aprendemos electricidad y magnetismo*”.
- Socialización de cada uno de los experimentos que se usaron en la sesión de clase.
- Cuidados que se deben tener a la hora de manipular los experimentos.
- Conformación de equipos de trabajo.
- Entrega de cartilla y materiales.
- Dialogo en el aula sobre las reflexiones alcanzadas en la sesión de clase.

### **Objetivo de la actividad.**

Observar, identificar y desarrollar las actividades propuestas en la cartilla, sobre los diferentes experimentos presentados en el aula de clase.

### **Percepciones de aula.**

Los experimentos cumplen con uno de los propósitos para los cuales fueron desarrollados, no se ha dado inicio a la sesión de clase y la mayoría de los estudiantes concentran su atención en los montajes experimentales, los muchachos más curiosos tratan de manipularlos de manera prematura, el ¿cómo?, el ¿por qué? y el ¿para qué? Llegan al aula de clase, esperados por el maestro en formación, pero claramente sin ser invitados, la curiosidad se toma las mentes de los entusiastas estudiantes y la atención que necesita el maestro para el desarrollo de la sesión ya la tiene a su favor para continuar con las actividades planeadas.

Sin embargo, las dificultades de no contar con un aula apropiada para el desarrollo de prácticas experimentales empiezan a ser evidentes desde el primer momento en el que se desarrolla la sesión de clase, y no hace falta mucho tiempo para que el material empiece a sufrir daños irreparables, imanes fracturados, circuitos averiados y bombillos destrozados hacen que se deba replantear la actividad para las sesiones venideras.

En el desarrollo de esta sesión de clase, se realizó un conversatorio en el aula sobre las percepciones que tenían los estudiantes alrededor de conceptos como electricidad, magnetismo y la relación de estos conceptos con su entorno, es muy interesante que a los estudiantes les parezca agradable desarrollar las sesiones de clase bajo el auspicio de estas dinámicas, diferente situación se presenta cuando se les solicita escribir todas aquellas ideas relevantes que se están o que se han venido trabajando en el aula de la clase, ¡allí los problemas aparecen! Y los jóvenes ya parecen no ser tan entusiastas con las dinámicas propuestas.

En la primera sesión de clase, se trabajó arduamente en desarrollar una evaluación sobre el estado inicial de los procesos argumentativos en ciencias -orales como escritos- por medio de la observación el análisis y la descripción de los experimentos propuestos en la cartilla.

En la descripción del primer experimento llamado comportamiento magnético se pueden apreciar ideas que tienen algunos estudiantes sobre el comportamiento magnético de los imanes, sobre ello un grupo especula, *“que los imanes pueden volar”*, otros dicen que el comportamiento que están observando es producto de *“magia”*, sin embargo, algunos estudiantes parecen estar más familiarizados con las características de estos interesantes objetos, los anteriormente descritos hablan de polos magnéticos, de flotación y de una interacción muy particular de esos interesantes cuerpos, en sus palabras:

*“Los imanes tienen unas líneas que son las que muestran el magnetismo, al ser del mismo polo se repelen, hacen que el imán flote, al ser diferente polo los imanes se atraen, quedando pegados con mucha fuerza” Valery Rodriguez, Brayan Chavez, Dylan Fagua, estudiantes de 802.*

En esta descripción encontramos palabras con un alto grado de asertividad, por medio de ellas se podría llegar a desarrollar una buena descripción del comportamiento de los objetos imantados. Palabras como *“polo”, “atracción”, “Fuerza” y “repulsión”* evidencian la presencia de conocimientos previos, por parte de los estudiantes de este grupo de trabajo.

En la descripción del segundo experimento llamado Inducción electromagnética, se realiza una pregunta. ¿Puedes encontrar alguna relación entre los objetos que están interactuando?, si es así ¡escribe lo que has encontrado! Las respuestas de los estudiantes son llamativas, sin embargo, más interesantes son los diálogos que se pudieron apreciar en el desarrollo de la sesión. A continuación se presentan algunas apreciaciones.

*“Cuando el imán choca con el clavo, emite sonido y este a su vez crea energía “elétrica” que pasa a través del cable de cobre y a su vez se transmite a las varas de metal finalmente llega al bombillo” Jorge Leonardo Ortiz, Anarlic Chirilos, Manuel Dugarte, Jhonatan Arley Gonzalez, estudiantes de 802.*

En la anterior descripción, se puede evidenciar que el grupo de trabajo aborda algunos conceptos importantes a la hora de describir e interpretar el fenómeno, ejemplo de ello es tener presente el elemento constituyente primario del material del bobinado, cuando mencionan *“el cobre”*, se puede apreciar algunos conceptos con los que los estudiantes están familiarizados -por medio de su experiencia- particularmente con materiales conductores y materiales aislantes, concepto importante en el estudio de los fenómenos electromagnéticos. Otro aspecto que llama la

atención es la equivalencia que propone el grupo de trabajo entre el “sonido” y “la energía” y como esta se “transmite por medio de la vara de metal” para finalmente hacer que se prenda el bombillo.

El Generador Eléctrico, fue el experimento en el que los estudiantes depositaron principalmente su atención, “*está una chimba esta cosa*” decía el estudiante Ortiz cuando tuvo la posibilidad de interactuar con el objeto, este experimento en particular tiene la cualidad de fascinar a grandes y a chicos, todos los grupos tienen algo que decir y que escribir sobre este particular dispositivo, información registrada en las cartillas. La actividad en esta ocasión, consiste en desarrollar un cuadro comparativo por medio del cual los estudiantes encuentran las diferencias entre dos fotografías que reflejan distintos momentos de nuestro generador eléctrico. Uno de los grupos escribe lo siguiente.

QUIETO	MOVIMIENTO
1) Cuando está quieto los bombillos del imán no prenden. 2) Para que prendan los bombillos los spiners deben estar en diferente dirección. 3) Si no hay movimiento no hay energía.	1) Cuando se mueve el primer spiner las luces se encienden. 2) Los dos se mueven en distinta dirección. 3) Se necesita un punto de apoyo como el tornillo para moverse. 4) La electricidad se crea con movimiento que fluye hasta que las luces se prenden.

*Johan S. Gonzalez C – Nestor Leal M. estudiantes de 802.*

Analizando este cuadro comparativo, se puede inducir -basándonos en las afirmaciones de los estudiantes- que, por medio de la observación del experimento, los estudiantes logran establecer una relación entre el movimiento y la energía, teniendo en cuenta que en clases anteriores –previas a la implementación de la estrategia didáctica- se habían estudiado conceptos como velocidad, aceleración y de manera general el movimiento de los cuerpos.

Otra observación interesante, es la número dos del recuadro que los estudiantes denominan “*de movimiento*”, allí los estudiantes concluyen que “*Los dos –cuerpos que tienen la posibilidad de girar alrededor de su propio eje- se deben mover en direcciones opuestas*” ellos han descubierto que los spiners se deben mover de esa forma en particular para lograr apreciar de forma significativa el fenómeno de inducción electromagnética, pues durante la manipulación del artefacto, hicieron girar los spiners con la misma velocidad –en magnitud y dirección-, y pudieron

evidenciar que cuando ello sucede el fenómeno de inducción no es apreciable los bombillos led. Esto es muy importante porque da cuenta de la naturaleza del movimiento relativo. La posibilidad de manipular los experimentos, conduce a los estudiantes a desarrollar profundas reflexiones sobre la naturaleza de los fenómenos, muestra de ello son los análisis que hacen durante el desarrollo de la actividad.

## SESIÓN II

### Actividades

Cuidados que se deben tener a la hora de manipular los experimentos.

Contextualización del trabajo realizado en la sesión anterior.

Entrega de cartilla y elementos de trabajo.

Dialogo en el aula sobre las reflexiones alcanzadas en la sesión de clase.

### Objetivo de la actividad

Observar, identificar, describir y comparar los análisis realizados anteriormente con los nuevos conceptos desarrollados en clase – líneas de fuerza y campo.

### Percepciones de aula.

Teniendo en cuenta el daño que sufrieron muchos de los implementos usados en la sesión #1, la maestra tutora de la práctica IV decidió colocar una de regla a los estudiantes. Buscando que el buen trato del material experimental fuese primordial durante el desarrollo de la sesión, al terminar la clase, se probara el correcto funcionamiento de cada uno de los implementos y ello formara parte de la calificación de las actividades.

Se desarrollaron mapas mentales –uno por cada grupo de trabajo-, el propósito era retroalimentar las actividades propuestas en la sesión anterior, particularmente recordar las características observables en cada uno de los experimentos presentados, haciendo uso de las ideas más relevantes, reflexionamos sobre los conceptos que se consideraron más importantes, como el de las líneas de fuerza que se pueden “observar” y caracterizar en uno de los experimentos planteados, tratando de establecer algún tipo de relación entre las líneas y el concepto de campo al cual se quiere llegar, ya que este, es muy importante para poder comprender el concepto de inducción electromagnética.

En esta sesión, el maestro en formación buscó una manera de consensuar explicaciones lógicas desde una perspectiva científica con las observaciones y los análisis desarrollados por los estudiantes en cada uno de los experimentos trabajados en la clase, conceptos como las líneas de fuerza y el campo magnético fueron el eje central en el desarrollo de esta sesión, razón por la cual

los esfuerzos se concentraron en tratar de describir al detalle los primeros dos experimentos presentados en la cartilla la clase anterior, a los que se les llamo comportamiento magnético correspondientes a la página # 4 de la cartilla.

En el desarrollo de la segunda sesión de clase, trabajamos arduamente en los experimentos del comportamiento magnético, el propósito era tratar de describir con mayor precisión las características del fenómeno observado, algunos grupos de trabajo trataron de realizar mediciones con el experimento que ellos llamaron “*Flotación magnética*”, algunas de las conclusiones a las que llegaron fueron muy asertivas, otras debían seguirse trabajando en el desarrollo de la sesión y a veces se lograba detectar que faltaba precisión a la hora de plasmar las ideas de los muchachos en pequeños párrafos escriturales:

*“mientras más corta es la distancia la fuerza es mayor, si los polos son diferentes se atraen, los imanes tienen una fuerza magnética que se puede ver en las líneas magnéticas”*

*Kamila Fuentes – Samuel barranco – Darwin Diaz – Marlon Cruz – Karen Rodriguez.*

*Estudiantes de 802*

En esta sesión se habla sobre la relación que existe entre la fuerza magnética y la distancia de los imanes del experimento, sobre ello el grupo conformado por Kevin Campos y Nicol ortega -del curso 802- concluyó que “*la fuerza aumenta cuando la distancia disminuye ( $F = 1/d$ ), y también que si la distancia aumenta podemos sentir menos fuerza en el imán flotante, cuando los polos son iguales (+,+) (-,-) se repelen pero cuando los polos son diferentes se unen*” La expresión matemática que proponen es muy interesante, es una buena aproximación a la hora de tratar de comprender lo que implica describir experimentalmente una equivalencia como la que han encontrado en medio de sus análisis experimentales.

Se propuso como actividad de aula, establecer posibles relaciones entre los dos experimentos de comportamiento magnético, allí, se habló de un nuevo concepto; “*el campo*”, se tuvieron en cuenta aspectos históricos, los personajes que trabajaron en la creación de las ideas que se encuentran detrás de la teoría y aspectos relevantes que decantaron en cavilaciones de aula, producto de la reflexión histórico-crítica que se desarrolló dentro del trabajo investigativo.

En el aula de clase se describe el campo como un concepto alternativo del cual se valen algunos científicos para explicar la interacción entre cuerpos; desde esta perspectiva el campo transforma el espacio circundante, precisamente allí se alojan las líneas de fuerza, y es ese espacio transformado el que tiene la posibilidad de interactuar con otros objetos, en este caso los objetos son los imanes, de donde emanan líneas de fuerza magnética, y esas líneas de fuerza son las que interactúan con otras líneas de fuerza que también transforman el espacio pero que salen de otro

objeto con propiedades magnéticas. El concepto de campo es muy interesante ya que ofrece explicaciones alternativas a los fenómenos de interacción entre cuerpos, como por ejemplo las atracciones gravitacionales, sin embargo, no se profundiza sobre el tema, pero las ideas desarrolladas a lo largo de esta sesión de clase se pueden observar en las oraciones escritas por los grupos de trabajo en las cartillas.

### SESIÓN III

#### **Actividades.**

Cuidados que se deben tener a la hora de manipular los experimentos.

Contextualización del trabajo realizado en la sesión anterior.

Entrega de cartilla y elementos de trabajo.

Dialogo en el aula sobre las reflexiones alcanzadas en la sesión de clase.

#### **Objetivo de la actividad.**

Observar, analizar, describir y construir oraciones lógicas y coherentes aplicando los conceptos vistos en sesiones anteriores y aplicarlos a los fenómenos de estudio en la presente clase.

#### **Percepciones de aula.**

Para la tercera sesión de implementación de la estrategia didáctica, se trabajó en los experimentos 3, 4, 5 y 6 propuestos en la cartilla, estos experimentos son todos aquellos relacionados con el fenómeno de inducción electromagnética. Habiendo ya trabajado en sesiones anteriores en la comprensión del concepto de campo, se pretende en esta sesión poder relacionar dicho concepto con el fenómeno de inducción electromagnética, la idea es que al final de la sesión los chicos puedan comprender que es posible inducir una corriente en un circuito eléctrico mediante el cambio de un campo magnético, es decir mediante la variación de las “líneas de fuerza”.

Sobre el análisis del experimento #4 uno de los grupos afirma que:

*“De los imanes salen líneas de fuerza, si esas líneas de fuerza se mueven cerca del alambre el bombillo se ilumina, si las líneas están quietas el bombillo no funciona. Al parecer es la fricción la que prende el bombillo, si hay fricción prende el bombillo o ¿Puede ser el sonido?, ¿Son las líneas de fuerza en movimiento!” Ana Victoria Torres – Leonardo Salas – Sebastian Juarez – Nikol Diaz – Ivanna Hernandez – Samuel Varon. Estudiantes de grado 802.*

En este momento de la implementación se puede apreciar el uso de nuevas palabras en las descripciones realizadas por los estudiantes, un vocabulario más adecuado en el desarrollar las descripciones de los experimentos, pero no solo ello, se pueden identificar en el escrito del grupo, un análisis fenomenológico más riguroso e interpretaciones mucho más elaboradas, existe

coherencia entre las ideas, e incluso se llegan a plantear conjeturas o hipótesis, “¿Puede ser el sonido?” Se pregunta el grupo de trabajo, se refieren al sonido producto de la fricción entre el roce del imán y el núcleo sólido de la bobina.

Ese tipo de cuestionamientos son los que enriquecen el trabajo de aula, ya que ese es uno de los principales objetivos del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en la escuela, desarrollar el pensamiento científico en los estudiantes, demanda crear hipótesis, proponer experimentos que puedan ser analizados con el objetivo de corroborar o no las hipótesis planteadas previamente, como dice Richard Feynman, “Necesitamos enseñar a que la duda no sea temida, sino bienvenida y debatida. No hay problema en decir; no lo sé”.

*“El movimiento de imanes, produce electricidad, los generadores eléctricos funcionan gracias al movimiento del agua que mueven grandes imanes y producen energía que llega al colegio y a nuestra casa” Kevin Campos – Nicol Ortega, estudiantes de 802.*

Para Kevin y Nicol estudiantes de grado 802 del colegio Francisco primero, el estudio del fenómeno de inducción electromagnética, puede ser significativo ya que reconocen implícitamente en sus escritos, que es gracias a este fenómeno físico pueden disfrutar de algunas comodidades, tanto en el colegio, como en sus casas, a su vez entienden que es gracias a la fuerza motriz de un gran cuerpo de agua que este tipo de transformaciones energéticas pueden suceder, seguramente con el paso de los días relacionaran la producción de energía eléctrica con la producción de gases de efecto invernadero y posiblemente sean sujetos más conscientes con el uso de recursos naturales.

Para el maestro en formación es un gran logro, que este tipo de reflexiones se den en el aula de clase, ya que son producto del trabajo realizado, establecer conexiones entre la ciencia, la cultura y el contexto de los estudiantes es uno de los vínculos más grandes que se tienen que dar en las aulas de clase, formar ciudadanos más conscientes del cuidado y el uso de los recursos naturales es trascendental tanto en el presente como en el futuro.

Crear conciencia en los ciudadanos del futuro sobre los efectos de uso desmedido de recursos naturales es importante en un mundo permeado de tecnología que llega a cantaros desde otros lugares del planeta. ¿Cuál es el costo ambiental que tenemos que pagar por todas aquellas comodidades? Son preguntas que deberían tener un espacio de reflexión dentro de las aulas escolares, la transición energética, el cambio climático, la deforestación de la amazonia, la demanda exponencial por recursos energéticos fósiles, y todos aquellos temas que nos ayuden a desarrollar pensamiento científico deberían llevarse con mayor frecuencia al aula de clase.

### 4.3 Reflexiones pedagógicas *¿Evaluar lo aprendido o evaluar para aprender?*

Alonzo Sánchez y Gil Pérez desarrollaron un estudio sobre prácticas evaluativas, en este afirman que, para la mayor parte del profesorado la evaluación es fundamental, no precisamente por el papel que desempeña en la formación de ciudadanos, sino más bien, por la capacidad que tiene para “*medir el aprendizaje de estudiantes*”, -como si se tratara de un instrumento por medio del cual se le da valor a una magnitud física- y la facilidad que ello implica en la asignación de un número por medio del cual se pueda clasificar a los sujetos, evitando todo aquello que pueda dar lugar a respuestas que carezcan de precisión, tan necesarias durante los procesos de aprendizaje.

¡Evaluar no es calificar! la evaluación va más allá de la cuantificación, es un proceso muy complejo que requiere mucha más experticia por parte del docente, en ocasiones los estudiantes llegan a creer que la evaluación es consecuencia de una mala conducta y la relacionan con un castigo. Esta percepción errónea comienza a desarrollarse en los primeros niveles de escolarización, donde los niños y niñas se encuentran con una escuela que los educa en función de calificaciones, estímulos –positivos o negativos- que son otorgados por maestros encargados de su formación inicial.

En las áreas relacionadas con la ciencia, dichas prácticas son aún más recurrentes, ya que existe el tabú de que se puede evaluar con mayor objetividad y precisión estas materias por medio de exámenes tradicionales.

Los estudiantes deberían plantearse como propósito fundamental, ¡enriquecer sus conocimientos! y no usarlos para aprobar exámenes, al fin y al cabo, el objetivo de pasar por un sistema educativo es formarse para la vida, ya que probablemente sí el conocimiento es adquirido con el ánimo de aprobar un examen, seguramente no será significativo en la vida de los educandos y se olvidará rápidamente.

Los estudios, parecen indicar que las ideas y quehaceres de los docentes sobre las prácticas evaluativas se muestran reacias al cambio, -como si se tratase de un sistema dotado con cierta cantidad de inercia- es menester de los maestros investigadores en el aula de clase tomar distancia con respecto a las concepciones tradicionales de la evaluación, y pensar en instrumentos que inviten a la reflexión, tanto de maestros como de estudiantes.

Dentro de un proceso evaluativo formativo, el maestro debe considerarse responsable de los resultados que sus estudiantes obtengan y la invitación es a situarse con los estudiantes y no frente a ellos. Desde esta perspectiva la evaluación formativa se caracteriza por ser reflexiva, en este tipo de evaluaciones se planean tareas con el ánimo de favorecer el aprendizaje, –tanto del estudiante como del maestro- contribuir en su mejora, incluso ajustar el plan de estudio, de manera

tal que se desarrollen contenidos disciplinares del interés propio de los estudiantes y así tratar de alcanzar los logros presupuestados, aquí los juicios de valor son reemplazados por otras dinámicas propias de los procesos reflexivos, que es la esencia de la evaluación formativa.

El papel fundamental de la evaluación es incidir positivamente en el proceso de aprendizaje, es por esto que ha de tratarse de una evaluación a lo largo de todo un proceso y no de valoraciones terminales, se trata, en definitiva, de lograr una total confluencia entre las situaciones de aprendizaje y de evaluación.

## **CONCLUSIONES**

La construcción del material experimental, la elaboración de la cartilla y el desarrollo de la reflexión histórico-crítica sobre el desarrollo del concepto de campo, se convirtieron en actividades que fortalecieron significativamente mi proceso de formación como docente investigador en enseñanza de las ciencias naturales. Gracias a toda esta bonita experiencia, se reconocieron muchos aspectos disciplinares que antes no había tenido la posibilidad de profundizar, precisamente como toda aquella historia vinculada al desarrollo del concepto de campo.

La recursividad que demandaron los diferentes montajes experimentales deja grandes lecciones para la futura labor docente, pues en los depósitos de chatarra, incluso en la “*basura*” se encuentran elementos muy interesantes que pueden ser reutilizados en el desarrollo de material experimental, con el propósito de llevarlo al aula de clase para fortalecer habilidades del pensamiento por medio del estudio de dichos montajes.

Pedagógicamente, la implementación de la estrategia didáctica fue una actividad llena de grandes retos. Un escenario es el que se presenta en los seminarios –particularmente- de pedagogía, el cual dista un poco de la realidad que está alejada de ese escenario utópico; los contextos que se encuentran en un aula regular de educación básica secundaria demandan gran paciencia, experiencia y en ocasiones mucha resiliencia por parte del orientador del espacio académico.

Las socializaciones después de cada una de las sesiones desarrolladas fueron enriquecedoras para todos los integrantes del aula de clase, por medio de ellas, se pudieron establecer relaciones existentes entre el fenómeno físico estudiado y el contexto global actual. En estos espacios reflexivos, se fortalecieron habilidades discursivas, y se dialogó sobre algunos problemas cuyo análisis resulta pertinente en la actualidad; el que mayor inquietud causó en los estudiantes fue el cambio climático, pues ellos son conscientes de que en muchos lugares del

planeta se produce energía eléctrica utilizando como materia prima combustibles fósiles, que se convierten en un gran foco emisor de gases de efecto invernadero mediante el proceso de combustión que tiene lugar en grandes centrales termoeléctricas.

Se percibe que, durante el desarrollo de las sesiones de clase, las producciones argumentativas de los estudiantes evolucionaron de forma positiva, la mayoría de los jóvenes participaron continuamente en cada una de las actividades propuestas, el vocabulario, los análisis, las descripciones que desarrollaron en la última sesión son producto del trabajo de sesiones previas. Aprender a argumentar es un proceso que demanda años de trabajo constante, sin embargo, a lo largo de estas tres sesiones de clase en las que se desarrolló la implementación de la estrategia didáctica, se pudo percibir un balance positivo en la calidad de las producciones argumentativas, particularmente la habilidad discursiva; esto se evidencia al contrastar los ejercicios escriturales previos, y posteriores, a la implementación de la propuesta.

La cartilla sirvió como guía para el abordaje de los montajes experimentales y constituyó un recurso importante en el desarrollo de la propuesta, ya que facilitó la participación del grupo de estudiantes durante el proceso de implementación. El gran reto fue hacer que algunos de esos montajes experimentales funcionaran fehacientemente, más aún cuando el propósito era desarrollar material didáctico utilizando material de fácil acceso o en la medida de lo posible materiales reciclables, ejemplo de ello son los imanes de neodimio que en un 100% fueron recuperados de los discos duros que ya no se usan, o los inducidos utilizados en el generador que se extrajeron de amplificadores de sonido.

Los temas abordados en el aula de clase resultaron de utilidad para los estudiantes en otros espacios académicos, como el de Pensamiento científico, ya que allí los estudiantes debían presentar proyectos grupales por medio de los cuales se plantearan soluciones a problemas sociales, y, muchos de los educandos que participaron en la implementación de la estrategia didáctica, vieron la posibilidad de desarrollar su proyecto de aula con base en el estudio del fenómeno de inducción electromagnética; este es el caso de Samuel Varón estudiante de 801, quien pensó en desarrollar un cargador de celular por medio del movimiento de su bicicleta, proyecto en el que está trabajando arduamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Arteaga, E. G. (2012). Análisis histórico-crítico del fenómeno eléctrico. Hacia una visión de campo. 18.
- Ayala, M (1999). Enseñanza de la física para la formación de profesores de física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Berkson, W. (1985). *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein*. Madrid, España: Alianza .
- Candela, A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. México, Centro de Investigación y Estudios Avanzados.
- Callejas, R. (2008). *Desarrollo de habilidades de pensamiento científico en estudiantes sordos de grado séptimo de aula integrada*. Bogotá: Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Candia, F. (2019). *Estudio de la electricidad desde los trabajos realizados por Michael Faraday: Historia y Experimentación en el aula*. Bogotá: Departamento de física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Feynman, R. (1963). *Física*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Feynman, R. (1969). What is science? *Polis Revista Latinoamericana*.
- Garay, F. R. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias. *Ciencia y Educación*, 51 - 62.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Toronto: Investigación y experiencias didácticas.
- Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Investigación y experiencias didácticas.*, 299 - 313.
- Jimenez, J. (2019). *Consideraciones experimentales para la enseñanza de la física: Transformación del movimiento en corrientes electricas*. Bogotá: Departamento de física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Magendzo, A. (1997). *Curriculum, educación para la democracia en la modernidad*. Santiago de Chile: OHCHR Library.
- Malagón Sánchez, J. F., Ayala Manrique, M. M., & Sandoval Osorio, S. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Pedagógica.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares para el área de ciencias naturales*. COLOMBIA.

- Moreno, F. (2013). *Aprender y enseñar a argumentar: Una secuencia de enseñanza alrededor del fenómeno de movimiento de proyectiles*. Bogotá: Departamento de física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Orozco, J. C. (2005). *Los Estudios Históric-Críticos y la Enseñanza de las Ciencias. Atajos y Desviaciones*.
- Osborne, J. (2007). *Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. Documentos: "Argumentación en el salón de clases"*.
- Romero, A. (2017). *El experimento en la clase de ciencia.*, Medellín: Universidad de antioquia.
- Segura, D. (2007). *Las Actividades Totalidad Abiertas, una propuesta para la comprensión de nuestra realidad en un mundo globalizado. IX Congreso Nacional de Ciencias*, (pág. 17). San José.
- Suárez, H. (1995). *Educación y democracia, un campo de combate*. Bogotá: Omega.
- Serway, R. (2009). *Física electricidad y magnetismo*. México D.F: CENGAGE Learning.
- Uribe, A. (2014). *Diseño de experimentos para la enseñanza de los conceptos de carga eléctrica y campo eléctrico*. Bogotá: Departamento de física, Universidad Pedagógica Nacional.
- Zuleta, E. (1978). *Educación y filosofía*, Bogotá, Universidad Libre.

## ANEXOS



Robero: El estudiante más curioso del aula de clase, sueña con ser operador de un reactor nuclear, diagnosticado con síndrome de Asperger, me permitió reconocer e identificar algunas de las dinámicas propias de sus procesos de aprendizaje. Se involucró de forma activa en cada una de las sesiones de clase, sus cuestionamientos fueron siempre retadores, convirtió cada experiencia en un pretexto para jugar, analizar, explorar, compartir y cuestionar, fortalece sus procesos discursivos continuamente, además de ser un muy buen conversador.



Experimentos de inducción electromagnética, bobinas conectadas a un galvanómetro y a un bombillo led, en los dos experimentos se induce corriente eléctrica, cuando el flujo magnético generado por el campo de los imanes cambia con el tiempo.



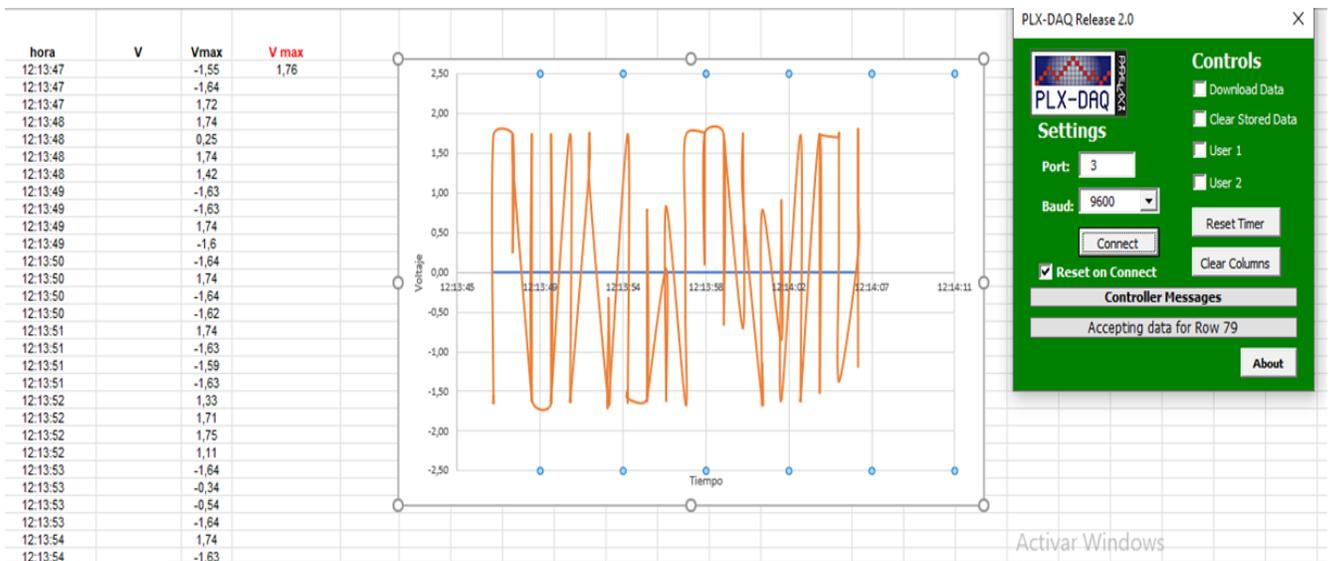
Samuel y Jonathan dos estudiantes de grado octavo, juegan con un generador eléctrico que cautiva, sorprende y sirve de pretexto para motivar a los estudiantes a descubrir los secretos que esconde la naturaleza detrás del funcionamiento de este dispositivo.

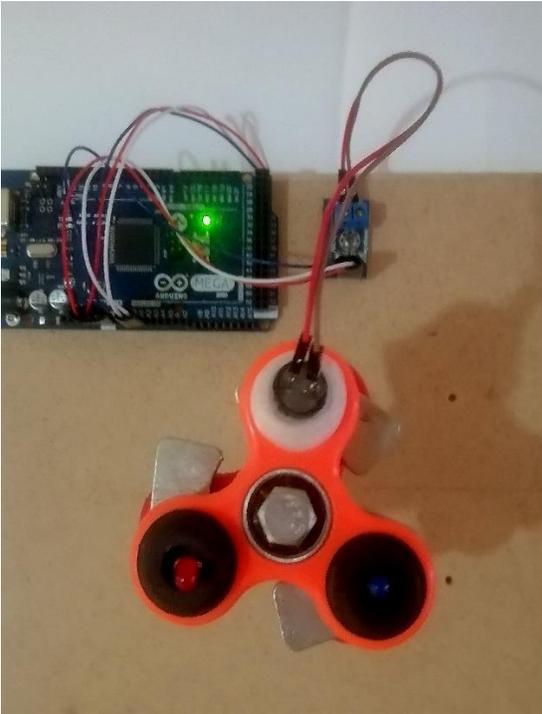


El maestro en formación dialogando con un grupo de estudiantes del grado 802, sobre la construcción, el funcionamiento y lo importantes que son los motores eléctricos en la modernidad. *¿Cómo es su funcionamiento?, ¿Cuáles son los elementos que los componen?, ¿Para qué fueron desarrollados?, ¿Cuáles son sus principales usos?, ¿.....etc.*



Profesora tutora y maestro en formación explican en clase de física fenómenos magnéticos por medio de imanes en forma de anillo, obtenidos de altavoces que ya no funcionan pero que muchas de sus partes se pueden utilizar en el desarrollo de montajes experimentales para explicar fenómenos físicos. Los curiosos estudiantes manipulan los experimentos de manera tal que puedan describir los fenómenos con mayor precisión para su posterior análisis.





**Tabla de datos y grafica de Voltaje vs Tiempo.** La digitalización de datos se realizó por medio de un programa desarrollado en arduino, para ello fue necesario un sensor de voltaje que realizaba mediciones en cortos intervalos de tiempo de manera tal que se obtuvieran voltajes con la mayor precisión posible, ello, con la intención de graficar los resultados y analizar lo que estaba sucediendo con el generador eléctrico en cada instante de tiempo.



Materiales necesarios para la elaboración de un motor eléctrico, imanes, inducido, soporte y baterías.





Líneas de fuerza magnéticas, en este experimento se usaron limaduras de hierro mezcladas en aceite de cocina de manera tal que se creó una sustancia ferromagnética capaz de crear figuras increíbles al interactuar con campos magnéticos de imanes de neodimio.

Evidencias del trabajo desarrollado en el aula de clase.

Jueves 29 = 2.0

**Índice**

- ☉ Comportamiento magnético.
- ☉ Inducción electromagnética.
- ☉ Generadores eléctricos.
- ☉ Motores eléctricos.

Ana Fernanda Bonafet Arias 802  
 Camilo Andrés Gómez Marquet 802  
 Emily Dohmann Zamora Espinoza 802  
 Erika María González Lima 802  
 Evelyn Carreras 802  
 Brenda Torres 802  
 John Lezano 802

Nuestro amigo *magnemite* nos ayudara a encontrar respuestas a muchos de estos interrogantes.



**Magnemite**

Tipo: Eléctrico y acero  
 Categoría: Imán  
 Debilidad: Fuego  
 Habilidad:

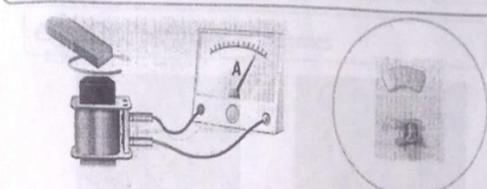
☉ ¿Por qué crees que Magnemite es un Pokémon de tipo eléctrico?

no hace foto de sí mismo

Porque esta en movimiento genera fricción y hace que tenga energía pero necesita que los dos objetos estén en diferente dirección o sentido contrario.

Magnemite es un pokemon eléctrico por que en el fondo el magnetismo es electricidad, son la misma cosa

## Inducción electromagnética

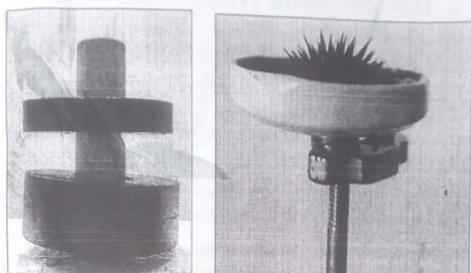


¿Puedes encontrar alguna relación entre los objetos que están interactuando?, si es así describe lo que has encontrado!

El imán al tener fricción con el alambre genera una corriente eléctrica que gracias a que el alambre es un buen conductor de electricidad produce que el bombillo genere luz.

El tornillo hace que el efecto sea más evidente debido a que el campo magnético tiene movimiento. El movimiento hace que el bombillo se prenda **Copia**.

## Comportamiento magnético



¡Observa, manipula, describe y dialoga con tu grupo de trabajo sobre el comportamiento de los cuerpos!

Los imanes generan polos representados por líneas gracias a ellos podemos identificar cuál es la fuerza de atracción del imán.

Las líneas de fuerza se ven espeluznantes, son imaginarias y es lo que hace que los imanes estén separados en la foto 1.

## Motor eléctrico

Observa la imagen e identifica las partes

**Polos Magnéticos**

Un campo Magnético es algo creado por el constante movimiento de cargas eléctricas.

**Tierra**

El campo terrestre es el campo magnético que se extiende del núcleo de la tierra.

**Imanes**

**Polos magnéticos**

Es el conjunto de puntos del globo terrestre que se halla ubicado en los polos y que debido al campo magnético de la tierra, ejerce atracción sobre los elementos imantados.

**Transición energética**

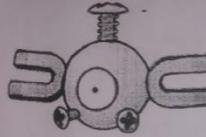
Es el conjunto de cambios en los modelos de producción, distribución y consumo de la energía, para evitar las emisiones de gases de efecto invernadero. Es el principal objetivo climático, es el núcleo del Acuerdo de París.

## Índice

- Comportamiento magnético.
- Inducción electromagnética.
- Generadores eléctricos.
- Motores eléctricos.

Kamila Alejandra Fuentes 801  
Samuel Bernarico  
Dermis Dize  
Marlon Cruz  
Karen Rodriguez

Nuestro amigo **magnemite** nos ayudara a encontrar respuestas a muchos de estos interrogantes.



### Magnemite

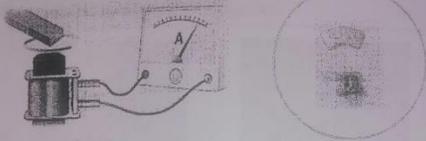
Tipo: Eléctrico y acero  
Categoría: Imán  
Debilidad: Fuego  
Habilidad:

### ¿Por qué crees que Magnemite es un Pokémon de tipo eléctrico?

Magnemite es un pokemon tipo eléctrico porque nacio en las zonas eléctricas y genero esa electricidad por el acero de su cuerpo

Magnemite es eléctrico porque en el mundo microscópico las electrones giran y como están cargados producen magnetismo

## Inducción electromagnética

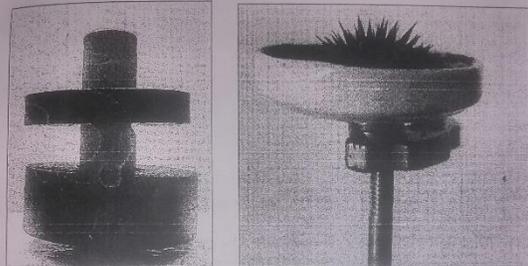


¿Puedes encontrar alguna relación entre los objetos que están interactuando?, si es así describe lo que has encontrado!

Pues que al movimiento de los imanes encontramos choques de energía

los imanes hacen líneas de energía que se mueven y hacen que el bombillo encienda o se mueva la aguja

## Comportamiento magnético



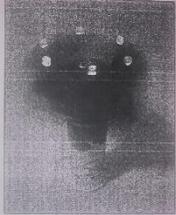
¡Observa, manipula, describe y dialoga con tu grupo de trabajo sobre el comportamiento de los cuerpos

que cuando queremos que los imanes hagan contacto el imán de primeros no se chocan entre si porque mientras más cerca de los imanes es la fuerza es mayor, y si es una fuerza mayor están juntos o cerca o si están lejos menos fuerza. los polos de los imanes si son diferentes se atraen. los polos de los imanes si son los mismos tiene una fuerza magnética que permite a los polos repelerse y líneas magnéticas.

los generadores usan energía mecánica para mover imanes que transforman energía eléctrica que usamos en la casa y en el colegio

## Generadores Eléctricos

🕒 Observa las siguientes imágenes

🕒 Encuentra las diferencias y escríbelas en el siguiente cuadro comparativo.

quieto	movimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>* cuando está quieto los bombillos del imán no prenden.</li> <li>* Para que prendan los bombillos los spines deben estar en diferente dirección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* cuando se mueve el primer spine las luces se encienden.</li> <li>* Los ejes se mueven en distinta dirección.</li> <li>* se necesita un punto de apoyo como el tornillo para moverse.</li> </ul>

Jueves 29 = 4.0

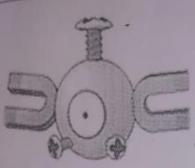
## Índice

- 🕒 Comportamiento magnético.
- 🕒 Inducción electromagnética.
- 🕒 Generadores eléctricos.
- 🕒 Motores eléctricos.

Valery Angel Rodriguez ✓ Dylan A. Fagva A.  
 Johan S. Gonzalez C. ✓ Brayun Chavez G.  
 Victor S. Teal ✗

Heñi Karol Méndez Prado  
 22 SEP 2022  
 Lic. en Química  
 Universidad Distrital

Nuestro amigo **magnemite** nos ayudara a encontrar respuestas a muchos de estos interrogantes.



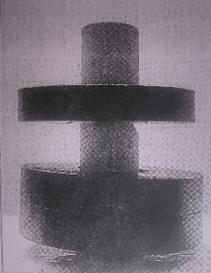
🕒 **Magnemite**

Tipo: Eléctrico y acero  
 Categoría: Imán  
 Debilidad: Fuego  
 Habilidad:

🕒 ¿Por qué crees que Magnemite es un Pokémon de tipo eléctrico?

Nosotros creemos que Magnemite es tipo eléctrico por que las imanes generan un energía electromagnética y pueden conducir la electricidad y magnemite al tener imanes y tornillos cumple con estas características.

## Comportamiento magnético




🕒 Observa, manipula, describe y dialoga con tu grupo de trabajo sobre el comportamiento de los cuerpos

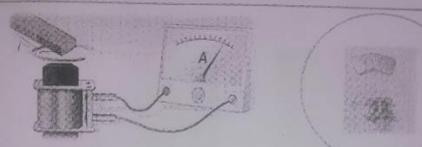
Los imanes tienen unas líneas que son lo que se muestra el campo magnético, al ser del mismo polo se repelen, haciendo que el imán se aleje, al ser de diferente polo se atraen, pegándose con mucha fuerza.

De las cosas importantes son la fuerza y la distancia, entre mayor distancia menor fuerza y viceversa, además en los imanes un campo magnético que son las líneas que hay alrededor.

Los campos son importantes para explicar fenómenos de interacción entre cuerpos como los nombrados por la gravedad, ejemplo los cuerpos en caída o los cuerpos eléctricos, también fue el que paso en una línea de campo magnético.

Keston S. Jaramilla ✓  
 DCF ✓  
 campo magnético ✓  
 cuerpo en caída ✗

## Inducción electromagnética



¿Puedes encontrar alguna relación entre los objetos que están interactuando?, si es así descríbela lo que has encontrado!

El imán interactúa con un cable eléctrico en el cual por un lado del imán se prende el led rojo y al otro el azul. Es ya que, la electricidad va en direcciones contrarias, por un lado llega más rápidamente por el lado y por el otro la corriente va a llegar al led rojo y luego al azul.

El imán hace que el cable sea más conductivo, gracias al movimiento del campo magnético o que la corriente prende el led rojo si no hubiera esa corriente simplemente no habría corriente.

Material de apoyo con respecto al trabajo

## Generadores Eléctricos

Observa las siguientes imágenes




Encuentra las diferencias y escríbelas en el siguiente cuadro comparativo.

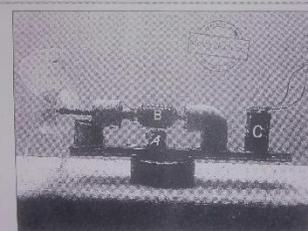
La diferencia es que en uno se mueve y genera a esa hora produce electricidad. La electricidad se genera a diferentes momentos de tiempos eléctricos, el otro al estar moviéndose hace que la electricidad fluya y los leds se prendan.

### IDEAS PRINCIPALES 06/10

Hay energía diferente por acción y reacción magnética, XIX, agua, energía renovable y no renovable, batería, ciclo de la tierra, petróleo no renovable es si se agota no se regenera, ciclo humano, todo gracias al sol.

## Motor eléctrico

Observa la imagen e identifica las partes que componen un motor eléctrico y describe la función que desempeña cada una de ellas.



A

Invaria, sirve para que la electricidad, corriente al campo magnético, produce movimiento.

B

Espéculo o hilo de cobre, sirve como conductor y al estar cerca de campos magnéticos produce movimiento.

C

Dita, recibe electricidad y la pasa, para convertirla en movimiento.

