

**ESTUDIO DE LA ELECTRICIDAD DESDE LOS TRABAJOS  
REALIZADOS POR MICHAEL FARADAY:  
HISTORIA Y EXPERIMENTACIÓN EN EL AULA.**

**Elaborado por**

**ALEXIS FABIAN CANDIA GUZMAN**

**Código: 2014246009**

**Asesor**

**JUAN CARLOS OROZCO CRUZ**

**Línea de investigación**

**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA PERSPECTIVA  
CULTURAL**


**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**


**Bogotá D.C.**

**2019**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXOS Y DOCUMENTOS</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 91	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Estudio de la electricidad desde los trabajos realizados por Michael Faraday: Historia y experimentación en el aula.
<b>Autor(es)</b>	Candía Guzmán, Alexis Fabián.
<b>Director</b>	Orozco Cruz, Juan Carlos.
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 91 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	APRECIACIONES; HISTÓRICO CRÍTICO; SABERES; ELECTRICIDAD; IMPLEMENTACIÓN; SISTEMATIZACIÓN

<b>2. Descripción</b>
<p>En el siguiente trabajo se ve plasmada la investigación que se llevó a cabo en la escuela Normal Superior de Pasca con estudiantes de segundo semestre del programa de formación complementario, relacionado con las apreciaciones que ellos tienen de la fenomenología eléctrica desde los trabajos desarrollados por Michael Faraday.</p> <p>El trabajo en la escuela se hace con la implementación de un módulo de mi propia autoría, después de haber elaborado un análisis histórico crítico del concepto de electricidad. El módulo cuenta con cuatro actividades enmarcadas en la electrificación de materiales, dispositivos que permitían evidenciar el fenómeno, un montaje que puede dar cuenta de la conducción del fenómeno y un último montaje que diera cuenta del almacenamiento de la fenomenología. Por otra parte, la experimentación va seguida de una serie de preguntas que le aportaron sustancial información al documento.</p> <p>Todo el trabajo investigativo estuvo dirigido a contestar la siguiente pregunta ¿Cuáles son las apreciaciones de un grupo de maestros en formación para la educación básica, respecto a una propuesta de estudio de la fenomenología eléctrica desde una perspectiva histórica?</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 3 de 91</b>	

<b>3. Fuentes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ayala, M (2006) los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades.</li> <li>- Ayala, M (1999) la enseñanza de la física para la formación de profesores de física.</li> <li>- Azcuy, L (2004) Algunas consideraciones teóricas acerca de la enseñanza problemática.</li> <li>- Caro, M (2018) Noción del espacio y el tiempo en estudiantes de grado sexto. Trabajo de grado de la UPN.</li> <li>- Castillo, J (2008) la historia de las ciencias y la formación de maestros: la recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias.</li> <li>- Cruz, W (2016) El poder oculto de la caída de los cuerpos. Trabajo de grado de la UPN.</li> <li>- Durango, A (2015) Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Obtenido de <a href="http://bdigital.unal.edu.co/49497/1/43905291.2015.pdf">http://bdigital.unal.edu.co/49497/1/43905291.2015.pdf</a></li> <li>- Gaston Bachelard 1978– El racionalismo aplicado.</li> <li>- Faraday Michael (1946) las fuerzas de la materia e historia química de una vela. Emece editores, s.a/Buenos Aires.</li> <li>- José Villanueva (1996)- Jean-Antoine Nollet y la difusión del estudio de la electricidad: un nuevo léxico para una nueva ciencia.</li> <li>- Maxwell, James Clerk 1954, "A treatise on electricity and magnetism" vol. I, Bover Publications Inc., New York.</li> <li>- José Granés, Luz Marina Caicedo – Del contexto de producción de conocimiento al contexto de enseñanza.</li> <li>- Lombardi (1997) Historia y epistemología de las ciencias.</li> <li>- LLanos, N (2011) Clases y tipos de investigación y sus características.</li> <li>- Men (2001) enseñar para la vida. De, <a href="https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87610.html">https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87610.html</a></li> <li>- Quijano M (2012) Enseñanza de la ciencia: Retos y propósitos de formación científica.</li> </ul>

- Redondo, C (2016) En busca de lo invisible una propuesta para la enseñanza de la radiación infrarroja en grado noveno. Trabajo de grado de la UPN.

#### 4. Contenidos

El documento se desarrolla de tal manera que cuenta con una estructura dada por cuatro capítulos, un primer capítulo titulado (*problema, justificación, objetivos, antecedentes y metodología*), donde se expone el problema que se quiere resolver, el cual radica en la manera en que se enseña ciencia a los maestros del programa de formación complementario. Un segundo capítulo (*referentes disciplinares, epistémicos y pedagógico – didácticos*). Un tercer capítulo (*la electricidad desde Faraday y Maxwell*), este capítulo cuenta parte de la historia de la electricidad mostrando diferentes experimentos e intentando caracterizar el fenómeno. Un cuarto capítulo (*implementación sistematización de las experiencias y resultados*).

#### 5. Metodología

La metodología que se abordó en el siguiente trabajo investigativo es de carácter histórico crítico, una fase importante estuvo dirigida a la recolección y análisis de información de diferentes artículos realizados por Michael Faraday que hablaran de electricidad, se procuró llegar a una construcción de significados por medio de algunas experiencias y aplicación de talleres

La importancia del análisis histórico crítico radica en que “*es una recolección de información de los grandes pensadores de la historia, que hicieron algún aporte a la enseñanza de la ciencia en particular a la física, no es más que una recontextualización de saberes*”. (Ayala , 2006, pág. 29)

La recontextualización de saberes nos habla de las fases o momentos en el análisis histórico crítico, las fases nos aportaron datos valiosos a la investigación que nos posibilitaron la forma de llevar la temática al aula para que esto se hiciera de una forma organizada y no se presentaran mayores inconvenientes en el transcurso de la explicación de la temática.

Debido a que la investigación, en su fase de sistematización, optó por ser cualitativa, se centró el interés en saber cuáles fueron las ideas que expresaron los alumnos del

programa de formación complementaria de la Escuela Normal Superior de Pasca en relación con la fenomenología eléctrica, trabajándolo desde una mirada histórica.

## 6. Conclusiones

En relación con el desarrollo del módulo cabe la pena destacar: con claridad se observa que los alumnos del programa de formación complementaria en la actividad dos le atribuyen los efectos de atracción y repulsión al poder con el que es dotado los materiales, conocido como electricidad. Sin embargo, se les hace que el poder que posee los materiales después de ser friccionados es similar al poder que poseen los imanes, pero esta idea desaparece cuando piensan en el material que están compuesto los imanes y la composición de los materiales que utilizaron para llevar acabo el experimento.

Los alumnos tienden a caracterizar los efectos de los materiales más por la composición del mismo, es decir, les parece más fácil de electrificar materiales diferentes al metal. De antemano no dejan de lado la idea que les mostraron en su bachillerato respecto a la electricidad, definiéndola como la cantidad de electrones con la que cuenta un cuerpo, pues sin duda alguna cabe resaltar que parte de lo que es realmente importante de la actividad experimental fue familiarizarlos con los inicios de la terminología y la construcción de un modelo fenomenológico.

En la tercera actividad que se refiere a la construcción de un indicador que me dé cuenta de la electrificación que poseen los materiales, los alumnos tienen dificultades en poder ensamblar el modelo de indicador y aparte de eso verlo como un indicador, pues están más familiarizados con unas unidades como el metro, el kilo o incluso el segundo, esto obedece al bajo trabajo en ciencia y para ser más precisos en física que hay en el plantel educativo. Se logró establecer una relación de los grados de giro que podía dar el listón de laca con las veces o tiempo que podían friccionar la barra de laca, pues terminan diciendo que la cantidad de veces que friccionan la barra de laca es inversamente proporcional al tiempo que tarda en dar un giro el listón de laca.

En la cuarta actividad correspondiente a la conducción del fenómeno los alumnos tienen dificultad en diferenciar cuales son los materiales que resultan buenos y malos conductores de electricidad. Ellos asocian que el calor es conducido en los mismos materiales que es conducida la electricidad, pero con tiempos distintos tal como lo muestra Michael Faraday en su documento.

En la quinta actividad, los alumnos comprueban que la atracción que experimenta los vellos de la piel con un globo dotado de electricidad, es muy parecida a la que experimentan los vellos con las pantallas de los televisores antiguos, lo que les permite concluir que es gracias a la cantidad de electricidad que poseen estos cuerpos *“globos dotados de electricidad y televisores antiguos”*

A los alumnos les es claro que el asunto de capacidad de almacenamiento de la botella de Leyden corresponde al grosor del material de las paredes de la botella, al área superficial y al tipo del material con el que están elaboradas las paredes de la botella.

Resulta de gran importancia hacer uso de la historia para el entendimiento de un fenómeno, ya que esta nos permite hacer uso de fechas, lugares, formulación de ecuaciones y reconocimiento de los pensadores que trabajaron una fenomenología en particular. Por otra parte, el uso de la historia nos permite imaginarnos las condiciones por las que tuvieron que pasar los pensadores de la época para llevar a cabo ya sea sus teorías o aportes a los contenidos de la ciencia. La historia nos permite seguir un hilo conductor de fechas con relación a los desarrollos científicos para no caer en la apreciación de conceptos que para determinada época no habían aparecido.

<b>Elaborado por:</b>	Candía Guzmán Alexis Fabián
<b>Revisado por:</b>	Orozco Cruz Juan Carlos

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	21	11	2019
--	----	----	------

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 1.....	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 METODOLOGÍA.....	17
1.4.1 Proceder investigativo.....	18
1.5 ANTECEDENTES.....	19
1.5.1 Título del documento y autor.....	20
1.5.2 Descripción y aporte al trabajo de grado.....	20
CAPÍTULO 2.....	23
2.1 REFERENTES DISCIPLINARES, EPISTÉMICOS Y PEDAGÓGICO - DIDÁCTICOS.....	23
2.1.1 Descripción del fenómeno.....	23
2.1.2 De la forma en que se enseña ciencias en la escuela.....	25
CAPÍTULO 3.....	27
3.1 LA ELECTRICIDAD DESDE FARADAY Y MAXWELL.....	27
Recontextualización de saberes en la fenomenología eléctrica (análisis histórico crítico).....	27
Faraday y la electricidad.....	27
El indicador eléctrico de Faraday.....	29
El colodión, la gutapercha y los magnetos.....	30
La máquina de vidrio de Faraday.....	32
La conducción del calor y la conducción de la electricidad.....	33
La pila de Humphrey Davy.....	36
El aporte de Maxwell.....	38
Electrificación por inducción.....	39
Electrificación por conducción.....	40
Conductores y aisladores.....	40
3.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO.....	42
CAPÍTULO 4.....	44

<b>4.1 IMPLEMENTACIÓN SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>44</b>
<b>Descripción de la experiencia .....</b>	<b>44</b>
<b>Trabajo desarrollado con el grupo de estudiantes .....</b>	<b>44</b>
<b>Experiencias de la actividad dos .....</b>	<b>44</b>
<b>Experiencias de la actividad dos .....</b>	<b>47</b>
<b>Experiencias actividad tres.....</b>	<b>49</b>
<b>Experiencias actividad tres.....</b>	<b>51</b>
<b>Experiencias del 24 de septiembre.....</b>	<b>53</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>
<b>Anexo 1: Módulo .....</b>	<b>63</b>
.....	64
<b>Anexo 2: Imágenes de la actividad experimental .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 3: Testimonios de las actividades .....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo 4: Mapa de Cundinamarca, Pasca y ubicación del colegio .....</b>	<b>91</b>

## **Contenido de tablas**

<b>Tabla 1 – Antecedentes .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 2- Respuestas de los cuatro grupos a la actividad 4 .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 3- Respuestas de los cuatro grupos a la actividad 5 .....</b>	<b>56</b>

## **Contenido de esquemas**

<b>Ilustración 1. Proceder de la investigación (etapas).....</b>	<b>18</b>
--	-----------

## **Contenido de imágenes del desarrollo de la implementación. (Sistematización)**

<b>Figura 0 1. Ideas que tienen los estudiantes para la acción de electrificar. ....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 0 2. ¿Se pueden electrificar todos los materiales?.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 0 3. El indicador eléctrico.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 0 4.Tabla de tiempos .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 0 5. Elaboración de la cartelera .....</b>	<b>51</b>



<b>Figura 0 6.Indicador eléctrico alumnos de Pasca</b> .....	52
<b>Figura 0 7.Tabla de tiempos</b> .....	52
<b>Figura 0 8. Cartelera del indicador</b> .....	53

## **Contenido de imágenes de los anexos**

<b>Figura 1 1. Imágenes de la actividad 1. (Primer encuentro, contextualización del proyecto)</b> .....	81
<b>Figura 1 2. Imágenes de la actividad 2. (Electrificando materiales)</b> .....	83
<b>Figura 1 3. Imágenes de la actividad 3 (¿Cómo podemos evidenciar la fenomenología electrostática?)</b> .....	84
<b>Figura 1 4. Imágenes de la actividad 4 (¿Que aparato podemos construir que me proporcione significados con relación a la conducción eléctrica?)</b> .....	85
<b>Figura 1 5. Imágenes actividad 5 (¿Será que puedo almacenar y trasportar el fenómeno eléctrico de un lado a otro, de ser así como hago eso?)</b> .....	86
<b>Figura 1 6. Actividad 2</b> .....	87
<b>Figura 1 7. Actividad 3</b> .....	88
<b>Figura 1 8. Actividad 4</b> .....	89
<b>Figura 1 9. Actividad 5</b> .....	90

## AGRADECIMIENTOS

*Aunque con el transcurrir de los días en los cuales estuvo inmerso el proceso de formación en el campo de la física, deje de lado en cierta medida la creencia en DIOS, no es tarde para agradecerle por tenerme aquí finalizando parte de mi proceso de formación*

*Agradezco a mi hermano Jeeferson Candía quien fue la persona que me aconsejo a estudiar la licenciatura*

*Agradezco a mis padres Martin Candía y Flor Guzmán, que siempre fueron un apoyo incondicional*

*Agradezco a mi esposa Yuliana Riveros y a mi hijo Andresito quien está por nacer*

*Agradezco al profesor Juan Carlos Orozco Cruz por sus orientaciones en la elaboración de mi trabajo de grado.*

## INTRODUCCIÓN

Este documento constituye el informe final del trabajo de grado *Estudio de la electricidad desde los trabajos realizados por Michael Faraday: Historia y experimentación en el aula*. Parte de este es un estudio histórico crítico, sobre la electricidad, resaltando los diferentes trabajos realizados por Michael Faraday, se hace una breve recontextualización de los inicios de la terminología. El trabajo estuvo dirigido a contribuir a la formación en ciencias de los estudiantes que adelantan sus estudios como futuros profesores en el programa de formación complementaria de la Normal Superior de Pasca. El trabajo se hace ya que los alumnos de la Normal Superior de Pasca que se preparan para ser profesores (ciclo complementario), no tienen una asignatura específica en donde aborden contenidos de la física, en particular aquellos relacionados con los fenómenos eléctricos.

Cuando se aborda una ciencia la mayoría de los profesores dejan de lado el sentido histórico de la fenomenología desconociendo que esta permite ubicarnos en un contexto en especial y nos trae a tiempo presente el fenómeno para así poder opinar respecto a lo que se esté haciendo.

La apuesta del proyecto es enseñar ciencia a los profesores en formación de la escuela Normal Superior de Pasca de una manera diferente a la que se ha venido trabajando que es de una forma lineal. Pues se procederá a hacer uso de la historia para que ellos tengan un acercamiento a la fenomenología eléctrica, contextuando al estudiante para ubicarlo en un tiempo y un espacio determinado para que él reconozca las circunstancias y las motivaciones que tuvieron quienes estudiaron el fenómeno en un principio.

El trabajo se elabora en el marco de la línea de profundización de enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional.

El documento se desarrolla de tal manera que cuenta con una estructura dada por cuatro capítulos, un primer capítulo titulado (*problema, justificación, objetivos, antecedentes y metodología*), donde se expone el problema que se quiere resolver, el cual radica en la manera en que se enseña ciencia a los maestros del programa de formación complementario. Un segundo capítulo (*referentes disciplinares, epistémicos y pedagógico – didácticos*). Un tercer

capítulo (*la electricidad desde Faraday y Maxwell*), este capítulo cuenta parte de la historia de la electricidad mostrando diferentes experimentos e intentando caracterizar el fenómeno. Un cuarto capítulo (*implementación sistematización de las experiencias y resultados*).

# CAPÍTULO 1

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En algunos colegios del país cuando se enseña ciencia, en este caso física, se opta por darle al alumno un número de ecuaciones que carecen de sentido sin una debida contextualización, Si bien hay mucho material que habla del porqué estas ecuaciones rigen los fenómenos que se estén trabajando; estas razones no son evidentes para los estudiantes; entonces es aquí donde entra a jugar un papel muy importante el docente. Al respecto, Quijano (2012) destaca como misión del profesor.

*“considerar los cambios que actualmente lo caracterizan; incorporar en la práctica, y establecer relaciones entre la pedagogía, el currículo y la didáctica situadas en el contexto en el que actúa de cara a unas necesidades globales” (María Quijano, 2012, pag.17).*

La forma usual de abordar los contenidos en física, por otra parte, se caracteriza por ser lineal y acumulativa, obedeciendo a un cierto desarrollo cronológico. Esto se traduce en que, cuando se llega a la parte de electricidad, a lo sumo se alcanza a proceder a caracterizar lo que son los circuitos: si son circuitos en serie o son circuitos en paralelo y qué tipo de corriente es la que estos utilizan, si es una corriente alterna o una corriente directa. Se podría pensar en algún momento que esto obedece a la obligación de ajustarse a los estándares estipulados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) pero no es así. Es cierto que el docente debe regirse por los estándares que estipula el (MEN) pero tiene la autonomía de escoger qué material es el que quiere trabajar en su clase. Desde hace más de tres lustros se reconoce a las instituciones educativas y a los maestros en particular un importante papel en relación con la flexibilidad curricular:

*“En su práctica cotidiana, el maestro se enfrenta a sus estudiantes y sus expectativas, tan disímiles como el número de aprendices en el aula, y se compromete con las particularidades de cada uno. No sólo el saber de cada estudiante es diverso*

*sino sus modos y fuentes de motivación hacia el aprendizaje. Es importante, entonces, que conozca estas diferencias para procurar el aprendizaje de todos y cada uno. A partir de esas particularidades, los maestros diseñan sus clases y adaptan los materiales de acuerdo con las necesidades y los retos pedagógicos a los que se enfrentan. Todo ello para formar hombres y mujeres con las capacidades y conocimientos necesarios para participar activamente en su sociedad”.* (MEN, 2001).

No sobra señalar que, en la práctica, llevar a cabo esto resulta mucho más difícil, porque las condiciones institucionales y la formación de los maestros, no siempre posibilita el tipo de práctica consecuente con esas intenciones. Esto se nota mucho más en el caso de la educación básica donde muchos de los maestros se han formado como Normalistas en el ciclo complementario.

En especial en lo relacionado con la enseñanza de las ciencias y de temas, que más allá de su interés disciplinar, como es el caso de la electricidad, están ligados con la vida cotidiana de los estudiantes.

No será problema si no se le enseña al alumno Normalista todo lo relacionado con la electricidad, pero si consideramos, por otra parte, ¿de qué tipo de alumnos es que estamos hablando?, hablamos de alumnos que adelantan sus estudios de formación complementaria, para que estos más adelante sean profesores de educación básica.

Sería pertinente que estos maestros en formación tuvieran un acercamiento a lo que comprende el fenómeno de la electricidad desde una mirada histórica y además de eso aprendieran lo que es una práctica experimental en la enseñanza del mismo concepto para que dispongan de criterios que les permitan tratar este u otros fenómenos con los niños que quieren educar.

Por otra parte, se reconoce la importancia que tiene la actividad experimental en la familiarización de los estudiantes con fenómenos como los relacionados con la electricidad. En un artículo reciente se señala, por ejemplo, que *“una herramienta esencial para la enseñanza de las ciencias naturales es el trabajo experimental ya que permite visualizar*

*muchos de los fenómenos que se trabajan en el campo teórico*". (Paula Usuaga, 2015, pág. 11)

En lo relacionado con la parte teórica estamos hablando de la descripción de dicho fenómeno y esto se puede hacer, de manera más significativa, desde una mirada histórica. Pero ¿cuál es la importancia de un análisis histórico crítico en la enseñanza en ciencias? Al respecto muchos autores coinciden en destacar el valor de los enfoques históricos para contribuir a propuestas de enseñanza más adecuadas a los contextos por parte de los maestros. Así, por ejemplo, Lombardi señala que *"se produce un acercamiento entre áreas del conocimiento tradicionalmente consideradas ajenas entre sí según una antigua clasificación que separa ciencias de humanidades"*. (Lombardi, 1997, pag.344)

Se habla de estudio histórico crítico ya que no se trata solamente de ubicar la temática cronológicamente, y de trabajar la física como se ha venido trabajando durante muchos años ya que como lo dice María Mercedes Ayala : *"el estudiante en su experiencia cotidiana ha elaborado esquemas organizativos de fenómenos abordados en los cursos de física"* (Ayala , 2006) que esos fenómenos no únicamente sirvan para enriquecernos en ese momento de la vida si no que *" con la organización de estos fenómenos poder usarlos como base fundamental para la elaboración de nuevas actividades y elaboración de otros esquemas y consigo la elaboración de un nuevo fenómeno"* (Ayala , 2006). Crear nuevos conocimientos en donde el alumno pueda ver la actividad experimental desde otros puntos de vista, para así más adelante poder enseñar la temática de tal forma que suela ser diferente a lo que se ha venido trabajando en los últimos años, el alumno terminara siendo una persona crítica y dando nuevos interrogantes como aporte a la ciencia.

*El estudio histórico crítico se hace con el ánimo de establecer un diálogo con el autor del texto que se está trabajando, "con miras a construir una estructuración particular de la clase de fenómenos abordados y una nueva mirada que permita ver viejos fenómenos con nuevos ojos.* (Ayala, 2006, pág. 29).

Observar los mismos fenómenos que se han venido trabajando en el transcurso de la historia pero haciéndolo de tal manera que se ponga sobre la mesa nuevos puntos de vistas y opiniones que hagan enriquecedora la temática o la fenomenología trabajada.

En relación con lo dicho surgió el siguiente interrogante, a cuya solución aporta este trabajo.

*¿Cuáles son las apreciaciones de un grupo de maestros en formación para la educación básica, respecto a una propuesta de estudio de la fenomenología eléctrica desde una perspectiva histórica?*

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Al realizar un estudio histórico crítico de la electricidad y a partir de este elaborar un módulo para posteriormente llevarlo a la Normal Superior de Pasca se estará contribuyendo a la formación en enseñanza de las ciencias de un grupo de estudiantes del Ciclo Complementario. Como lo dice María Mercedes Ayala “un *análisis histórico crítico* permite colocar en contexto a el alumno y hacer que los fenómenos que se trabajaron hace ya muchos años parecieran que fueran del presente, mirar los fenómenos viejos con nuevos ojos” Ayala M (2006). Esto nos da posibilidades de dar una opinión en cuanto a la temática que se esté trabajando. Por su parte, Castillo dice que. “*La ciencia de los últimos tiempos ha seguido una tradición que hace que los alumnos asimilen una cantidad de teorías, leyes, métodos, técnicas y sigan una serie de pasos para poder dar solución a un problema para así tener un producto final como lo es el conocimiento*” (Castillo, 2008).

Estudiar un conjunto de experiencias relacionadas con la electricidad y principalmente a Michael Faraday se hace ya que es uno de los pioneros en el descubrimiento del fenómeno eléctrico. Además de eso, hace trabajos sumamente importantes como son los diferentes montajes experimentales para dar cuenta de que hay una fuerza que permite cambiar el mundo. Realiza una serie de experimentos que permitieron llegar a una nueva era en donde los tiempos de oscuridad acabaron, hace grandes descubrimientos como la inducción electromagnética que es el principio de los grandes generadores que conocemos hoy en día.

¿Pero qué fue lo que llevó a Faraday a realizar esa serie de experimentos o hablar de las fenomenologías existentes en nuestro universo? El cuestionamiento de la existencia del humano, de dónde venimos y para donde vamos, de qué manera es que nos podemos



mantener en pie, son muchas de las preguntas que se hacía aquel filósofo natural, él tenía en cuenta el pensamiento de los jóvenes de la época que no estaban familiarizados con estas cosas. Le parecía importante tratar estos temas con jóvenes de diferentes edades ya que tenían un alto grado de curiosidad por aprender nuevas cosas, pero si solo estas eran enseñadas por alguien de una edad mucho mayor. En palabras de Faraday, “*Considerar cómo ocurre todo*”.

De tal modo es importante que los alumnos de la Normal Superior de Pasca, que se encuentran en edades de dieciséis a veintidós años y se preparan para ser docentes, tengan claros todos estos conceptos y que cuando ya estén dando sus clases puedan contarle a sus alumnos parte de la historia que nos atañe, y no ocultar que base de los descubrimientos contemporáneos partieron del supuesto de la electricidad. Aparte de que los profesores en formación aprendan lo relacionado con la corriente, estos podrán idear nuevas formas de cómo llevar distintas experiencias experimentales al aula así no sea del campo de la ciencia que se está trabajando, pero tendrán una noción de lo que es un montaje experimental.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un módulo sobre electricidad para estudiantes del ciclo complementario de la Escuela Normal Superior de Pasca a partir de un estudio histórico crítico sobre los trabajos de Faraday.

#### **1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio histórico crítico de la electricidad destacando los trabajos realizados por Michael Faraday.
- Diseñar un módulo sobre electricidad a partir del estudio histórico.
- Implementar el módulo con estudiantes del ciclo complementario de la ENS de Pasca.
- Sistematizar la implementación del módulo.

### **1.4 METODOLOGÍA**

La metodología que se abordó en el trabajo investigativo que es de carácter histórico crítico, estuvo dada por la recolección y análisis de información de diferentes artículos realizados

por Michael Faraday que hablaban de electricidad. Se procuró llegar a una construcción de significados por medio de algunas experiencias y aplicación de talleres.

La importancia del análisis histórico crítico radica en que *“es una recolección de información de los grandes pensadores de la historia, que hicieron algún aporte a la enseñanza de la ciencia en particular a la física, no es más que una recontextualización de saberes”*. (Ayala , 2006, pág. 29)

La recontextualización de saberes nos habla de las fases o momentos en el análisis histórico crítico. Las fases aportaron datos valiosos a la investigación que nos posibilitaron la forma de llevar la temática al aula para que esto se hiciera de una forma organizada y no se presentarían mayores inconvenientes en el transcurso de la explicación de la temática.

En relación con las fases, AYALA destaca que... *un primer momento estará dada la definición y estructuración de las actividades didácticas para en un segundo momento pasar a trabajo en el aula o ajuste a la propuesta*. (Ayala, 2006, pag 31)

Para este enfoque el acceso a textos originales por parte del maestro, reviste especial importancia por cuanto permite : *elaborar y poner de relieve concepciones de mundo, formas de abordar, problemas centrales y sistemas conceptuales en torno a los fenómenos analizados, así como destacar la fenomenología que es compatible con cada planteamiento teórico*. (Ayala, 2006, pag 32). Y, en esa medida, contribuyen a la selección y estructuración de la física a enseñar, a la definición de problemas para abordar en los cursos y de criterios para orientar los procesos de construcción de explicaciones por parte de los estudiantes.

#### 1.4.1 Proceder investigativo

En su desarrollo, la investigación comprendió las siguientes etapas.



**Ilustración 1. Proceder de la investigación (etapas)**

**Fuente: Elaboración propia**

### **Primera etapa** (indagación documental)

Consistió en hacer una recolección de toda la información posible sobre los trabajos desarrollados por Michael Faraday en el campo de la electricidad, pero se hará de tal forma que se tenga en cuenta un orden cronológico.

### **Segunda etapa** (análisis histórico crítico)

Ya después de tener toda la información recolectada y cuando se consideró que era suficiente, se procedió a hacer un análisis o una interpretación de esta. En donde se tratará de dar una nueva mirada a la fenomenología que aparece en la primera etapa. En esta etapa resultó de gran importancia realizar el trabajo en torno a los textos originales de Faraday.

### **Tercera etapa** (diseño del módulo)

En esta etapa se realizó la consignación por escrito de la interpretación dada a cada uno de los textos encontrados (la electricidad según Faraday y Maxwell) y la elaboración de las actividades que hicieron parte del módulo que se trabajó con los estudiantes del ciclo complementario (démonos un corrientazo).

### **Cuarta etapa** (implementación)

Esta etapa se centró en lo referente a la temática a trabajar, las guías que se formularon en la etapa anterior y las actividades experimentales. Por otra parte, se documentó el trabajo desarrollado por los estudiantes a partir de las guías que desarrollaron y las sesiones de discusión plenaria.

### **Quinta etapa** (análisis de datos y resultados)

En esta última etapa, a partir de los registros recolectados se adelantó, el análisis de las elaboraciones de significados que los estudiantes hicieron respecto a la electricidad. Lo que se buscó fue dejar por escrito las conclusiones de los resultados obtenidos, una vez aplicado el módulo

## **1.5 ANTECEDENTES**

En un primer ejercicio de indagación encontramos una serie de trabajos que permitieron alimentar la formulación del proyecto.

En la siguiente tabla se relacionan los documentos más significativos con sus correspondientes aportes.

**Tabla 1 – Antecedentes**

1.5.1 Título del documento y autor	1.5.2 Descripción y aporte al trabajo de grado.
Las fuerzas de la materia (Michael Faraday)	Este libro es uno de los textos más importantes pues en cierta medida nos aportó parte del marco teórico sobre el análisis histórico crítico de la electricidad. Ya que en su contenido encontramos los primeros experimentos que realiza Michael Faraday para llegar a un concepto de lo que es el magnetismo y la electricidad, y ponerlo en conocimiento de personas, especialmente niños y jóvenes, sin formación científica.
"A treatise on electricity and magnetism" Maxwell, James Clerk., vol. I, Dover Publications Inc., New York, 1954.	El documento que se trabajó fue una traducción hecha por el profesor Juan Carlos Orozco, y nos aportó gran información en la medida que se pudo hacer una comparación de cómo se pensaron en un inicio la electricidad. En este documento Maxwell lo que hace es recrear algunos experimentos parecidos a los que hace Faraday sobre electrificación de materiales, aparte de eso Maxwell establece nuevos términos para intentar dar indicios a una unidad de carga.
Jean-Antoine Nollet y la difusión del estudio de la electricidad: un nuevo léxico para una nueva ciencia. José Villanueva (1996)	El documento aportó en la medida que nos permitió dar una organización cronológica, relacionado con los primeros hombres que trabajaron con la fenomenología eléctrica.
Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Ayala, M (2006)	Además de darnos una breve descripción de lo que lleva un análisis histórico crítico, cuenta la importancia que tiene hacer un análisis histórico crítico, pues lo define como una recontextualización de saberes trayendo esos fenómenos que se vivieron ya hace muchos años y recrearlos para así verlos con nuevos ojos, se puede establecer una conexión entre el autor de un escrito en particular con aras a construir un nuevo conocimiento. No debemos buscar el significado de un texto como si este estuviera en el texto si no que por el

	contrario con nuestra capacidad de análisis darle un significado.
Historia y epistemología de las ciencias. Lombardi (1997)	Cuenta la importancia de la historia a la hora de enseñar ciencias. Destaca que para 1950 Hebert Butterfield inauguró un debate que todavía sigue vigente en nuestros tiempos, que es referente a la historiografía, que consiste en evaluar hechos del pasado con la ciencia u objetos del presente. Este documento le aportó al trabajo en la medida que pude decidir en qué forma se trabajó el concepto en el aula
-Enseñanza de la ciencia: Retos y propósitos de formación científica. María Quijano (2012)	Habla sobre la problemática que tienen los maestros a la hora de enseñar ciencias. Discute cómo hacer o crear nuevas estrategias que le permitieran enseñar ciencia a alumnos de sexto grado para eso hace un análisis riguroso de lo que es la “enseñanza problemática” Majmutov (1983) Nos aporta en la parte de ¿cómo llevar una propuesta de aula a jóvenes para enseñar un concepto en particular?
Clases y tipos de investigación y sus características. Nicolás Llanos Marulanda (2011)	Aparte de estructurar cómo se hace un proyecto investigativo da a conocer algunos tipos de investigación y, en ese sentido, contribuyó a orientar la investigación ya que nos dio una visión del camino por el cual queríamos dirigir el trabajo
Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Paula Andrea Durango Usuaga (2015)	Esta tesis de maestría cuenta la importancia que tiene un trabajo experimental a la hora de enseñar ciencias naturales en este caso química. Hace el trabajo con el ánimo de construir una nueva herramienta que le permita enseñar de manera experimental de una forma diferente y amena. Fue la que nos dio una visión que por medio del experimento uno puede atraer al alumno hacia el concepto.
<b>Los siguientes documentos resultaron en especial orientadores en relación con el diseño de unidades didácticas</b>	

<p>En busca de lo invisible una propuesta para la enseñanza de la radiación infrarroja en grado noveno. Carlos Augusto Redondo Daza (2016)</p>	<p>Informe final del proyecto de grado de Licenciatura en Física de la UPN. El trabajo da cuenta de cómo comprenden los alumnos de grado noveno del colegio Diego Montaña Cuéllar el concepto de radiación y sus posibles aplicaciones en el campo de la ciencia, también hace un estudio cultural que ha tenido el concepto a lo largo del tiempo. Nos da una posibilidad de cómo es que se debe llevar el trabajo experimental y didáctico (módulo) al aula.</p>
<p>El poder oculto de la caída de los cuerpos Walter Loren García Cruz (2016)</p>	<p>Informe final del proyecto de grado de Licenciatura en Física de la UPN en el que se realiza una unidad didáctica respecto a la construcción de un prototipo que le permita dar cuenta de la caída de los cuerpos caracterizando la medición de la aceleración de la gravedad y esto lo quiere conseguir por medio de un arduino. Me aportó de tal forma que nos permitió dar una organización a la información que resultó realmente importante capturar.</p>
<p>Noción del espacio y el tiempo en estudiantes de grado sexto. Miguel Ángel Caro (2018)</p>	<p>Informe final del proyecto de grado de Licenciatura en Física de la UPN. En donde se hace un estudio respecto a los conocimientos que tienen los niños de grado sexto en lo que comprende es el espacio y el tiempo, después de hacer este análisis opta por realizar una cartilla como unidad didáctica para enriquecer el lenguaje y conocimiento de los niños. Nos dio una idea de la forma que podía presentar el módulo en la escuela</p>

**Fuente: Elaboración propia**

## CAPÍTULO 2

### 2.1 REFERENTES DISCIPLINARES, EPISTÉMICOS Y PEDAGÓGICO - DIDÁCTICOS

La electricidad es para muchos un fenómeno, flujo, fluido, partículas viajando a través de un hilo conductor. Han pasado cientos de años y se habla de lo que puede ser la electricidad, pero a ciencia cierta no se sabe qué es. Sabemos que podemos hacer infinidad de cosas con esta como es encender un bombillo, un calentador, y muchos más artefactos tecnológicos que necesiten de este fenómeno fuerza, flujo o como gusten llamarlo.

Sin duda a lo largo del tiempo se ha hecho una distinción de la electricidad que podemos encontrar en nuestro mundo natural, una electricidad que se obtiene por medio de la fricción entre materiales (electroestática) y otra producida por efectos químicos y magnéticos, de la electricidad que se hablara a lo largo del documento es de la electricidad estática haciendo alusión a la carga y descarga de materiales. Todo el trabajo se desarrolló desde las propuestas que tenía Michael Faraday de producir el fenómeno friccionando distintos materiales y esto nos da cabida para hablar de las características de la fenomenología, resaltando su conducción, color de la chispa y media aritmética del fenómeno.

#### 2.1.1 Descripción del fenómeno

A la época todavía ocurren muchos fenómenos que para algunos son extraños y para otros no lo son, me refiero a los fenómenos de carácter eléctrico, estos los podemos evidenciar en muchos momentos de nuestras vidas, como lo es cuando nos quitamos un saco el cual la composición de su material está hecha por fibras de lana, cuando hay días lluviosos y nos acercamos a otra persona, cuando tocamos algunas superficies metálicas, cuando apagamos o encendemos un televisor de los antiguos o también en días de tormenta lo que se puede ver son algunas descargas de las nubes con los árboles u otros objetos .

Pero ¿Qué es lo que da explicación a todo esto? A continuación, lo que se busca es describir estos fenómenos y se podría pensar que la misma descripción nos podría dar noción de lo que significa cada una de estas acciones. Cuando nos quitamos un saco y su composición es

de fibras de lana, un momento antes de quitárnoslo por medio del movimiento de nuestro cuerpo estamos friccionando el saco hasta tal punto que nos da la posibilidad de ver chispas que se desprenden del saco o de nuestro cuerpo, esto lo podemos hacer más evidente cuando hay oscuridad “*propongo que si en su casa tiene un saco el cual este compuesto de fibras de lana, se recomienda vestírselo y después de unas cuantas horas dirigirse a un lugar preferiblemente oscuro y quitarse el saco, lo más probable es que verá un destello de chispas de alguna coloración*”. Tal fenómeno también lo podemos evidenciar en algunos días lluviosos en donde el ambiente está muy húmedo el aire tiene muchas partículas circundantes “*nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono y otros gases*” que hace que los cuerpos adquiera una condición que se manifiestas en el hecho de que, cuando se acercan o se ponen en contacto hay una repulsión o, en ciertos casos se produce un destello o chispa eléctrica.

A menudo nos encontramos en contacto con muchos materiales y situaciones similares a las ya antes descritas, tales momentos los podemos testimoniar cuando tocamos algunas superficies metálicas o que su composición es de un material plenamente conductor. Al tocar la superficie metálica hay dos opciones, la primera resulta de pensar que puede que la superficie este en contacto a algún circuito eléctrico debido a la conexión de un tornillo que funcione como polo a tierra o la otra es que la superficie esté cerca de ambientes húmedos o ambientes de fácil conducción de cargas, entonces debería ser prudente pensar que el ambiente sede o dota de algunas cargas al material sobre el que estamos teniendo contacto, cuando hay contacto entre la superficie metálica y nuestro cuerpo hay una interacción entre ellos y del mismo modo un salto de chispa que no siempre podemos evidenciar con la vista pero sí con nuestro tacto, para hacer más evidentes tales situaciones recordemos momentos cuando acercamos nuestra piel a aquellos televisores antiguos que tenían un funcionamiento muy diferente a los de hoy en día en donde si lo apagábamos o lo encendíamos, lo que se podía ver es que los vellos de nuestra piel se empiezan a atraer con la pantalla. ¿A qué se debe esta interacción entre nuestra piel y la pantalla del televisor? ¿Qué ocurre en las inmediaciones entre los dos cuerpos para que se produzcan los efectos observados? ¿Por qué, en algunas de las situaciones se observan acciones atractivas o repulsivas entre los cuerpos que interactúan?



Por otra parte, podemos disponer de ciertos arreglos en los cuales se manifiestan situaciones análogas. Así, cuando se hace la mezcla de algunas sustancias en la que se introducen dos placas de materiales metálicos sin que ellas estén en contacto directo y se acopla a cada una un hilo metálico se pueden apreciar una serie de eventos como el intercambio de sustancia entre las placas o, cuando se acercan a cierta distancia los extremos de los hilos metálicos la producción de una especie de descarga. Efectos que sugieren procesos similares se ponen de presente en arreglos más complejos, como cuando un imán se mueve a lo largo de un embobinado o una espira construida con alambre de un material como el cobre. ¿Qué hay de común en estas distintas situaciones? ¿Qué nos permite organizar estas distintas experiencias como haciendo parte de un mismo fenómeno? ¿Podemos atribuir la ocurrencia de estas distintas situaciones a una entidad física o a una condición especial derivada de la interacción entre los distintos cuerpos?

Al procurar una respuesta para estas preguntas la historia de la ciencia nos sitúa en el campo de investigación de la fenomenología eléctrica que tiene a la base la caracterización de una entidad física, en principio distinta de la materia: *la electricidad*. En el empeño de caracterización de la misma y de explicar sus causas y efectos se pueden identificar distintos puntos de vista y una actividad de investigación en la que la exploración experimental conduce a los más sorprendentes “descubrimientos” y a la formulación de nuevas teorías y usos prácticos de la condición eléctrica. Esto incluyó, entre otras indagaciones, aclarar la naturaleza de la electricidad, dominar su producción a voluntad, pensar en formas de contenerla y transportarla, y construir una imagen que permitiera matematizar el fenómeno, establecer relaciones cuantitativas entre sus causas y sus efectos.

### **2.1.2 De la forma en que se enseña ciencias en la escuela**

Por otra parte, hablando de lo que también nos compete que es la enseñanza del concepto de electricidad a maestros en formación lo señala Teresa Guerra, María López y Liliana Guadalupe en su texto enseñanza de la energía eléctrica en primaria, subrayan:

*“el concepto de energía ha empezado a abordarse en la escuela primaria en países como España, Reino Unido y México. Esto ocurre a pesar de que algunos investigadores no están de acuerdo con su introducción en esta etapa de formación”*

*Teresa Guerra, López y Guadalupe (2013)*

Algunos investigadores no están de acuerdo en introducir esta clase de temáticas a la escuela primaria pues se dice que a esta edad el niño o la persona no ha alcanzado un alto grado de abstracción en su razonamiento, una de esas personas es Warren (1982). Pero hay muchos más investigadores que si están de acuerdo con llevar este concepto a la escuela a temprana edad como lo son Solomon (1983) y Trumper (1993).

La apuesta del trabajo es enseñar el concepto o tener un acercamiento del concepto de electricidad a maestros en formación de la escuela Normal y, específicamente a alumnos de tercero y cuarto semestre quienes ya han pasado por una serie de módulos los cuales han hecho que desarrollen más su capacidad de abstracción de información y puedan aplicarla a la vida diaria.

Es más fácil cuando se le enseña a la persona un concepto el cual está acompañado de una experiencia muy parecida a las de su diario vivir pues la persona podrá explicarlo de tal manera que emplea un vocabulario científico y no del común, por lo cual se opta por llevar al colegio una serie de experiencias con las cuáles el alumno pueda interactuar y describir de forma sistemática cuáles son los fenómenos que hay inmersos en el mismo montaje o en la experiencia recreada, lo que incluye utilizar un lenguaje especializado, en la medida que elimina muchas de las limitaciones del lenguaje cotidiano.

## CAPÍTULO 3

### 3.1 LA ELECTRICIDAD DESDE FARADAY Y MAXWELL

#### **Recontextualización de saberes en la fenomenología eléctrica (análisis histórico crítico)**

##### **Faraday y la electricidad**

Por la época en que Volta realiza sus trabajos sobre la pila eléctrica, en Inglaterra nace *un niño conocido como Michael Faraday en Newington Butts, en cercanías de Londres. Faraday a muy temprana edad comenzó a trabajar como mandadero de un encuadernador después de ocho años de este trabajo conoció a sir Humphrey Davy quien lo llevo a trabajar con él como ayudante del laboratorio en la royal institución, Davy lo llevo por todo el continente dando conferencias de los trabajos de ciencia como física y química, Faraday tuvo la oportunidad de aprender tanto que años más tarde fue nombrado presidente de la royal institución y de la Royal Society, así lo cuenta Raquel Navarro Viola en su traducción del libro las fuerzas de la materia .*

Como ya les dijimos hay un documento, *Las fuerzas de la materia*, que cuenta la forma en que Michael Faraday daba sus conferencias a la comunidad. Es de resaltar que lo único que se requería de los asistentes al lugar es que fueran personas interesadas por aprender cosas relacionada con el campo de la física y además debemos tener en cuenta que Michael Faraday también fue un gran amante de la enseñanza de conceptos estrictamente ligados a la filosofía natural.

En la quinta conferencia empieza diciendo que si el tema que está por iniciar en esa conferencia les parecerá demasiado profundo o difícil, Faraday hace un recuento de lo que se trabajó en la anterior conferencia que estaba relacionado con la atracción entre cuerpos, la atracción gravitatoria, la atracción gravitatoria entre cuerpos de la misma especie o de la misma composición material, *de esa fuerza que las mantiene unidas siendo el hierro atraído por el hierro el bronce por el bronce y el agua por el agua.* (Faraday, pág. 97)

¿Pero si será eso posible, observar que los materiales se atraen entre sí? A nuestra forma de ver en algunos momentos no se logra evidenciar tal cosa, sino que por el contrario se terminan viendo sucesos en donde materiales de diferente composición son atraídos entre sí, pero lo que si se ve es que nunca se mezclaran de tal forma que parezca un solo compuesto hasta verse como un solo elemento. Esta particularidad es la que resalta más adelante Michael Faraday diciendo que, *el hidrogeno atraía el oxígeno para formar el agua pero no es capaz de atraer sus propias partículas.*

Esto condujo a Faraday a hablar de un carácter de doble atracción, *un pedazo de laca, que posee la atracción gravitatoria, la de la cohesión y que si lo encendiera, tendría para el oxígeno de la atmosfera la atracción de la afinidad química.* (Faraday, pág. 97)

Faraday continúa haciendo suposiciones y desarrollando montajes experimentales entre otros, uno en el que es suspendiendo de una cuerda una liviana pelota de goma que puede que en algún momento se mueva ya que no se encuentran en el completo vacío y hay un aire circundante, así no lo muestra nuestro autor, Faraday sigue con la parte del experimento y es frotar una barra o un trozo de laca con un pedazo de franela o lana se puede decir que es un tipo de tela o un conjunto de hilos tejidos de lo que se conoce hoy en día como poliéster, lo que se logra ver es que cuando frota la barra o el trozo de laca y lo acerca a la pelota lo que percibe es que hay una atracción por parte de la pelota hacia la barra, la pelota se ve atraída hacia la barra, rápidamente dice que él puede eliminar tal poder pasando únicamente la mano y por decirlo así descargando o anulando dicho poder de atracción .

Faraday repitió tales sucesos cambiando el material que era friccionado y con el que friccionaba, cambio la laca por vidrio y la franela por seda o un pedazo de amalgama. Pero el efecto sigue siendo el mismo:

*Recuerden que siempre que existe la atracción de la gravedad, de la afinidad química, de la adhesión o de la electricidad (como en este caso) el cuerpo que atrae es también atraído.* (Faraday, págs. 98 -99) Y esto fue lo que lo llevó a hacer un nuevo experimento suspendiendo una barra de laca de un hilo y con un trozo de franela o seda fricciono los dos trozos de laca dotándolos del poder, primero fricciono la laca que estaba suspendida y luego froto la laca que tenía en su mano, acercando la laca de su mano a la que estaba suspendida, logro ver que se obtenía un efecto muy diferente, pues lo que se logró constatar es que los

dos materiales se repelían. En esta parte Faraday afirma que le es fácil hacer girar el trozo de laca suspendido ya que solo le basta con dotar del poder la barra que tiene en su mano y acercarla al trozo suspendido. Faraday se dio cuenta que con esa acción podría construir un indicador de electricidad.

El repitió el experimento dotando del poder un trozo de laca y un trozo de vidrio, acercando el trozo de laca al vidrio logro evidenciar que la laca atraía fuertemente el vidrio y noto que había dos tipos de acciones, una que permite atraer cuerpos entre si y la otra que permite repeler cuerpos. Si se suspende un trozo de franela en forma de capuchón como lo afirma Faraday y este fricciona un pedazo de laca que él tiene en su mano y por determinado tiempo él acerca la laca al trozo de franela lo que logra evidenciar es que no hay ninguna fuerza que altere el cuerpo, pero si aleja el trozo de laca del capuchón de franela lo que se logra ver es que este es atraído.

### **El indicador eléctrico de Faraday**

Para la casa Faraday deja un ejercicio y consiste en tomar el cristal de un reloj que por lo general es convexo o una superficie que sea convexa y colocar sobre él una lámina de vidrio que ayudara a que el movimiento sea más fácil pues será una fricción entre vidrios y se puede decir que es despreciable, ahora encima del vidrio colocamos un listón de vidrio de una forma alargada y froten un trozo de laca y acérquelo a el vidrio lo que logran evidenciar según nos cuenta Faraday es que hay una atracción de tal manera que la laca hace girar el vidrio obteniendo un indicador un indicador muy sencillo, se podría hacer una relación de la cantidad de veces que tengo que friccionar la laca para girar cierta cantidad el vidrio y así hacer una tabla de la información obtenida.

Faraday hace el experimento con el ánimo de demostrar que hay un tipo de atracción y es lo que da lugar a la invención de un indicador de atracción, pues el indicador también lo puede hacer con trozos de papel haciendo pequeños aros que en cercanías de un trozo de laca dotado del poder estos se verán atraídos, cuanto más pequeños sean los aros de papel más rápido rodarán al ser atraídos por la varilla de laca es lo que nos dice Faraday, se podría pensar en la cantidad de masa que toca atraer, es mayor en la de los aros grandes que la de los aros pequeños por tal manera es más fácil atraer aros pequeños que los grandes, la

cantidad de poder con el que tiene que ser dotado la varilla es menor para los aros chicos, por tal manera ese experimento del globo y los pedacitos de papel precisamente se hace con pedacitos de papel por la cantidad de masa que estos poseen .

### **El colodión, la gutapercha y los magnetos.**

Faraday habla de un experimento con un globo de colodión, el colodión es un material que acababan de desarrollar para la época que emplean para diferentes usos como para ver el negativo de las fotografías y al superponerlos se ve una mejor silueta de la fotografía allí plasmada o lo utilizaban en unión con otro compuesto químico como cicatrizante de heridas, o como lo dice el mismo Faraday para la elaboración de globos, dice que el globo no lo puede sostener de igual manera a la que sostenemos nosotros un globo de los que existen hoy en día ya que este globo si lo pasa de una mano a la otra lanzándolo lo que se ve es que no alcanza a llegar a la mano cuando ya se está repeliendo y llegando a la otra mano, lo que afirma es que el globo está cargado de mucha electricidad y se carga aún más cuando consigue tocar una de sus manos, así como en algún caso la franela en forma de capuchón también quedaba cargada al ser fricciónada la varilla, el globo también queda dotado del poder o cargado de electricidad es lo que se logra evidenciar. Si tenemos un material llamado gutapercha, que a esta época es conocido como un látex con el cual se fabrica el caucho, tiras muy finas de este material esas se electrifican al ser únicamente frotadas con la mano.

Se habla de dos tipos de electricidad que se pueden obtener, al frotar vidrio o al frotar laca, una con franela y la otra con seda, el efecto es muy parecido al que tienen unos materiales como las llama Faraday menas de hierro, Los magnetos o imanes. Los imanes tienen una función muy parecida a la que tiene la laca dotada del poder, estos tienen un poder permanente según lo muestra Faraday; ellos pueden atraer distintos materiales como el metal, el hierro, pero no es capaz de atraer materiales como la liviana pelota de goma de los experimentos anteriores, pero si observamos algo es que al imán no podemos quitarle el poder tan fácilmente. Otra particularidad que tienen estos materiales es que únicamente atraen con las puntas es decir con sus extremos atraen los metales e incluso puede atraer varios metales en cadena, o sea nosotros podríamos pensar que a lo largo que atrae metales como una serie de clips el poder que tiene el imán se extiende hasta la punta del ultimo clip, pero este poder

podría ser cada clip más débil, es decir llega un momento en donde el poder del imán es casi nulo.

Faraday entra a desarrollar una serie de experimentos utilizando los imanes, para lo cual en su siguiente experimento dispone de dos imanes y una barra de hierro. Colocando el imán fijo y la barra de hierro en la punta de otra barra haciendo como un tipo de sube y baja de tal manera que la barra pueda girar sin que haya problema alguno. Cuando él hace este montaje se da cuenta de que la punta de la barra es atraída pero no su centro de tal manera que si logra manipular el imán lo que hace es que la barra de hierro gire, el experimento continua pero cambiando la barra de hierro por un imán a el cual le pinto sus extremos pues Faraday ya suponía que cuando acercaba dos imanes lo que sucedía es que una parte de los imanes se atraía y en otra se repelía, por tal manera necesitaba diferenciar las partes o las puntas en donde los imanes se repelen o se atraen, es lo que se conoce hoy en día como los polos del imán que por convención deciden denotarlos con las letras N y S, Faraday hace el experimento y lo que muestra a los asistentes es que la S de un primer imán, del imán que esta fijo logra atraer la N de lo que pudo concluir que los polos opuestos del imán se atraen y los polos de igual letra se repelen, es así que Faraday trae a su documento el termino de magnetismo :

*Estamos frente a dos tipos de fuerza, cada uno de los cuales atrae diferentes extremidades del magneto; una fuerza doble, que ya existe en estos cuerpos y que se asume de forma de la atracción y de la repulsión. Cuando escriba en adelante la palabra MAGNETISMO, comprenderán ustedes que me refiero a este doble poder.*  
(Faraday, pág. 105)

De acuerdo a lo dicho Faraday sugiere que se pueden elaborar magnetos artificiales de gran poder y es lo que sucede con los imanes de la caricaturas, como las de Warner Brothers, que su uso hasta cierta medida es verdadero pues es claro que el poder del imán por más fuerte que sea no es capaz de atraer personas ni objetos que no tengan propiedades que tienen los metales, pero lo que si hace Faraday es diseñar un imán como el de la caricaturas que es un imán curvo al cual logró colocar a una distancia muy cercana sus dos polos haciendo que el valor del poder del imán se incremente logrando así atraer pesos metálicos más grande, en su experimento el dispone de su imán el cual atrae un cubo de hierro, del cubo desprende un

tipo de armella, tan fuerte es el poder del imán que logra suspender de la armella el cubo de hierro y el imán que es grande y pesado no se logra desprender. El experimento que se acaba de desarrollar se hace de la manera que se tiene que doblar el imán para que el poder de atracción en este caso sea mayor.

¿Pero qué es lo que pasa si partimos el imán a la mitad? Lo que logró evidenciar nuestro conferencista es que nos quedaron dos imanes cada uno con su determinada polaridad es por tal manera que cuando extraemos un imán, ya sea de algún artefacto tecnológico que disponga del uso de este objeto, y este se nos cae o lo rompemos lo que sucede es que no podemos unir el imán de nuevo fácilmente y los extremos en donde se rompió el imán quedan polarizados, es lo que hace pensar a Faraday y decir que aunque el poder de atracción del imán no esté presente en determinado momento en la mitad del imán no quiere decir que este no esté allí, lo que sucede es que tal poder suele manifestarse únicamente en sus extremidades.

### **La máquina de vidrio de Faraday**

Pero ya volviendo al apartado de lo que concierne más a fondo lo que es el mundo de la electricidad nuestro experimentalista hace uso de una máquina que nos produce electricidad, friccionando el vidrio con la seda. Esta máquina consta de un disco de vidrio el cual gira en torno a un eje, lo hace girar una la fuerza imprimida por el operario en una manivela de la cual dispone la máquina, el disco es friccionado con la seda y la seda está en contacto con un conductor en bronce el cual lleva la electricidad hasta un indicador de pajas, que en su punta tiene dos esferas de sauco que podría ser madera u otro material liviano que hace que el efecto de la electricidad sea más visible, como lo cuenta Faraday es que mientras que él no toque el conductor de bronce con su dedo no se produjo la chispa que se vio transmitida en el indicador electrómetro de paja por su caída en el ángulo que poseía respecto a la barra vertical, si se coloca cerca del conductor de bronce en cambio del dedo de Faraday un trozo de bronce lo que se logra ver es un salto de chispa y fue lo que nos dijo Michael, no quiere decir que la electricidad se haya perdido pues en el indicador de paja se vio que decayó, lo que sucede es que la electricidad recorrió otro camino y quedó atrapada en el trozo de bronce.



Luego se pasó a la parte en donde se afirma que hay fuerzas que pueden ser conducidas o transmitidas de un cuerpo a otro, y es lo que ocurrió con la máquina que produce electricidad y el trozo de bronce. La electricidad fue conducida al trozo de bronce y luego conducida a otro cuerpo que fue un tubo que disponía de una salida de gas el cual no se incendió ya que una corriente de aire que había en el lugar desplazó el gas, hacen uso de que hay otras fuerzas que también pueden ser conducidas y es lo que pasa con el calor tratándolo como la electricidad como lo afirma el mismo Michael, nos dice que si colocamos una esfera caliente en contacto con una varilla, el calor de la esfera será conducido a la varilla y puede que el de la varilla sea transmitido a otro cuerpo.

Para demostrar este poder de conducción en el caso del calor se hace uso de un montaje el cual consta de una barra de cobre en posición horizontal y debajo de esta un mechero o fuego que nos proporciona la energía calórica, a la barra de cobre se le adhieren esferas de madera con un tipo de cera. (Faraday, pág. 110) y lo que sucede es que a medida que se va calentando la barra las esferas se van desprendiendo iniciando por las esferas que están en el centro para terminar con la de los extremos, sin duda el metal en este caso el cobre es un gran conductor, pero a Faraday lo que realmente le llama la atención es poder diferenciar entre los materiales buenos conductores y los que no lo son por lo cual une una barra de cobre con un trozo de madera repite el experimento y se da cuenta que el calor viaja muy lentamente y además de eso la madera comienza a quemarse.

### **La conducción del calor y la conducción de la electricidad**

Haciendo un experimento parecido al anterior Faraday coloca una cerilla de fósforo de cada uno de los extremos de las dos barras tanto de la barra de cobre como de la barra o el trozo de madera y como es de pensar, el fósforo que está en la barra de metal será el primero en encenderse o derretirse en comparación del fósforo que está en la madera.

Ahora sí, entrando a lo que concierne la velocidad con que se desplaza la electricidad, dice que es una velocidad asombrosa y es así que dispone de una botella de Leyden y cargando esta con la máquina generadora de energía que tiene en ese momento, hace una prueba de desplazamiento de la electricidad colocando un alambre de la parte superior de la botella y otro a la parte de la lámina inferior que cubre la misma botella y se da cuenta que la chispa

viaja por el aire ni en un parpadeo a gran velocidad, a una velocidad mucho mayor con la que viaja el calor en la varilla de cobre y el trozo de madera. Uniendo una varilla a la parte de la seda que es friccionada con el disco de vidrio y colocando al otro extremo de la varilla un alambre el cual dispone de un conjunto de tiras de papel se da cuenta que una vez acciona la manivela de la maquina las tiras de papel comienzan a alzarse, lo dice el mismo es una velocidad impresionante.

Haciendo uso de tal fuerza, que podemos almacenar, conducir y transmitir a esto se le pueden dar infinidad de usos es por tal manera que para terminar en este día nuestro conferenciante se pregunta si es posible encender una porción de pólvora o una cantidad determinada de gas haciendo uso de esta fuerza y es así que coloca pólvora en el extremo de dos alambres sacados de la polaridad de la botella de Leyden y cargando la misma botella se da cuenta que cuando pasa la chispa lo que hace es encender la pólvora, es así que pasa a la segunda parte del experimento y colocando una mano en la maquina generadora de electricidad y acercando su otra mano a el tubo de escape de gas enciende una pequeña llama y es de esta forma que termina esta conferencia y parte de nuestro análisis histórico crítico .

*No deben sentirse desorientados cuando traten de comparar esta energía – la electricidad- con aquellas que hemos examinado previamente: mañana podemos proseguir, más ampliamente, con la consideración de estas fuerzas trasmisibles.* (Faraday, pág. 115)

Faraday invierte otro día de su vida a intentar solucionar o dar una breve explicación de la fenomenología eléctrica y es de esa manera que hace una sexta conferencia llamada la *Correlación de las fuerzas físicas*, Faraday inicia diciendo que:

*la fuerza que han venido trabajando “la eléctrica” tiene otro efecto aparte del ya conocido que es el de atraer cuerpos y no se trata únicamente de ver como una fuerza afecta a la otra es decir se coloca de supuesto cuando la energía calórica afecta la afinidad química, no basta solo con eso si no que por el contrario es necesario abordar temáticas que nos permitan ver la relación existente que hay entre estas fuerzas y de tal manera poder cambiar las características que permiten relacionarlas.* (Faraday, pág. 117)

Después de esas palabras afirma que para dar explicación a esto que acaba de decir realizará otros experimentos. Así que hace uso de una lámina de zinc muy delgada la cual parte en tiras demasadamente finas, esto con el ánimo de dar explicación a lo que él conoce como afinidad química, los materiales tienen distinta afinidad química dependiendo de qué tipo de materia es la que se esté trabajando, para el zinc la afinidad química consiste en proporcionarle calor y este ardera como en algún momento ardió la madera y todo se da a que el zinc está rodeado de oxígeno “*el oxígeno del aire*” el cual permite que haya la afinidad química y esta sería en palabras de Faraday la afinidad química para el zinc y el oxígeno.

Realiza un experimento encendiendo un mechero de alcohol o colocando en un recipiente alcohol y dejando caer suavemente una mezcla de pólvora y limadura de hierro y lo que logra ver es que fácilmente se enciende la limadura de hierro y la pólvora queda intacta, pero si será cierto lo que evidencio en aquel momento nuestro conferenciante, pues para conocimiento de muchos la pólvora se quemara en un parpadeo gracias a la acción del calor ejercido por la llama, pero esto tal vez lo sabremos únicamente en una recreación de tal experimento en una parte más adelante de nuestro documento .

La explicación que da Faraday es que el hierro tiene la capacidad de arder más rápidamente que incluso la misma pólvora, pues en una segunda parte de su experimento recoge el polvo que logro atravesar la llama y acercándole un fosforo se vio un fogonazo es decir alzó llamarada y es la explicación de que la pólvora aún estaba intacta, el hace estos experimentos para mostrar también que hay diferentes formas de afinidad química y haciendo transformaciones, puede cambiar este tipo de afinidad en electricidad o magnetismo.

Faraday hace una mezcla entre el zinc y el ácido sulfúrico teniendo así un gas llamado hidrogeno, y es de esta manera que tenemos un tipo de afinidad también para el zinc con el ácido sulfúrico, *el zinc descompone el agua y libera gas hidrogeno* (Faraday, pág. 119)

Haciendo uso de la experiencia nuestro conferenciante dice que si adiciona algo de mercurio a el zinc este no perderá su habilidad o capacidad de poder descomponer el agua para formar hidrogeno si no que por el contrario lo que hace es que deja de salir un poco de ese gas quedando contenido en el recipiente y lo que se ha obtenido es la modificación de esta afinidad química, es donde se pregunta Faraday de lo que puede suceder si introduce una placa bañada en mercurio a un poso de ácido sulfúrico que además adiciona un trozo de metal

que no sea tan combustible como el hierro o el zinc y lo que se puede ver es que el proceso que se evidenciaba cuando salía gas uniendo ácido sulfúrico y zinc se volvió a restablecer, es decir volvió a iniciar la reacción que tiene el zinc con el ácido .

Es así que Faraday afirma que el nuevo hidrogeno que se ve salir no es producto de la unión del zinc, el mercurio y el ácido sulfúrico, si no que por el contrario esto ya es acción del cobre, continuando el experimento decide introducir en un recipiente lleno de una solución de sal un trozo de zinc y uno de platino, dice que lo puede dejar mucho tiempo pero no sucederá nada pero esto cambia cuando él hace entrar en contacto el zinc con el platino y lo que logra evidenciar es que el platino es cubierto por una capa de cobre, ¿será esto posible? Podría pensarse que el hacer este tipo de uniones químicas entre compuestos y elemento nos proporcione en cierta medida presencia de algún otro elemento como lo es en este caso el cobre.

La explicación que da nuestro autor está relacionada con la reducción que hace el zinc al otro metal es afirmar que el zinc cedió su poder al platino, pero si en la mezcla salina no estuviera el zinc y se sumergiera solo el platino o plata o cobre no se vería nada, cuando está el zinc hace una trasmisión química a el otro metal y se ve reflejada en la cubierta de cobre. Lo que sigue del experimento es hacer uso de una serie de recipientes que contienen el ácido y los dos metales como lo es el zinc y el cobre, conectando con alambres conductores, el zinc de un primer recipiente con el cobre de un segundo recipiente es lo que nos da origen a una pila voltaica. En repetidas ocasiones el zinc reduce a el otro metal y hay una trasmisión o una emisión química de dicha fuerza dando lugar a la pila de volta, cuando se hace la unión final entre los recipientes por decirlo así en términos eléctricos cerramos el circuito, e incluso un momento antes lo que se ve es una chispa y es lo que nos da la opción de la fuerza que hay allí que no es nada más que la fuerza eléctrica.

### **La pila de Humphrey Davy**

Faraday hace uso de un aparato que construyó su mentor sir Humphrey Davy para saber si la fuerza que producía aquella mezcla entre materiales “la pila voltaica” podía producir efectos parecido como los que se habían obtenido con la barra de laca en el principio de nuestro análisis, el aparato que construyo Davy constaba de una botella a la cual le salían dos

alambres en su tapa y los alambres en su interior estaba desprovistos de dos laminas en ese momento de oro, lo que sucedía es que cuando conectaba los cables de la batería a el aparato elaborado por Davy las láminas de oro tendían a atraerse, es decir que si se tenían efectos parecidos a los de la electricidad, Faraday no podía dejar tanto tiempo los cables unidos a el aparato ya que quemaría las láminas y pues no era lo pensado.

Es de admirar lo que pudo hacer Faraday recrear el fenómeno que ya otro había hecho como lo es la pila y además de eso dar una explicación bastante acertada respecto a lo que le pasa a los metales cuando son sumergidos en la reacción química. Hacer uso de la pila para producir electricidad hace pensar a Faraday que ya no tiene que disponer del uso de una máquina a la cual tenía que estarle dando vueltas con la manivela durante horas para poder visualizar el efecto.

Faraday hace lo que él llama un puente de fuerza que consiste en colocar un alambre de platino suspendido de dos varillas, el alambre de platino tiene añadido al pequeños alambres como lo dice el mismo Faraday no combustibles los cuales ayudan a ofrecer resistencia al paso de la fuerza eléctrica producida por la pila, lo que se logra observar cuando se conecta de las dos varillas los cables de la pila es que después de un tiempo hay una cierta cantidad de calor y ese calor es muestra de que hay una dificultad a el paso de la corriente, esto lo podemos relacionar con las resistencias de hoy en día que son unos artefactos utilizados para controlar la velocidad con que pasa la corriente, ellas cuentan con una serie de colores que van desde el color negro hasta el blanco, uno logra percibir que estas resistencias también de calientan y es ya que están en uso y están controlando el paso de esa electricidad, es así que acaba esta parte y pasa o lo que ya algunos conocen como lo es el magnetismo.

No se pueden separar estos conceptos ya que así como la afinidad química puede producirnos electricidad, la electricidad puede ser intercambiada por afinidad química y también la electricidad puede generarnos magnetismo, por lo cual Faraday hace uso de un montaje experimental que consta de un alambre de cobre, ya conocido por muchos de nosotros como un puente de fuerza, el cobre es un material que no es magnético lo que hace Faraday es hacer tal prueba acercando un imán a el alambre, pero no se obtiene efecto ninguno, colocando un imán alargado debajo del puente de fuerza y teniendo en cuenta que el imán puede girar libremente en su eje, hace pasar corriente por el alambre de cobre y lo que logra ver es que

el imán se mueve colocándose el polo S en la terminal de la pila que comunica con la lámina del zinc y el N con el platino, es lo que nos da una mirada en la forma o en la dirección en que viaja la corriente y en este caso sería del platino al zinc.

Es así que Michael Faraday dice que una corriente puede producirnos un campo magnético, pues la electricidad que paso por el puente de fuerza creo un campo magnético el cual interactuó con el campo magnético del imán que dio lugar a el movimiento del imán con forma alargada, entonces en pensamientos de Faraday está el poder elaborar imanes haciendo uso de la electricidad y es colocando un trozo de metal en el centro de un espiral de cobre, sin que el metal toque el espiral para que cuando se llegue el momento de pasar la corriente esta recorra el camino o la trayectoria descrita por la espiral, es así que hace pasar corriente por el alambre de cobre y lo que logra ver es que los metales que están cerca se ven atraídos por el hierro que está en el centro de aquel embobinado de cobre, y a este se le conoce como un electroimán, usa este nombre ya que es un magneto que funciona por medio de electricidad. Así es que Faraday termina por contarnos como se puede producir electricidad por medio de la química y magnetismo por medio de la electricidad.

### **El aporte de Maxwell**

James Clerk Maxwell quien nace en 1831, en Edimburgo- Reino Unido, tuvo un gran reconocimiento por sus formalismos matemáticos en cuanto a expresar fenómenos electromagnéticos se refiere. En su *Tratado de electricidad y magnetismo*, realiza una caracterización del fenómeno eléctrico en los dos primeros capítulos, el primero es titulado *Electroestática* y el segundo<sup>1</sup> *Teoría matemática elemental de la electricidad estática*.

En el primer capítulo titulado electroestática recrea experimentos con ideas parecidas a las de Faraday, pero con diferentes materiales. Maxwell comienza haciendo un recuento en relación con la fenomenología eléctrica y explica el por qué hacer un documento que dé cuenta de un formalismo matemático de una fenomenología en particular como lo es la electroestática.

---

<sup>1</sup> Resulta prudente resaltar que el documento al cual se le aplicara el proceso de recontextualización será a una traducción realizada por el profesor Juan Carlos Orozco Cruz y María Cecilia Gramaje.

*En el siguiente Tratado me propongo describir los más importantes de estos fenómenos, mostrar como ellos son susceptibles de medida, y trazar las conexiones matemáticas de las cantidades medidas. Habiendo así obtenido los datos para una teoría matemática del electromagnetismo y habiendo mostrado como esta teoría puede ser aplicada para el cálculo de los fenómenos, me esforzaré en aclarar tanto como pueda las relaciones entre la forma matemática de esta teoría y aquella de la ciencia fundamental de la Dinámica, con el fin de que podamos en algún grado estar preparados para determinar la clase de fenómenos dinámicos entre los cuales podamos ver explicaciones e ilustraciones de los fenómenos electromagnéticos .*  
(Maxwell, 1954)

Maxwell habla de que existen dos tipos de electrificación independientemente del modo en que se dé el fenómeno es decir, del modo en que se electrifiquen los materiales, un primer modo es cuando cualquier material es electrificado y sus propiedades de electrificación repelen el vidrio, es lo que llamó como vítreamente electrificado y a los que tienen el poder de repeler la resinoso, resinosamente electrificado, así como en un momento Faraday le dio una polaridad a los imanes denotándolos con las letras N o S, Maxwell lo que hace es denotar con un signo positivo cuando los materiales están vítreamente electrificado y un signo negativo cuando son resinosamente electrificados, eso lo hace ya que en su segundo capítulo del tratado hace uso del experimento para dar inicio a el formalismo matemático y necesita saber cuándo se está hablando de un cuerpo cargado positivamente o negativamente, el ejemplo que él nos trae es el de los numero en un plano cartesiano los de la derecha son positivos y los de la izquierda son negativos, recalca que eso no es más que pura convención, es de saber que todo el documento habla de cuerpos que han sido electrificados o disponen de procesos de electrificación por tal manera Maxwell indaga de los tipos de electrificación posibles y estos son muy parecidos a los del mismo Faraday.

### **Electrificación por inducción**

Lo que hace maxwell es disponer de un recipiente metálico suspendido por unos hilos, de otro hilo suspende un trozo de vidrio y la tapa del recipiente, el vidrio esta previamente cargado, una vez baje el vidrio al recipiente o lo introduzca en el recipiente este también se

tapara pero no por acción del vidrio es por la acción que el vidrio está atado a la misma cuerda de la tapa es decir hasta el momento no hay nada extraño, lo extraño es cuando acercamos un trozo de resina al recipiente, lo que hace es atraer esa resina y repeler un segundo vidrio que acerquemos al recipiente, entonces dice maxwell que el recipiente esta vítreamente electrificado.

Si se saca el vidrio del recipiente el poder con el cual había sido dotado el recipiente desaparecerá y es a lo que se llamó electrificación por inducción.

### **Electrificación por conducción**

Lo que propone Maxwell es electrificar un recipiente por inducción como se hizo en el anterior recipiente, colocar cerca a este recipiente otro muy idéntico pero sin el vidrio suspendido por dentro, luego se conectaran los dos recipiente por un cable de cobre, y lo que se verá según nos cuenta Maxwell es que los dos recipientes ahora se encuentran electrificados, y esa electrificación se dio por conducción, la electricidad debió ser conducida por el alambre de cobre, la electrificación es la misma vítreamente electrificado pues repele el vidrio.

### **Conductores y aisladores**

Una vez electrificamos el recipiente metálico introduciendo el vidrio cargado, lo que se logró evidenciar es que este no estaba en contacto con el recipiente pero por el contrario estaba en contacto con el aire que hay dentro del recipiente es de esta manera que Maxwell dice que el aire es una aislante al igual que el hilo, la lana, la seda, pero sin embargo no son del todo aisladores ya que permiten el flujo de algunas cargas eléctricas y es lo que paso cuando se introdujo el vidrio cargado en el recipiente, el aire circundante no fue del todo aislante si no que por el contrario transmitió en cierta medida algunas cargas, y Maxwell citando a Faraday dice que se le llamó a estos materiales dieléctricos y su acción de transporte de cargas es denominada como inducción, entonces en ese orden de ideas los materiales conductores y aislantes existen en la medida que sean buenos conductores o buenos aislantes .

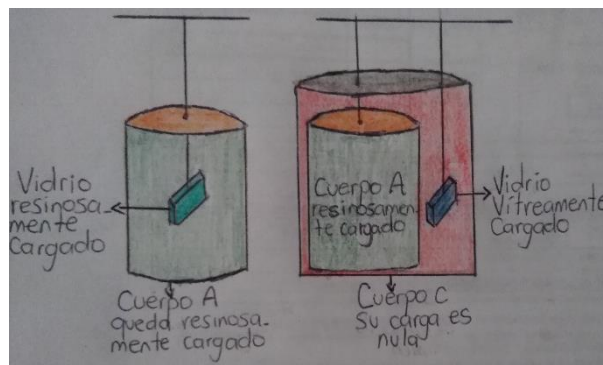
Para los conductores lo explica hablando del experimento que tuvo lugar con los dos recipientes uno cargado eléctricamente con el otro debido a la conexión que había por medio



de un cable de cobre, si se remplazara ese cable de cobre por uno que fuera de lana, seda u otro material de los buenos aisladores, el transporte de carga no se haría evidente.

En su tratado, Maxwell introduce el término de unidad de carga y hace referencia a la electrificación que podemos practicarle a un cuerpo, para esto habla de un recipiente A al cual se le introduce un vidrio cargado eléctricamente después de ser friccionado con resina, lo que se logra evidenciar es que una vez saca el vidrio del recipiente este logra quedar cargado resinosaemente, es decir que si uno acerca trozos de resina al cuerpo A este lo que hace es repeler tales trozos, pero si se introduce el vidrio y el cuerpo A dentro de un recipiente C sin tocar sus paredes, lo que se logra evidenciar o constatar es que la electrificación que tiene lugar en el exterior del recipiente C es nula, ya que se introdujo dentro del recipiente dos cargas de igual magnitud pero de signo contrario una resinosaemente cargada que es la del recipiente y otra vítreamente cargada, es decir que si se hubiesen introducido dos cuerpos cargados vítreamente o resinosaemente, el valor de la carga para el exterior del cuerpo C hubiese sido duplicado.

*En la siguiente imagen se ilustra el caso anterior.*



*Figura 0.1*

Maxwell dice que la electrificación total del cuerpo no obedece a más que la suma de todas las electrificaciones, un ejemplo claro que si tengo un cuerpo cargado vítreamente y lo introduzco en otro recipiente que tiene una sustancia la cual está también cargada vítreamente, según sea el caso lo que tendré al final de eso es que el recipiente en el que introduje el primer recipiente y la sustancia desconocida, estará cargado con dos unidades, y en palabras de Faraday sería como decir que tal poder es maravilloso.

Entonces para cargar un recipiente resinosamente se debe introducir un cuerpo vítreamente cargado y una vez saque el cuerpo vítreamente cargado, el recipiente quedará resinosamente cargado, esto es con un signo de carga negativo, tal cual funciona para cargar un recipiente vítreamente, lo que se debe hacer es introducir un cuerpo cargado resinosamente a un recipiente metálico y una vez saque el recipiente resinosamente cargado el recipiente metálico quedará vítreamente cargado.

### **3.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO.**

Faraday en su libro *Las fuerzas de la materia* realiza una serie de experimentos intentando dar un significado a lo que es la electricidad y hoy en día se conoce como electrostática, que hace referencia a la atracción y repulsión entre una clase de materiales. Para caracterizar el fenómeno tiene en cuenta ¿cómo es generado?, ¿cómo se puede medir?, ¿cómo es la velocidad de conducción del fenómeno de un cuerpo a otro? y por último ¿cómo se puede almacenar? Estos mismos aspectos son los que se tienen para la construcción del módulo, se piensa en una serie de actividades experimentales que nos permita ver el fenómeno de la misma manera en que lo vio Faraday. Por otra parte, también se busca que los materiales empleados en la recreación de los experimentos de Faraday sean muy fáciles de conseguir, es por eso que se trabaja con cuatro experimentos que dan en cierta medida responde a las preguntas que se hizo nuestro filósofo.

*¿Qué estudio es más apropiado para la mente del hombre que el de las ciencias físicas? y nada puede ser mejor para hacer que se compenetre de la acción de tales leyes, que una erudición que al despertar el interés por los fenómenos más triviales de la naturaleza haga que el **estudiante** observador encuentre “palabras en los árboles, un libro en cada rio, discursos en las piedras, y en toda cosa el bien.*

*MICHAEL FARADAY*

Para generar el fenómeno y observar acciones de atracción y repulsión basta con buscar materiales que nos permitan trabajar el fenómeno, así es que hacemos modificaciones en los experimentos, de tal tipo que cambiamos algunos materiales difíciles de conseguir por otros que no lo son, esto sin alterar el propósito del experimento.

En otro sentido el módulo no solo busca dar respuesta a la pregunta problema del trabajo, sino que también busca contribuir a la formación en ciencias de un grupo de estudiantes, bajo el supuesto que estos aprenderán de la fenomenología y le darán gran importancia a la historia para la construcción de un concepto. Es así como el módulo también permite tener ideas para la construcción de material de laboratorio de una manera muy sencilla, basta con decir que para trabajar parte de la ciencia y en particular la física no debemos tener el laboratorio o los laboratorios más sofisticados del planeta.

El módulo se organizó en cinco actividades, cada una de las cuales se dispuso en una guía que debía ser desarrollada en grupos de trabajo. **(Ver anexo 1)**

## CAPÍTULO 4

### 4.1 IMPLEMENTACIÓN SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA

#### Descripción de la experiencia

La implementación del módulo se llevó a cabo con estudiantes del programa de formación complementaria de la Normal Superior de Pasca. En una primera actividad se les puso al tanto del trabajo que íbamos a desarrollar, desde ese primer instante se hizo necesario motivar al estudiante hablándole de las actividades experimentales que incluían el módulo.

#### Trabajo desarrollado con el grupo de estudiantes

Se decidió trabajar en grupos, se hace una introducción a la actividad que estaba por empezar siendo titulada *electrificando materiales (modulo)*, la introducción se hizo contando parte del análisis histórico crítico que se le hizo a Faraday debido a sus trabajos desarrollados en la fenomenología eléctrica. Cabe resaltar que la actividad (electrificando materiales) tiene una introducción de la temática a trabajar. En cada una de las actividades la introducción se hace con motivo de recordar eventos que posiblemente uno haya evidenciado en el mundo natural, es decir la atracción o repulsión entre cuerpos, como la atracción que experimentan los vellos de alguna parte del cuerpo cuando están cercanías de la pantalla de un televisor u otros objetos.

Los chicos comienzan a ensamblar sus montajes experimentales y a interactuar con estos.

#### Experiencias de la actividad dos

La actividad dos tiene al final cuatro preguntas que se mostraran a continuación.

- 1 ¿Qué considera usted cuando se dice que estamos electrificando materiales?
- 2 ¿Cuáles materiales son más fáciles de electrificar?
- 3 ¿Cómo es la relación de las veces que debo friccionar la barra de laca con la lana en cuanto a su poder de electrificación?

4 ¿Cuáles ideas tiene usted para la electrificación de materiales (dibújelas)?

#### **Respuestas a la pregunta 1 Actividad 2-día 23 de septiembre**

1 ¿Que considera usted cuando se dice que estamos electrificando materiales?

Las respuestas dadas son del tipo, que los chicos tratan de definir la acción de electrificar materiales como la fricción entre materiales y estos son cargados de cierta cantidad de electricidad.

Cuando se hacia la actividad los chicos decían que era más fácil electrificar los materiales fricciónándolos con el cabello de ellos ya que posiblemente la lana estaba sucia o algunos materiales estaban sucios y no se podía desempeñar tal acción.

Otra dificultad que tuvieron los chicos fue que como la actividad se desarrolló fuera de un salón, dicho por ellos mismos, hubo factores que afectaron la observación de la fenomenología, ellos dicen que los factores son la humedad, el aire y también que algunos materiales son muy pesados como lo es la laca.

#### **Respuestas a la pregunta 2 Actividad 2-día 23 de septiembre**

2 ¿Cuáles materiales son más fáciles de electrificar?

Los chicos dicen que los materiales más fáciles de electrificar son los plasticos, la laca y que por lo general los que son fáciles de electrificar son los materiales que son aislantes.

#### **Respuestas a la pregunta 3 actividad 2-día 23 de septiembre**

3 ¿Cómo es la relación de las veces que debo fricciónar la barra de laca con la lana en cuanto a su poder de electrificación?

Las respuestas coinciden en que la electrificación de un material depende del material con el que se esté fricciónando, en el caso de la laca cuanto más friccione la laca con la lana la electrificación será mayor.

## Respuestas a la pregunta 4 Actividad 2-día 23 de septiembre

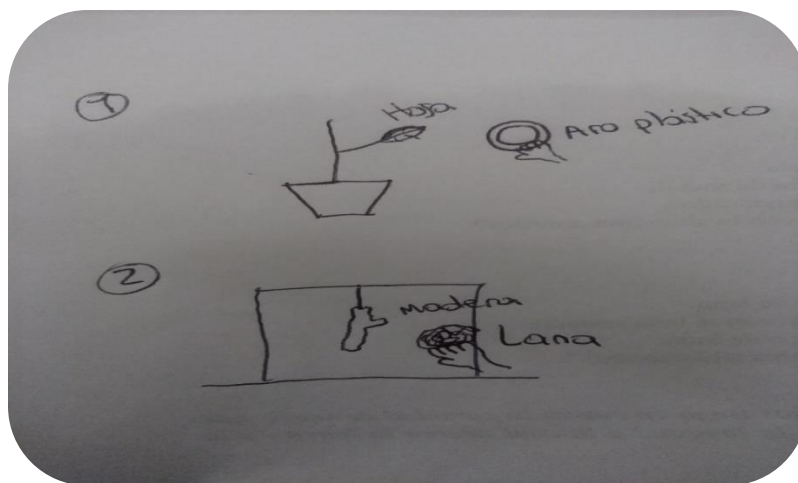
4 ¿Cuáles ideas tiene usted para la electrificación de materiales (dibújelas)?

Los chicos en la plenaria hicieron preguntas en relación a que si ¿todos los materiales se pueden electrificar?

La respuesta que se les dio de acuerdo con lo que decía Faraday es que en cierta medida todos los materiales se pueden electrificar o ser dotados con cierto poder, pero no en la misma medida debido a su composición material.

### Figura 0 1. Ideas que tienen los estudiantes para la acción de electrificar.

Las ideas de los participantes acerca de la acción de electrificar fueron recogidas con la ayuda de ilustraciones, como se aprecia en lo que sigue.



*Imagen 1*

*Fuente: Elaboración propia*

En la imagen se ve que quieren probar si podemos electrificar un aro plástico y acercarlo a una hoja de un árbol. La evidencia de que el aro este electrificado estará dada por la atracción o repulsión que este experimente con la hoja del árbol.

En la última página de cada actividad encontramos unas preguntas que están más relacionadas con obtener respuestas a la pregunta problema generadora del proyecto, para esta actividad la pregunta es:

**-¿Qué podemos decir entonces acerca de lo que es la electrificación?-día 23 de septiembre**

La respuesta a esta pregunta es que la electrificación es como lo decía Faraday dotar de un poder un material al ser friccionado con otro material.

Los chicos aun no conciben que las acciones de atraer cuerpos y repeler cuerpos estén asociados a la electrificación que poseen determinados cuerpos, lo relacionan más con las acciones dadas por los imanes.

### **Experiencias de la actividad dos**

A los alumnos se les entregaron sus respectivos materiales y guía de trabajo.

Esta actividad cuenta con cuatro preguntas las cuales deben ser sustentadas por medio de respuesta escrita, el alumno con sus propias palabras debe intentar construir un significado de lo que se le pregunta. Las preguntas son:

- 1 ¿Que considera usted cuando se dice que estamos electrificando materiales?
- 2 ¿Cuáles materiales son más fáciles de electrificar?
- 3 ¿Cómo es la relación de las veces que debo friccionar la barra de laca con la lana en cuanto a su poder de electrificación?
- 4 ¿Cuáles ideas tiene usted para la electrificación de materiales (dibújelas)?

### **Respuestas a la pregunta 1 Actividad 2-dia 23 de septiembre**

- 1 ¿Que considera usted cuando se dice que estamos electrificando materiales?

La respuesta de un grupo es que cuando se fricciona un material lo que sucede es que se están cediendo electrones.

En ningún momento de la introducción se dijo tal cosa, pero los alumnos ya tienen algunas ideas previas de lo que también podría estar pasando, para tiempos de Faraday o para los años de 1804 no se tenía conocimiento aun del electrón, no estaba construido un modelo estructurado del átomo.

### **Respuestas a la pregunta 2 Actividad 2-día 23 de septiembre**

2 ¿Cuáles materiales son más fáciles de electrificar?

Los chicos coinciden en que les fue más fácil de electrificar la barra de laca en relación a las barras metálicas.

Los alumnos probaron electrificando cada uno de los materiales, pero se dieron cuenta de que los efectos de repulsión y de atracción eran más notorios cuando friccionaban la laca o el cascarón de un esfero.

### **Respuestas a la pregunta 3 Actividad 2-día 23 de septiembre**

3 ¿Cómo es la relación de las veces que debo friccionar la barra de laca con la lana en cuanto a su poder de electrificación?

No importa cuántas veces friccione la laca con la lana o el tiempo que dure friccionándola, el resultado de atracción siempre será el mismo, la atracción fue aproximadamente de un centímetro en todos los momentos.

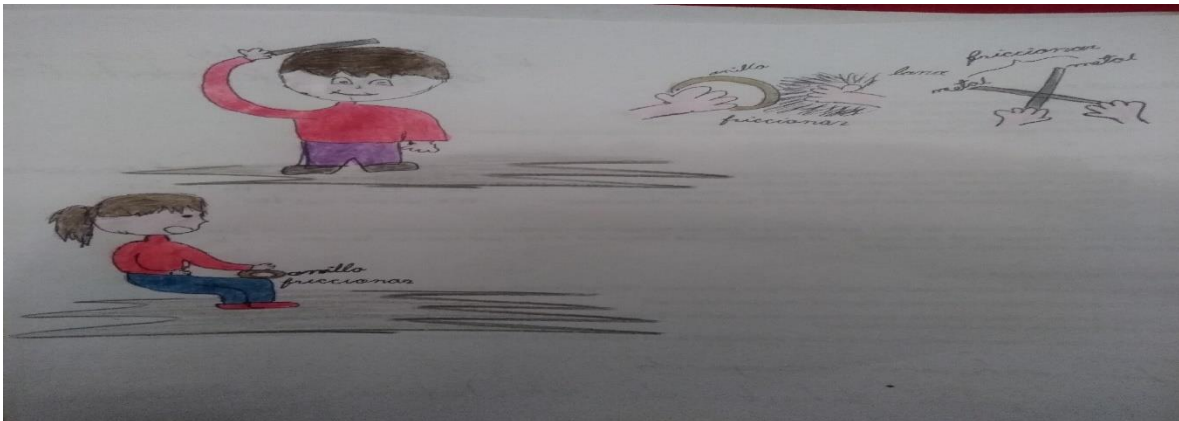
En algunos momentos cuando más fricciono la laca con la lana el poder de atracción aumenta, el hecho de que los chicos no le atribuyan mayor importancia al número de veces que debo friccionar la laca con la lana está dado por la pérdida de las propiedades de la lana al estar sucia, por eso es que si funcionó cuando friccionaban con su cabello la laca.

### **Respuesta a la pregunta 4 Actividad 2- día 23 de septiembre**

4 ¿Cuáles ideas tiene usted para la electrificación de materiales (dibújelas)



**Figura 0 2. ¿Se pueden electrificar todos los materiales?**



**Imagen 2**

**Fuente: Elaboración propia**

Ellos preguntaron que si el oro también se podía electrificar a lo que se les respondió fue que tocaba mirar, ellos experimentaron friccionando un anillo de oro con su pantalón y acercándolo al copo de lana, se pudo evidenciar que la lana se atraía muy poco. De ideas de electrificación tienden a probar con distintos materiales, a friccionar dos metales, a friccionar el anillo y acercarlo a los pelos del cuerpo.

**¿Qué podemos decir entonces acerca de lo qué es la electrificación? -día 23 de septiembre**

La electrificación es el traspaso de energía de un objeto a otro o es dotar de un poder ciertos materiales que me permite atraer o repeler otros.

Ellos ya tienen ideas previas de lo que puede ser la electricidad y lo manifiestan como una energía, para tiempos de Faraday se desconocía el termino de energía.

**Experiencias actividad tres**

Esta actividad debía rendir un poco más ya que la introducción se hizo en la primera actividad de ese día y los alumnos ya conocían la dinámica de trabajo también debía rendir más por que las preguntas estaban inmersas en cada uno de los pasos que conformaban la actividad, entonces en esta parte el análisis estará dado por el trabajo desarrollado en cada uno de los pasos.

**Primer paso -Actividad 3 -23 de septiembre** El primer paso consistía en elaborar el montaje experimental de un indicador que me permitiera dar cuenta de la fenomenología eléctrica.

**Figura 0 3. El indicador eléctrico.**



*Imagen 3*

*Fuente: Elaboración propia*

**Segundo paso –Actividad tres -23 de septiembre**

- ¿Cuánto tiempo tardo en hacer girar una vez, dos veces y tres veces el listón? Haga una tabla.

**Figura 0 4. Tabla de tiempos**

#Voces	Tiempo
1	3"
2	6,44"
3	12,37"

*Imagen 4*

*Fuente: Elaboración propia*

Esta es una de las tablas que hicieron los alumnos del programa, resaltando el tiempo que tarda en dar una, dos, tres vueltas el indicador. El tiempo está dado en segundos.

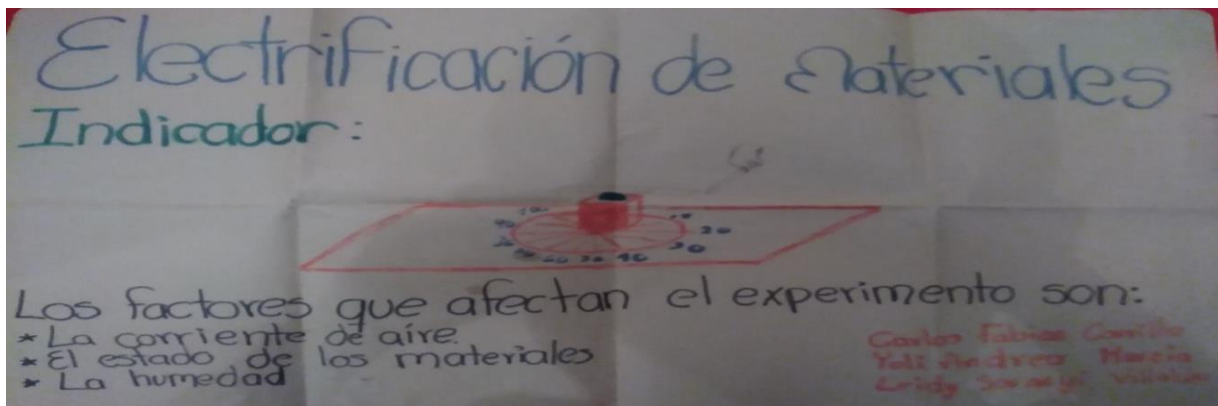
Ellos tuvieron problemas con el indicador ya que había aire en el lugar entonces los efectos se veían alterados.

En este paso se le pide relatar lo sucedido a los alumnos por lo que dicen que: *el experimento se realizó con un esfero ya que la laca se ensucio y esto no le permitió electrificarse. El viento afecto el experimento varias veces, sin embargo, se llevó a cabo logrando que el listón girara las veces necesarias, hubo variaciones en el tiempo de pronto por el viento o la electrificación.* Palabras de un grupo de estudiantes del programa de formación complementaria de la Escuela Normal Superior de Pasca

### **Tercer paso – Actividad tres – 23 de septiembre**

En este paso lo que se les pide es elaborar una cartelera que describa la experiencia de la actividad, los chicos en cada una de las carteleras dibujaron el indicador que habían elaborado, pues les resulto de gran importancia el montaje experimental para poder construir una métrica del tiempo de giro del mismo, el indicador les permitió tener relaciones de la cantidad de veces que tenían que friccionar la laca para hacer girar ciertos grados el listón y así tomar un tiempo de giro.

**Figura 0 5. Elaboración de la cartelera**



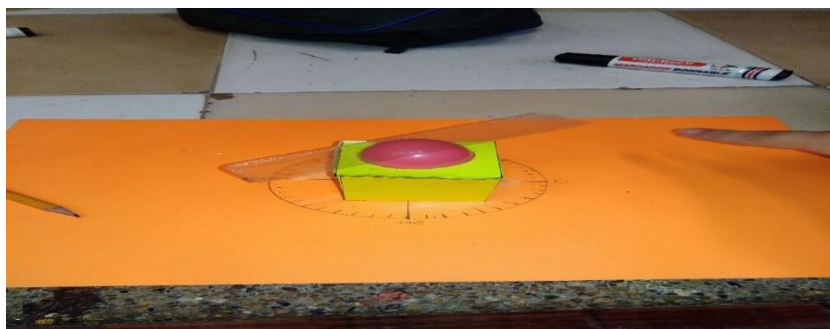
**Imagen 5- Fuente: Elaboración propia**

### **Experiencias actividad tres**

#### **Primer paso –Actividad tres -23 de septiembre**

En este paso los alumnos deben ensamblar el indicador, a continuación tenemos una imagen del indicador que construyeron los alumnos.

**Figura 0 6.Indicador eléctrico**



**Imagen 6**

**Fuente: Elaboración propia**

**Segundo paso – Actividad tres -23 de septiembre.**

**Figura 0 7.Tabla de tiempos**

¿Cuánto tiempo tardo en hacer girar una vez, dos veces y tres veces el listón? Haga una tabla.

Cantidad de veces de fricción	Tiempo Para dar un giro.
5 veces	10,25seg 1 giro.
	2,25seg. 2 giros
	<del>3 giros</del>
	4,37seg 3 giros
	6,47 seg 3 giros

Quando se frota la barra de laca en el cabello y se hace acerca al liston para dar unicamente un giro dura 10 seg aprox. Para cuando vamos a frotar contra el cabello y se aceró para hacerlo girar dos veces duró solo a 2 seg aprox. y si realizamos mas intentos para que gire mas veces se evidencia que el tiempo es menor es decir que da los giros mucho mas rápido.

**Imagen 7**

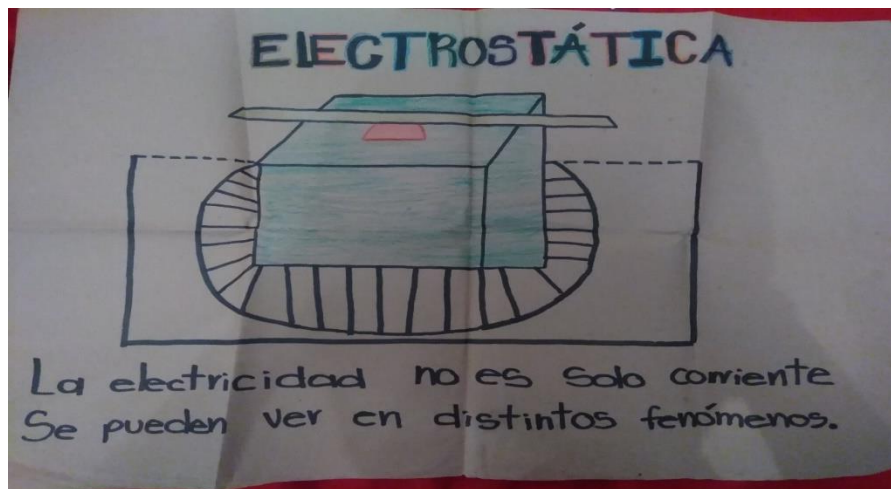
**Fuente: Elaboración propia**

Los alumnos encontraron una relación entre las veces que se debe friccionar la laca para tomar el tiempo de giro del indicador, además en la imagen se logra ver el relato de lo sucedido.

**Paso tres –Actividad tres -23 de septiembre.**

En este paso se les pide a los alumnos elaborar una cartelera que describa la experiencia de la actividad.

**Figura 0 8. Cartelera del indicador**



*Imagen 8*

*Fuente: Elaboración propia*

Los chicos de entrada en su cartelera exponen que la electricidad no es solo la corriente que sale de la toma (*tomacorriente*) que tenemos en nuestras casas, la corriente es más que eso y tuvo sus principios en distintos fenómenos como lo es la electrificación de materiales.

**Experiencias del 24 de septiembre.**

Para este día se tenían programadas dos actividades, una primera actividad relacionada con la conductividad de la electricidad en distintos materiales y la otra actividad que consistía en elaborar un aparato que me permitiera capturar el fenómeno y transportarlo.

Las actividades se desarrollaron en la Escuela Normal Superior de Pasca, por lo cual hicimos uso de un salón, que no precisamente era un laboratorio, pero nos serviría para poder trabajar.

El número de estudiantes que participaron fueron 13 se hicieron cuatro grupos, dos de cuatro, uno de tres y uno de dos.

#### Actividad cuatro -24 de septiembre

La actividad cuenta con tres momentos un primer momento está relacionado con la elaboración de un mechero y adecuación del montaje, un segundo momento que es hacer un puente colocando madera seguido de metal y a este atarle las esferas, y un tercer momento que es la conducción eléctrica mediante la utilización de un circuito. Ver anexo 1

En la tabla 3. Se relacionan las preguntas con las que cuenta esta actividad y las respuestas pasadas textualmente de las guías que contestaron los estudiantes.

**Tabla 2- Respuestas de los cuatro grupos a la actividad 4**

Preguntas	Respuestas Grupo 1	Respuestas grupo 2	Respuestas Grupo 3	Respuestas Grupo 4
<b>1 ¿Qué relaciones podemos decir que hay entre la electricidad y el calor?</b>	<i>La electricidad genera calor.</i>	<i>Dependiendo del material se conduce más rápido el calor</i>	<i>Que ambas producen o transmiten energía con ciertos materiales</i>	<i>Los conductores que estos poseen</i>
<b>2 ¿Qué variables consideramos para la conducción del calor respecto a las de la electricidad?</b>	<i>Los materiales que conducen electricidad no siempre conducen calor por mucho tiempo.</i>	<i>La conducción del calor sobre el metal fue rápido y esto fue lo que hizo que las esferas se cayeran, mientras que en la madera el calor no se conduce.</i>	<i>No responde</i>	<i>El metal</i>
<b>3 ¿Cuáles esferas cayeron primero?</b>	<i>Cayeron primero siempre las esferas que estaban adheridas al metal</i>	<i>las esferas que cayeron primero fueron las que estaban en el metal</i>	<i>Cayeron primero las esferas que estaban en el tubo metálico</i>	<i>Las del trozo de metal</i>
<b>4 ¿En cuales materiales es mejor</b>	<i>En la barra de metal, aluminio y el oro.</i>	<i>El mejor conductor de calor es el metal</i>	<i>En los metales , aluminio y oro</i>	<i>El metal</i>

Preguntas	Respuestas Grupo 1	Respuestas grupo 2	Respuestas Grupo 3	Respuestas Grupo 4
conducido el calor?				
5 ¿En cuales materiales es mejor conducida la electricidad?	<i>el oro y el metal</i>	<i>El mejor conductor de electricidad es el metal</i>	<i>El mejor conductor de electricidad es el oro y en consecuencia todos los metales</i>	<i>El metal</i>
6 ¿Qué sería lo que llevó a Faraday a desarrollar este experimento?	<i>En su momento quería comprender prácticamente los fenómenos que se producían en la cotidianidad derrumbando o fortaleciendo algunas teorías</i>	<i>Faraday quiso descubrir cuáles eran los mejores conductores de la electricidad y lo hizo a través de los conductores de calor</i>	<i>El interés y la curiosidad tal vez por la relación que tienen los elementos conductores de calor y electricidad</i>	<i>No responde</i>
7 ¿Qué diferencia hay entre la conducción del calor y la conducción de la electricidad?	<i>La velocidad</i>	<i>La electricidad se conduce más rápido que el calor</i>	<i>El calor se conduce más fácilmente por medio de los metales como ejemplo y ejercicio del puente con las canicas</i>	<i>El calor se da mucho más rápido en la madera y en el metal, la electricidad se da solo por un metal.</i>

**Fuente: Elaboración Propia**

Cuando se analiza cada una de las respuestas de los alumnos nos podemos dar cuenta de que hay un grupo que es el grupo cuatro que en la experiencia se piensa que están trabajando, pero a la hora de contestar las preguntas no coinciden con las respuestas que dan sus compañeros. Por otro lado, los demás alumnos intentan dar apreciaciones muy puntuales que relacionan la forma de conducirse el calor y la forma de conducirse la electricidad, resaltando el tipo de material, el tiempo de conducción, y factores que alteran los experimentos.

### Actividad cinco 24 de septiembre

Esta actividad consistió en la elaboración de una botella de Leyden, la actividad fue pensada para poder capturar el fenómeno del que tanto hemos hablado, el fenómeno eléctrico, la botella la cargamos con un generador electrostático el cual es un televisor de los antiguos, se hizo con el televisor antiguo ya que lo que se quería evidenciar está más relacionado con la experiencia de algunos, pues si acercamos los brazos a la pantalla del televisor lo que logramos ver es que los pelos se levantan, y eso es gracias a la electricidad que posee la pantalla del televisor en determinados momentos .

A continuación, se muestra la tabla 4 con las respuestas de los alumnos a cada una de las preguntas para posteriormente mostrar una imagen de como ellos conciben la fenomenología.

**Tabla 3- Respuestas de los cuatro grupos a la actividad 5**

Preguntas	Respuestas grupo 1	Respuestas grupo 2	Respuestas grupo 3	Respuestas grupo 4
<b>1 ¿Qué coloración tiene la chispa?</b> 7	<i>La chispa es de color azul</i>	<i>Tiene una coloración entre azul y blanco</i>	<i>La chispa es de color blanca con azul</i>	<i>Blanca</i>
<b>2 ¿De qué cree usted que depende la coloración de la chispa?</b>	<i>Del contacto entre los cables</i>	<i>La coloración de la chispa depende de la cantidad de aluminio y el ambiente donde se realiza el experimento.</i>	<i>Entre más voltios tenga. Eso genera la coloración de la chispa.</i>	<i>El aire que posee el lugar</i>
<b>3 ¿Qué acciones nos permite desempeñar la botella de Leyden?</b>	<i>Almacenar carga eléctrica</i>	<i>La conducción , el almacenamiento y el transporte de energía</i>	<i>Nos permite guardar la energía</i>	<i>Producir chispas de energía</i>
<b>4 ¿Que debo tener en cuenta de la botella de Leyden para que esta me permita</b>	<i>Que las esferas de aluminio estén bien juntas</i>	<i>La cantidad de aluminio ya que entre más aluminio hay en la botella mayor es la cantidad</i>	<i>Para guardar una mayor energía eléctrica debo tener en cuenta que la</i>	<i>Que tenga muchas bolitas de aluminio y que estas queden muy apretadas.</i>



Preguntas	Respuestas grupo 1	Respuestas grupo 2	Respuestas grupo 3	Respuestas grupo 4
guardar una mayor cantidad de carga eléctrica?		<i>de electricidad es la que se almacena</i>	<i>superficie sea grande.</i>	
5 ¿Cuánto debo acercar la botella de Leyden a el generador para que esta se cargue?	<i>Se debe pegar el cable de la botella al televisor para así poderla cargar</i>	<i>Es necesario que se haga un contacto para que el generador cargue la botella</i>	<i>Tiene que haber contacto físico entre la botella y el generador para que se cargue la botella</i>	<i>Debe tocarlo con la pantalla durante cinco segundos.</i>
6 ¿Será que podemos almacenar, conducir y transportar el fenómeno eléctrico, justifique?	<i>Si, se almacena ya que el aluminio dentro de la botella, lo almacena y se conduce cuando se acerca al otro cable</i>	<i>Si, ya que la botella de Leyden es un elemento en el cual se almacena el fenómeno eléctrico experimentado</i>	<i>Sí, porque en el experimento de la botella de Leyden observamos que almacenaba, la transporta y la expulsa, la cual se ve reflejada en una chispa</i>	<i>Sí, porque hay distintos materiales que se pueden cargar.</i>
7 Con relación a la anterior pregunta, ¿Cómo más podríamos desempeñar tales acciones?	<i>Por medio de los cables normales se conduce y se almacenaría en una batería</i>	<i>Por medio de una pila, un panel solar y baterías</i>	<i>No responde</i>	<i>A través de un cable y se almacena en una batería</i>

**Fuente: Elaboración propia**

¿Cuál es el aporte de la historia a la enseñanza de un concepto?

- *Saber quiénes fueron los primeros en trabajar tal concepto y los intereses del mismo.*
- *Nos permite realizar la contextualización de datos históricos y saber el porqué de las cosas.*
- *Es importante el concepto de la historia para así realizar la práctica de lo experimental.*

*Palabras de un grupo de estudiantes del programa de formación complementaria*

Al final de la sesión se hizo la previa retroalimentación en un tipo de plenaria, los chicos hacían las preguntas en relación con cosas que se les dificultaba entender, por mi parte se aclararon cosas del tipo que para tiempos de Faraday no se hablaba de energía y no hay seguridad si ya se concebía una unidad de voltaje.

## CONCLUSIONES

En relación con el desarrollo del módulo cabe la pena destacar: con claridad se observa que los alumnos del programa de formación complementaria en la actividad dos le atribuyen los efectos de atracción y repulsión al poder con el que es dotado los materiales, conocido como electricidad. Sin embargo, se les hace que el poder que posee los materiales después de ser friccionados es similar al poder que poseen los imanes, pero esta idea desaparece cuando piensan en el material que están compuesto los imanes y la composición de los materiales que utilizaron para llevar a cabo el experimento.

Los alumnos tienden a caracterizar los efectos de los materiales más por la composición del mismo, es decir, les parece más fácil de electrificar materiales diferentes al metal. De antemano no dejan de lado la idea que les mostraron en su bachillerato respecto a la electricidad, definiéndola como la cantidad de electrones con la que cuenta un cuerpo, pues sin duda alguna cabe resaltar que parte de lo que es realmente importante de la actividad experimental fue familiarizarlos con los inicios de la terminología y la construcción de un modelo fenomenológico.

En la tercera actividad que se refiere a la construcción de un indicador que me dé cuenta de la electrificación que poseen los materiales, los alumnos tienen dificultades en poder ensamblar el modelo de indicador y aparte de eso verlo como un indicador, pues están más familiarizados con unas unidades como el metro, el kilo o incluso el segundo, esto obedece al bajo trabajo en ciencia y para ser más precisos en física que hay en el plantel educativo. Se logró establecer una relación de los grados de giro que podía dar el listón de laca con las veces o tiempo que podían friccionar la barra de laca, pues terminan diciendo que la cantidad de veces que friccionan la barra de laca es inversamente proporcional al tiempo que tarda en dar un giro el listón de laca.

En la cuarta actividad correspondiente a la conducción del fenómeno los alumnos tienen dificultad en diferenciar cuales son los materiales que resultan buenos y malos conductores de electricidad. Ellos asocian que el calor es conducido en los mismos materiales que es conducida la electricidad, pero con tiempos distintos tal como lo muestra Michael Faraday en su documento.

En la quinta actividad, los alumnos comprueban que la atracción que experimenta los vellos de la piel con un globo dotado de electricidad es muy parecida a la que experimentan los vellos con las pantallas de los televisores antiguos, lo que les permite concluir que es gracias a la cantidad de electricidad que poseen estos cuerpos “*globos dotados de electricidad y televisores antiguos*”

A los alumnos les es claro que el asunto de capacidad de almacenamiento de la botella de Leyden corresponde al grosor del material de las paredes de la botella, al área superficial y al tipo del material con el que están elaboradas las paredes de la botella.

Resulta de gran importancia hacer uso de la historia para el entendimiento de un fenómeno, ya que esta nos permite hacer uso de fechas, lugares, formulación de ecuaciones y reconocimiento de los pensadores que trabajaron una fenomenología en particular. Por otra parte el uso de la historia nos permite imaginarnos las condiciones por las que tuvieron que pasar los pensadores de la época para llevar a cabo ya sea sus teorías o aportes a los contenidos de la ciencia. La historia nos permite seguir un hilo conductor de fechas con relación a los desarrollos científicos para no caer en la apreciación de conceptos que para determinada época no habían aparecido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Ayala, M (2006)** *los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades.*
- Ayala, M (1999)** *la enseñanza de la física para la formación de profesores de física.*
- **Azcuy, L (2004)** *Algunas consideraciones teóricas acerca de la enseñanza problemática.*
- **Caro, M (2018)** *Noción del espacio y el tiempo en estudiantes de grado sexto. Trabajo de grado de la UPN.*
- Castillo, J (2008)** *la historia de las ciencias y la formación de maestros: la recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias.*
- **Cruz, W (2016)** *El poder oculto de la caída de los cuerpos. Trabajo de grado de la UPN.*
- **Durango, A (2015)** *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/49497/1/43905291.2015.pdf>*
- **Faraday Michael (1946)** *las fuerzas de la materia e historia química de una vela. EMECE EDITORES, S.A/BUENOS AIRES.*
- **Gastón Bachelard 1978**– *El racionalismo aplicado.*
- Granes y Caicedo** – *Del contexto de producción de conocimiento al contexto de enseñanza*
- Jara óscar 1994** - *Orientaciones teórico-prácticas para la sistematización de experiencias*
- **José Villanueva (1996)**-*Jean-Antoine Nollet y la difusión del estudio de la electricidad: un nuevo léxico para una nueva ciencia.*
- **Lombardi (1997)** *Historia y epistemología de las ciencias.*
- **López Víctor (2019)** *Ideas y explicaciones de los estudiantes del grado sexto del Gimnasio campestre Reino Británico sobre las fases de la luna.*
- **Llanos, N (2011)** *Clases y tipos de investigación y sus características.*

**-Maxwell, James Clerk.**, *A treatise on electricity and magnetism" vol. I*, Dover Publications Inc., New York, 1954. Traducción elaborada por el profesor Juan Carlos Orozco

**-MEN (2001)** Enseñar para la vida. De, <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87610.html>

**- Quijano M (2012)** *Enseñanza de la ciencia: Retos y propósitos de formación científica.*

**- Redondo, C (2016)** *En busca de lo invisible una propuesta para la enseñanza de la radiación infrarroja en grado noveno.*

## ANEXOS

### **Anexo 1: Módulo**

A continuación encontrara el módulo titulado (*Démonos un corrientazo*) el cual fue llevado a la Normal superior de Pasca y se trabajó con los alumnos del programa de formación complementaria, si es de su interés puede imprimirlo y trabajarlo en una clase introductoria al aprendizaje de las ciencias, esto se hace siempre y cuando se respeten los derechos del autor.

# Actividades del módulo “démonos un corrientazo”

*¿Qué estudio es más apropiado para la mente del hombre que el de las ciencias físicas?*

*Michael Faraday*

# actividad experimental	Título de la actividad	Intensidad horaria
1	<b>ACTIVIDAD INICIAL DE CONTEXTUALIZACIÓN Y CONOCIMIENTO DEL GRUPO. (PRIMER ENCUENTRO)</b>	2
2	<b>ELECTRIFICANDO MATERIALES.</b>	2
3	<b>¿CÓMO PODEMOS EVIDENCIAR LA FENOMENOLOGÍA ELECTROSTÁTICA?</b>	2
4	<b>¿QUE APARATO PODEMOS CONSTRUIR QUE ME PROPORCIONE SIGNIFICADOS CON RELACION A LA CONDUCCION ELECTRICA?</b>	2
5	<b>¿SERÁ QUE PUEDO ALMACENAR Y TRASPORTAR EL FENÓMENO ELÉCTRICO DE UN LADO A OTRO, DE SER ASI COMO HAGO ESO?</b>	2

*Elaborado por: Alexis Fabián Candía Guzmán*

*Estudiante de licenciatura en física.*

*Supervisado por: Juan Carlos Orozco Cruz.*

*Profesor departamento de física.*



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA  
NACIONAL



NORMAL SUPERIOR DE  
PASCA – CUNDINAMARCA



NOMBRES	CODIGO	GRUPO

## ACTIVIDAD 2

### ELECTRIFICANDO MATERIALES

Prácticamente todos hemos experimentado una serie de fenómenos que a primera vista resultan extraños. Por ejemplo, cuando nos quitamos un saco de lana en un cuarto oscuro y vemos un destello; cuando nos acercamos a la pantalla de un televisor y notamos que se erizan los vellos del brazo, cuando tocamos algunas superficies metálicas experimentamos un corrientazo, Igualmente, en días de tormenta lo que se puede ver son algunas descargas de las nubes con los árboles u otros objetos. En cada uno de estos casos lo que se logra percibir es un salto de chispa o atracción de unos materiales con otros, entonces lo que pretende la siguiente actividad es recrear esas situaciones de tal forma que podamos hacer un análisis de las mismas, tal vez en algunos momentos no logremos evidenciar plenamente, la chispa, pero tal vez tendremos oportunidad de ver acciones de atracción o repulsión en algunos materiales. Respecto a lo anterior nos suscitan las siguientes preguntas: ¿Qué relación se puede establecer entre estas diferentes situaciones? ¿Por qué ocurren estos eventos? ¿Sería posible recrear estas situaciones para tener una mayor comprensión de ellas? ¿Podemos aprovecharlas para algún fin práctico? A continuación, desarrollaremos en grupos unas actividades que nos permitirán: (Objetivo general): Caracterizar algunos fenómenos relacionados con la electrificación de materiales.

## OBJETIVOS

- Electrificar distintos materiales que encontramos en nuestro entorno.
- Comprender a que se refería Faraday cuando decía que estaba electrificando materiales
- Exponer algunas nociones que se tienen cuando se habla de la electrificación de materiales.

## MATERIALES

- Cinta métrica o metro
- Lana, seda o algún tipo de tela.
- Cuerda para amarrar “hilo”.
- Barra de metal “aluminio, hierro, platino, oro, bronce u otros parecidos”.
- 2 Barras de laca.
- Tubo de vidrio.
- Palo de balso.

**PROCEDIMIENTO:** Seguir atentamente las indicaciones para cada uno de los tres momentos descritos a continuación. Tomar atenta nota de las observaciones y hacer un listado de las preguntas o inquietudes que surjan. Finalizada la secuencia de experiencias se dará paso a una presentación y discusión en plenaria de sus inquietudes y observaciones.

### PRIMER PASO

- Suspenda del soporte con el hilo de amarre la barra de laca (fig. 1)
- Friccione en la seda o la lana la barra de laca restante.
- Acerque la barra que fricciónó a la barra que está suspendida. (Repita este procedimiento varias veces y registre, en cada caso, la distancia que se desplaza la barra.)
- Haga una tabla donde relacione, tiempo de fricción o la cantidad de veces que friccióna la barra de laca, con la distancia que es movida la barra de laca suspendida
- Describa lo que sucedió.

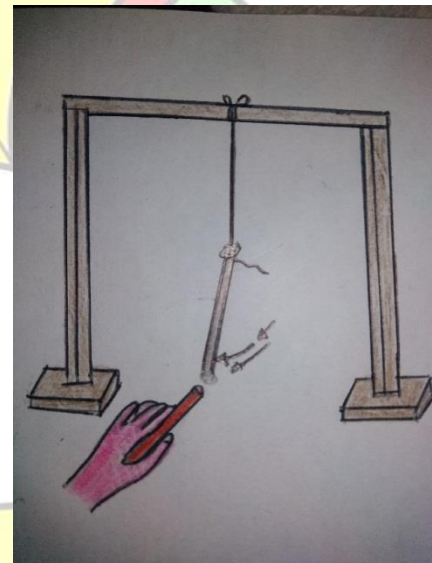


Figura 1

### *SEGUNDO PASO*

- Mantenga suspendido la barra de laca.
- Friccione en la seda o la lana la barra de metal.
- Acerque la barra de metal al tubo suspendido.
- ¿Qué se puede decir si comparamos con la situación anterior?

### *TERCER PASO*

- Suspenda del hilo de amarre un copo de lana.
- Ahora friccione cada una de las barras con la lana restante.
- Acerque cada una de las barras al copo de lana.
- ¿Qué relaciones encuentran entre las tres situaciones?

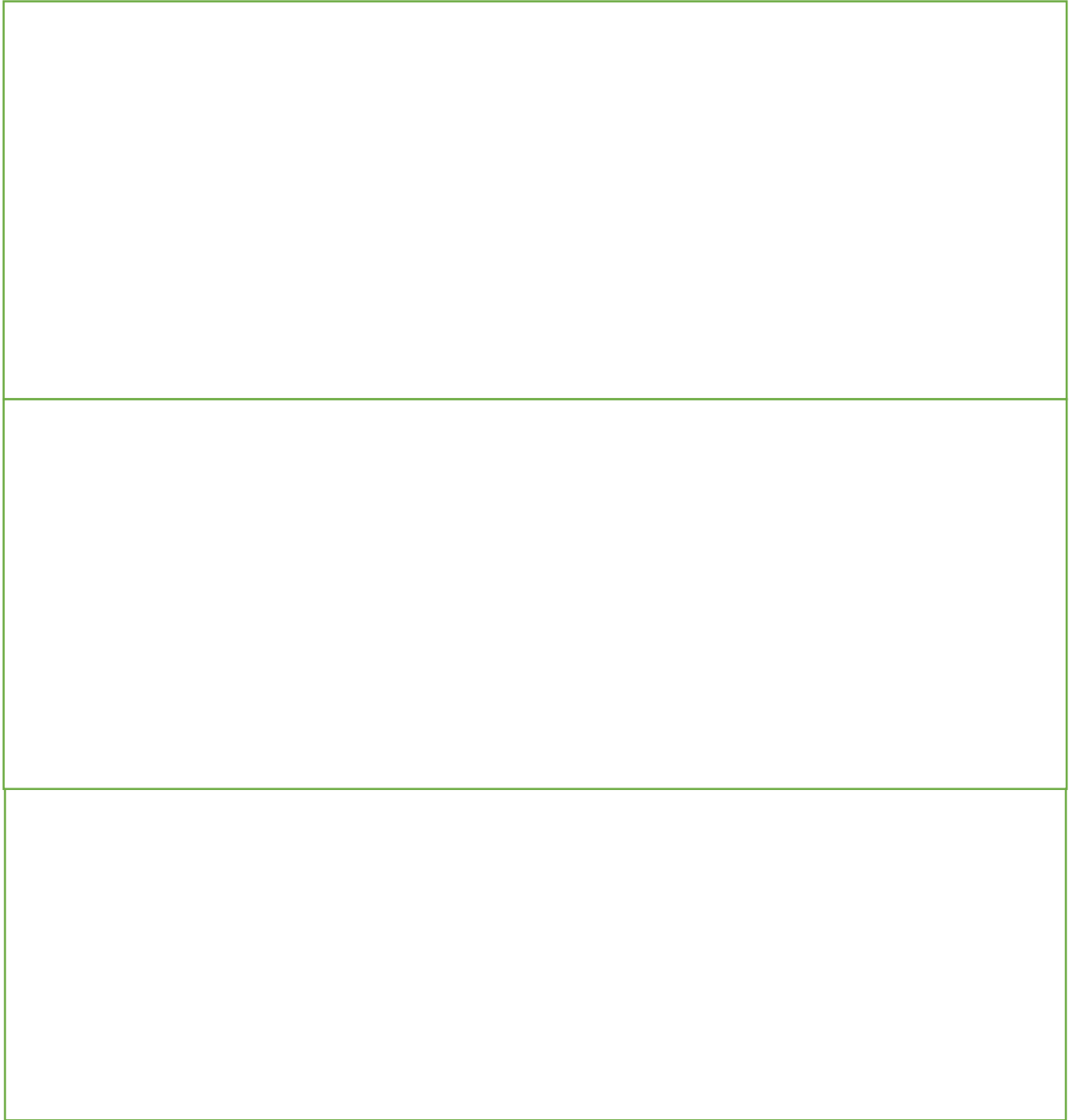
*Nota : Para cada uno de los anteriores casos tenga en cuenta la cantidad de veces que friccione la barras con la lana, el tiempo, la longitud a la cual acerco la barra, y la longitud que la atrajo o la alejo.*

### *SESIÓN DE PREGUNTAS*

- 1 ¿Que considera usted cuando se dice que estamos electrificando materiales?
- 2 ¿Cuáles materiales son más fáciles de electrificar?
- 3 ¿Cómo es la relación de las veces que debo friccionar la barra de laca con la lana en cuanto a su poder de electrificación?
- 4 ¿Cuáles ideas tiene usted para la electrificación de materiales (dibújelas)?

## RECUADROS PARA LOS DIBUJOS. Actividad 2

Representen mediante un gráfico o diagrama la secuencia de lo que observaron en cada una de las situaciones.

The image contains three large, empty rectangular boxes stacked vertically, separated by thin horizontal lines. These boxes are intended for students to draw or create diagrams based on their observations from a previous activity.

-¿Qué podemos decir entonces acerca de lo qué es la electrificación?



NOMBRES	CODIGO	GRUPO

### ACTIVIDAD 3

#### ¿CÓMO PODEMOS EVIDENCIAR LA FENOMENOLOGÍA ELECTROSTÁTICA?

Michael Faraday en su documento *las fuerzas de la materia* expone una serie de experimentos tratando de caracterizar los fenómenos relacionados con la electricidad estática, pues como hemos visto si friccionamos un trozo de laca y lo acercamos a un trozo de laca que está colgado en un hilo lo que se logra ver es que hay una atracción entre los materiales, es así que este evento recreado de una forma distinta podría darnos una visión de lo que es un indicador de electricidad estática, de esa forma lo que se busca es hacer diferentes tipos de indicadores, que me permitan decir que tengo materiales cargados de electricidad y que además de eso me permitan decir qué tan grande es el poder de electrificación.

#### OBJETIVOS

- Elaborar diferentes indicadores que me permitan evidenciar el fenómeno de electrificación.
- Discutir lo que llamó Michael Faraday electricidad.

#### MATERIALES

- Superficie convexa (medio ping pong)
- Listón de acrílico
- Barra de laca
- Dos octavos de Cartulina
- Pegamento (colbón)
- Transportador
- Un octavo de cartón paja.
- Lana y tijeras.
- ½ pliego de papel blanco.

**PROCEDIMIENTO:** Seguir atentamente las indicaciones para cada uno de los tres momentos descritos a continuación. Tomar atenta nota de las observaciones y hacer un listado de las preguntas o inquietudes que surjan. Finalizada la secuencia de experiencias se dará paso a una presentación y discusión en tipo exposición de sus inquietudes y observaciones.

*PRIMER PASO (elaboración del montaje)*

- Dibuje en el octavo de cartulina un transportador con sus respectivos grados de tal forma que este tenga un diámetro igual a la longitud del listón de acrílico.
- Dibuje en uno de los octavos de cartulina la silueta para armar un cubo en tres D.
- Recorte la silueta y ensamble su cubo.

- Coloque medio ping pong adherido a una de las caras del cubo.
- Coloque el listón de acrílico sobre el medio ping pong.
- Ahora por último coloque el cubo con el ping pong y el listón de acrílico encima del transportador que dibujo con anterioridad. (fig.2)

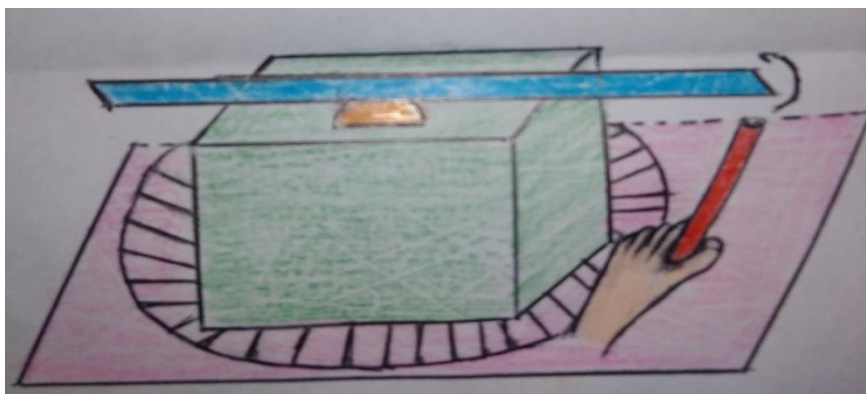


Figura 2

*SEGUNDO PASO (funcionamiento)*

- Friccione la barra de laca con la ceda
- Acerque la barra de laca al indicador que construimos
- El listón de acrílico tenderá a atraerse.
- Haga una tabla que relacione las veces que tuvo que friccionar la barra de laca para hacer girar cierta cantidad el listón de acrílico.
- ¿Cuánto tiempo tardó en hacer girar una vez, dos veces y tres veces el listón? Haga una tabla.
- Relate lo sucedido.

*TERCER PASO (Discusión de los resultados de la actividad)*

- Elaborar una cartelera en la que describan la experiencia de esta actividad.



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA  
NACIONAL



NORMAL SUPERIOR DE  
PASCA – CUNDINAMARCA



NOMBRES	CODIGO	GRUPO

#### ACTIVIDAD 4

¿QUE APARATO PODEMOS CONSTRUIR QUE ME PROPORCIONE SIGNIFICADOS CON RELACION A LA CONDUCCIÓN ELECTRICA?

Para explicar la relación que hay entre la conducción del calor con la de la electricidad, Faraday dice que ambas fuerzas pueden ser conducidas, pero de una manera muy distinta, si colocamos una barra de metal en frente de una fuente de calor lo que se verá es que este calor es conducido de la parte central de la barra hasta los extremos, pero lo hace en un tiempo muy largo, a comparación del tiempo que tarda la electricidad en ser conducida de un extremo de la varilla a el otro, esto si hiciéramos usos de una fuente de poder eléctrico y colocáramos al final de la varilla un bombillo que nos sirva de indicador. Por medio de este experimento se puede pensar en los materiales que posiblemente son buenos conductores de electricidad, si tenemos un material y se le suministra calor y este es conducido en una forma parecida a la del hierro o el cobre se podría afirmar que este material también puede conducirnos electricidad.

En esta actividad vamos a recrear el experimento realizado por Faraday y a establecer el comportamiento de distintos materiales en relación con la conducción de la electricidad.



## MATERIALES

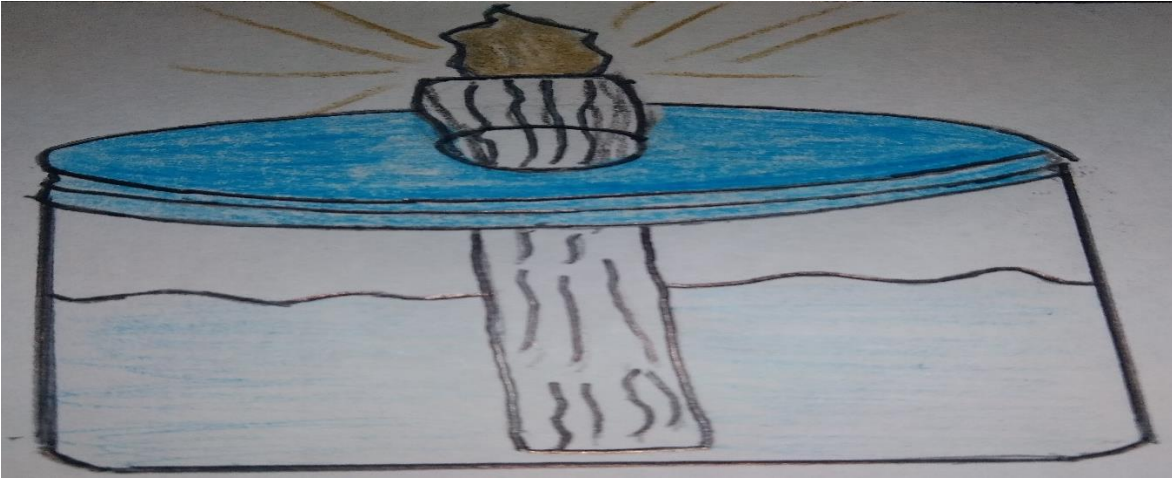
- Circuito (led 12v, pila 9v y cable).
- Recipiente de vidrio (tarro donde viene la compota u otro parecido)
- Gasa
- Alcohol “una botella”
- Una varilla de 1/2 pulgada por 15 cm de largo
- Un madero de escoba de 15 cm de largo.
- Alambre dulce. “4 metros”
- Seis canicas
- Trozos de parafina.
- Soporte elaborado con palo de balso
- Fósforos

**PROCEDIMIENTO:** La actividad estará dada en tres momentos, un primer momento en donde hacemos el experimento que hizo Michael Faraday con las esferas atadas a una varilla, un segundo momento es donde sujeta un trozo de varilla a un trozo de madera y le proporciona calor en la unión de los dos materiales y un tercer momento donde hacemos uso de un circuito para dar cuenta de la conducción eléctrica.

Para la casa se deja que el alumno elabore un mechero como fuente de calor para nuestro experimento.

## ***PROCESO PARA LA ELABORACION DE UN MECHERO***

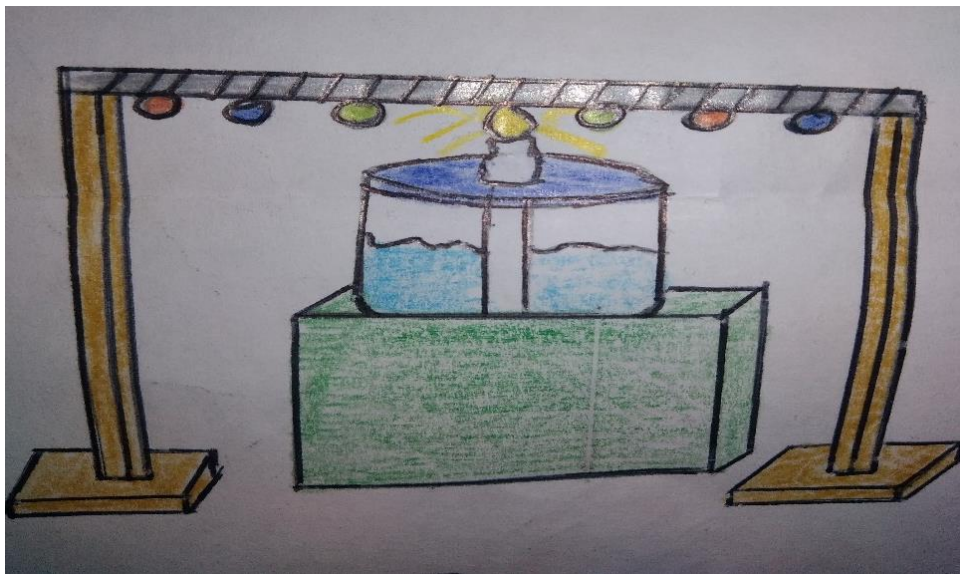
- Disponga de un recipiente de vidrio en donde viene la compota.
- Abra utilizando una herramienta (puntilla, destornillador de estrella u otra que sea puntuda y le permita golpear), un agujero en su tapa de un diámetro de 1 cm.
- Introduzca una tira de gaza en el agujero de 8 cm.
- Coloque la tapa, ya está elaborado el mechero.
- En la clase se adicionará el alcohol que será importante para el proceso de calentamiento del mechero (fig.3).



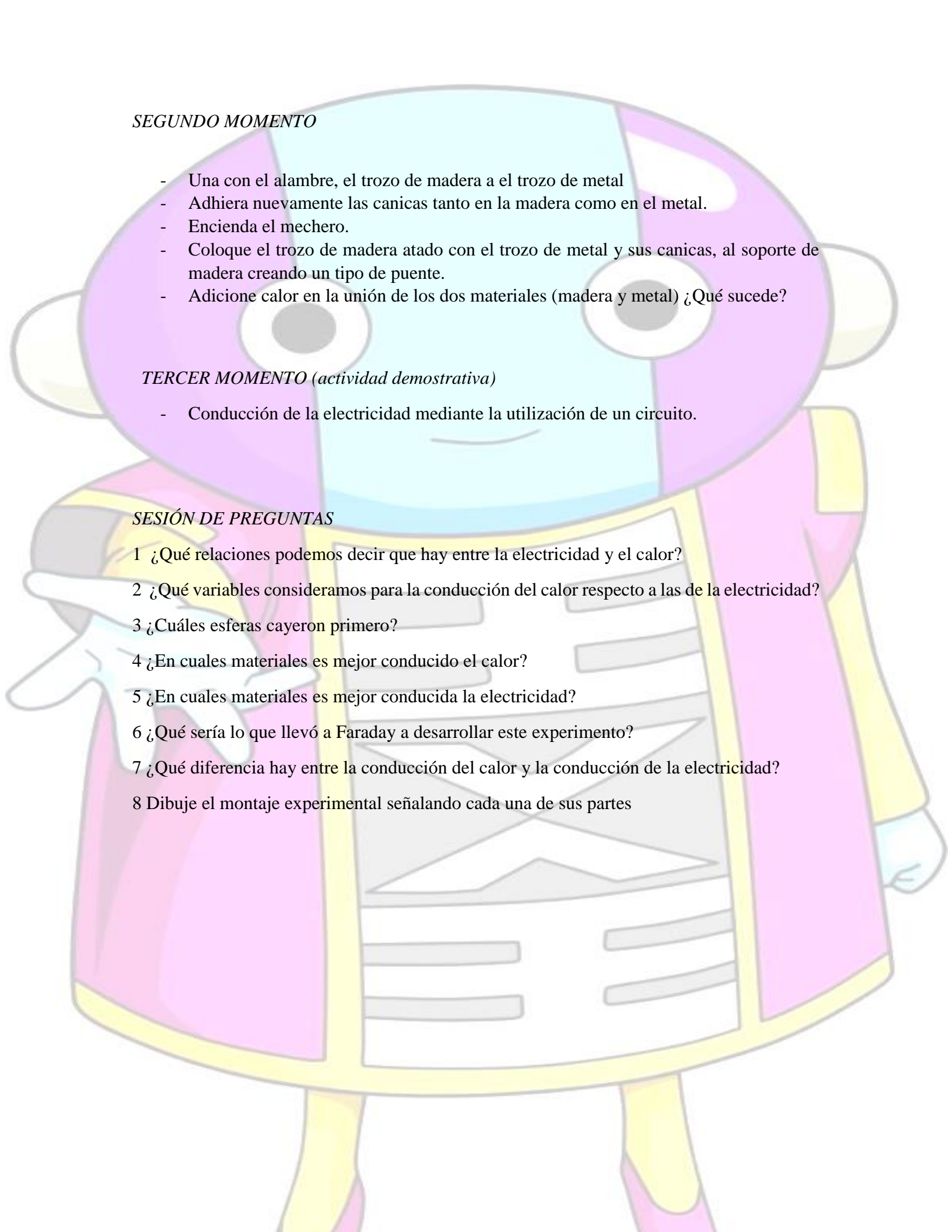
*Figura 3*

*PRIMER MOMENTO (fig.4)*

- Haciendo uso de la parafina utilícela como pegamento para adherir las esferas a la barra de metal.
- Disponga del soporte y coloque la barra como un tipo de puente.
- Debajo de la barra suministre calor calculando la mitad de la misma.
- Tenga en cuenta la altura a la que está la llama respecto a la barra, la llama debe alcanzar perfectamente la barra.



*Figura 4*



## SEGUNDO MOMENTO

- Una con el alambre, el trozo de madera a el trozo de metal
- Adhiera nuevamente las canicas tanto en la madera como en el metal.
- Encienda el mechero.
- Coloque el trozo de madera atado con el trozo de metal y sus canicas, al soporte de madera creando un tipo de puente.
- Adicione calor en la unión de los dos materiales (madera y metal) ¿Qué sucede?

## TERCER MOMENTO (actividad demostrativa)

- Conducción de la electricidad mediante la utilización de un circuito.

## SESIÓN DE PREGUNTAS

- 1 ¿Qué relaciones podemos decir que hay entre la electricidad y el calor?
- 2 ¿Qué variables consideramos para la conducción del calor respecto a las de la electricidad?
- 3 ¿Cuáles esferas cayeron primero?
- 4 ¿En cuales materiales es mejor conducido el calor?
- 5 ¿En cuales materiales es mejor conducida la electricidad?
- 6 ¿Qué sería lo que llevó a Faraday a desarrollar este experimento?
- 7 ¿Qué diferencia hay entre la conducción del calor y la conducción de la electricidad?
- 8 Dibuje el montaje experimental señalando cada una de sus partes

RECUADROS PARA LOS DIBUJOS. Actividad 4

Mediante un gráfico o diagrama traten de explicar a qué se debe la diferencia de conducción de la electricidad. Según sean los materiales.

The image contains two large, empty rectangular boxes stacked vertically, separated by a thin horizontal line. These boxes are intended for students to draw a graph or diagram explaining the difference in electrical conductivity between materials.

NACIONAL



PASCA – CUNDINAMARCA

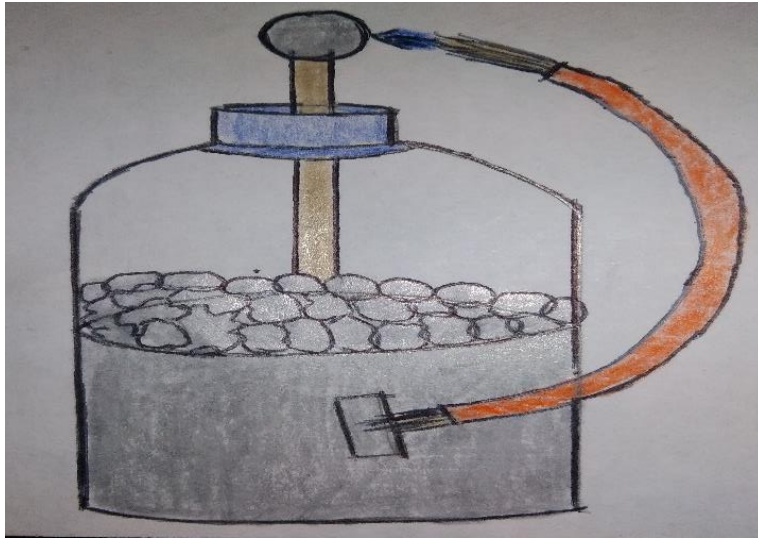


NOMBRES	CODIGO	GRUPO

### ACTIVIDAD 5

¿SERÁ QUE PUEDO ALMACENAR Y TRASPORTAR EL FENÓMENO ELÉCTRICO DE UN LADO A OTRO, DE SER ASI COMO HAGO ESO?

los avances en la fenomenología tomaron gran fuerza y es así que Stephen Gray dio a conocer sus avances en lo que comprende es la conducción eléctrica, poder conducir el fenómeno por un hilo conductor como lo es el cobre o el aluminio y esto se hizo más evidente con la llegada de la botella de Leyden a cargo del señor Ewald g Von Kleist en 1746 quien se dio cuenta que podía almacenar esta carga por cierto transcurrir del tiempo en un recipiente al igual que uno puede almacenar cualquier sustancia, este experimento da cabida para pensar que es lo más parecido a lo que se conoce hoy en día como condensador, por otra parte la medicina vio que había un gran avance en el campo de la electricidad que podía beneficiar en cierta medida a personas que tenían algunas enfermedades, es decir descubrieron propiedades curativas en el fenómeno eléctrico.



*Figura 5*

## OBJETIVO.

Avanzar en la caracterización de la electricidad como cantidad física: (almacenamiento y transporte)

## MATERIALES

- Generador de electricidad (electroestático)
- Recipiente de plástico alargado “botella transparente”.
- Cable dúplex de dos por diez “1/4 de metro por grupo”
- Cable de cobre calibre 12 “1/4 de metro por grupo”
- Papel aluminio “un cilindro por grupo, del más bajo metraje”
- Cinta transparente.
- Led de 1.5 v

**PROCEDIMIENTO:** La actividad se dividirá en dos momentos, un primer momento será el ensamble de la botella de Leyden y un segundo momento estará dado por su funcionamiento con el generador de electricidad. Por tal manera se le recomienda al alumno tomar atenta nota de las preguntas o inquietudes que tenga pues estas serán discutidas al final de la experiencia.



*PRIMER MOMENTO (Elaboración de la botella de Leyden)*

- Disponga del recipiente de plástico y llénelo de esferas de papel aluminio.
- Coloque el trozo de cable calibre doce en el interior de la botella y verifique que este en contacto con las esferas de aluminio, además de eso deje un trozo del mismo cable por fuera de la tapa de la botella.
- Cubra con papel aluminio la parte exterior de la botella.
- Pegue un cable dúplex al recubrimiento de la botella.

*SEGUNDO MOMENTO (funcionamiento)*

- Acerque la botella de Leyden a el generador por la parte del cable calibre doce
- Accione el generador de electricidad.
- Después de un momento aleje la botella.
- Acerque el cable dúplex a el cable de calibre doce
- Encienda el led con ayuda de la botella de Leyden. ¿Cómo lo haría?

*SESIÓN DE PREGUNTAS*

- 1 ¿Qué coloración tiene la chispa?
- 2 ¿De qué cree usted que depende la coloración de la chispa?
- 3 ¿Qué acciones nos permite desempeñar la botella de Leyden?
- 4 ¿Que debo tener en cuenta de la botella de Leyden para que esta me permita guardar una mayor cantidad de carga eléctrica?
- 5 ¿Cuánto debo acercar la botella de Leyden a el generador para que esta se cargue?
- 6 ¿Será que podemos almacenar, conducir y transportar el fenómeno eléctrico, justifique?
- 7 Con relación a la anterior pregunta, ¿Cómo mas podríamos desempeñar tales acciones?
- 8 ¿cómo te imaginas la fenomenología eléctrica? elabora un dibujo.
- 9 Dibuje el montaje experimental “ELECTRIFICADOR Y BOTELLA DE LEYDEN”
- 10 Dibuje el montaje que escogió para encender el led.
- 11 ¿Cuál es el aporte de la historia a la enseñanza de un concepto?

RECUADROS PARA LOS DIBUJOS – actividad 5

The image contains three large, empty rectangular boxes stacked vertically, each outlined with a thin green border. These boxes are intended for drawing or sketching.



## **Bibliografía de la estructura del módulo.**

Las imágenes que se encuentran en el módulo con el ánimo de recrear los fenómenos como lo son la laca suspendida (*figura 1*), el indicador (*figura 2*), el mechero (*figura 3*), el puente de varilla con las canicas (*figura 4*) y la botella de Leyden (*figura 5*), son imágenes de autoría propia. Por otra parte, las imágenes que contienen algunas hojas del módulo con su marca de agua fueron extraídas de los siguientes enlaces de internet.

- <https://images.app.goo.gl/ykp7VVnPy9DqwMka6>
- <https://images.app.goo.gl/m1wCy1Em8Twg9VoFA>
- <https://images.app.goo.gl/q5bwrFUJEpQupxGf8>
- <https://images.app.goo.gl/KRcs2mw6AWUMz8Pp8>
- <https://images.app.goo.gl/bYebrddwEXaQUxb99>
- <https://images.app.goo.gl/SL8aKvevZpsFS9Df7>

## **Anexo 2: Imágenes de la actividad experimental**

Las siguientes imágenes corresponden al desarrollo de la implementación con los alumnos del programa de formación complementaria. Estas imágenes fueron tomadas con consentimiento de sus padres al igual que ellos autorizaron su libre publicación en el trabajo. Únicamente se mostraran un número reducido de las imágenes por motivos de tamaño del documento.

**Figura 1 1. Imágenes de la actividad 1.** (*Primer encuentro, contextualización del proyecto*)



*Imagen 1*



*Imagen 1.2*

**Figura 1 2. Imágenes de la actividad 2. (*Electrificando materiales*)**



*Imagen 2.*



*Imagen 2.1*



*Imagen 2.1.1*



*imagen 2.1.2*

**Figura 1 3. Imágenes de la actividad 3 (¿Cómo podemos evidenciar la fenomenología electrostática?)**



Imagen 3.1



imagen 3.1.1

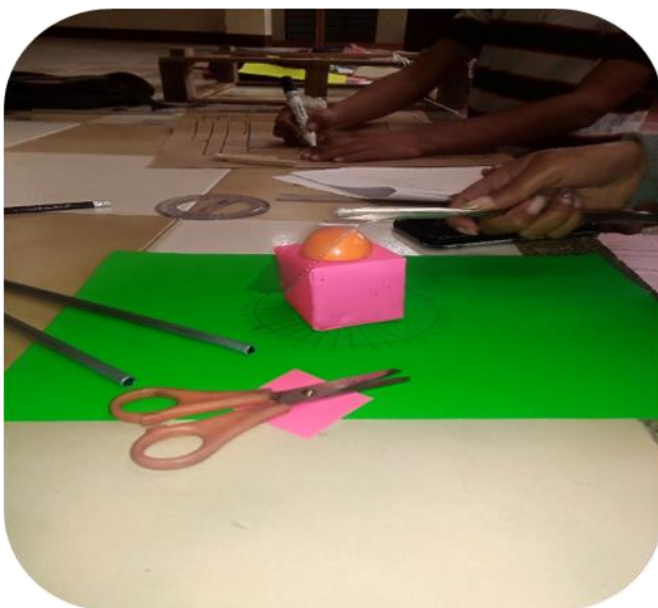


Imagen 3.1.2

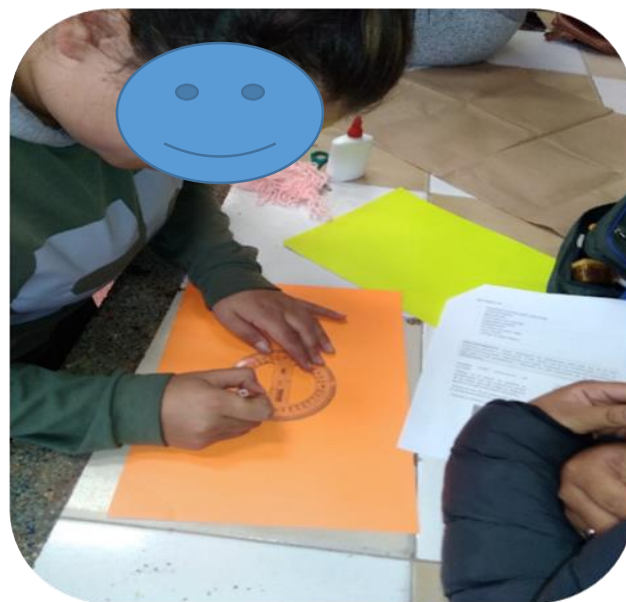


Imagen 3.1.3

**Figura 1 4. Imágenes de la actividad 4 (¿Que aparato podemos construir que me proporcione significados con relación a la conducción eléctrica?)**



*Imagen 4.1*



*Imagen 4.1.1*



*Imagen 4.1.2*

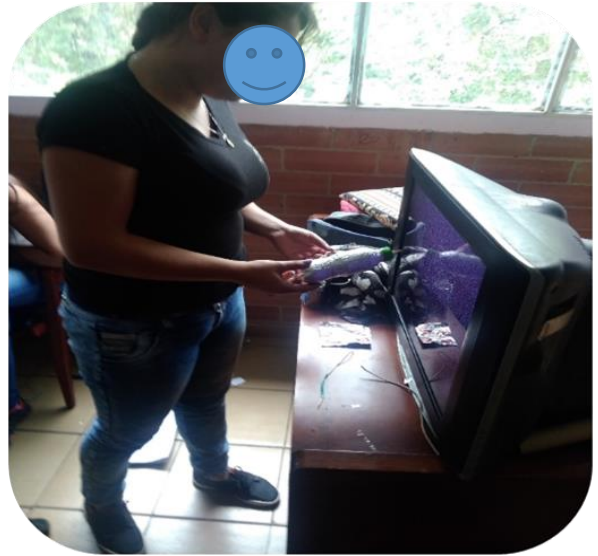


*Imagen 4.1.3*

**Figura 1 5. Imágenes actividad 5** (¿Será que puedo almacenar y trasportar el fenómeno eléctrico de un lado a otro, de ser así como hago eso?)



*Imagen 5.1*



*Imagen 5.1.1*



*Imagen 5.1.1.2*



*Imagen 5.1.*

### Anexo 3: Testimonios de las actividades

Las siguientes imágenes muestran parte del trabajo consignado por escrito en el módulo a cargo de los alumnos del programa de formación complementaria. Se muestra un número reducido de imágenes por cuestiones de tamaño del documento

Figura 1 6. Actividad 2

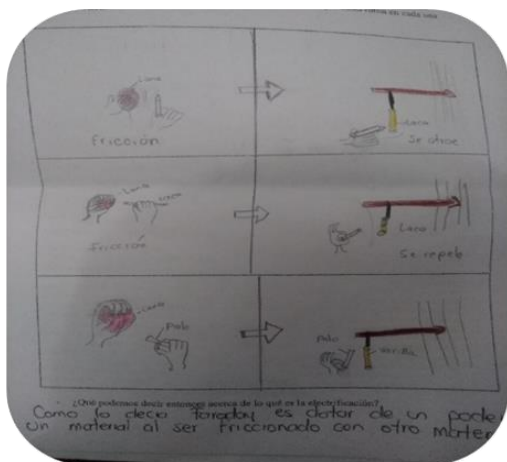


Imagen 2.2.8



Imagen2.2.9

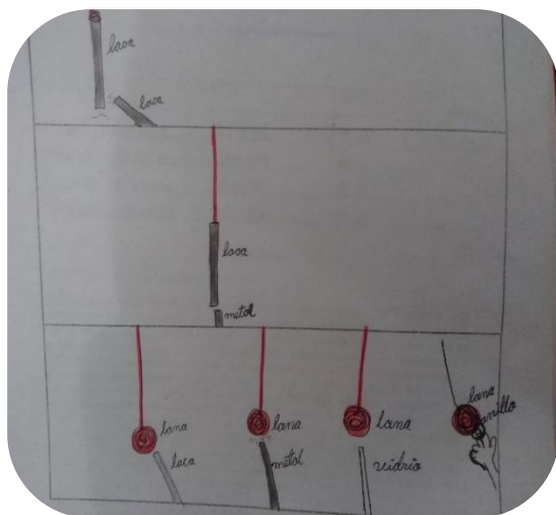


Imagen 2.3

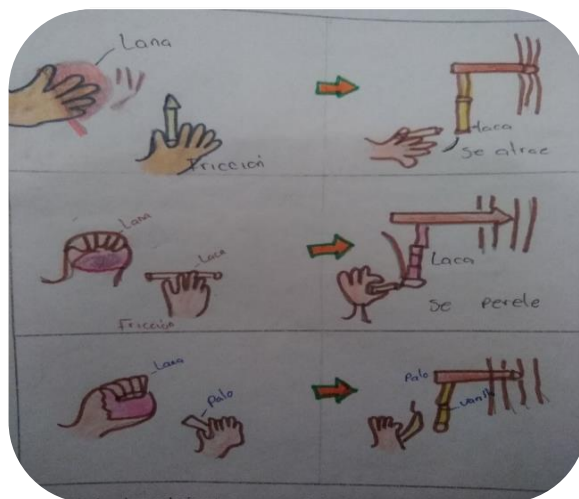


Imagen 2.3.1

Figura 17. Actividad 3



Imagen 3.2.8

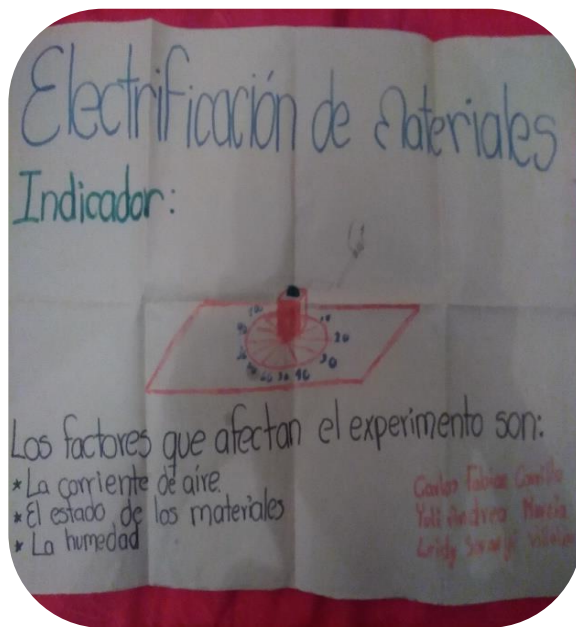


Imagen 3.2.9

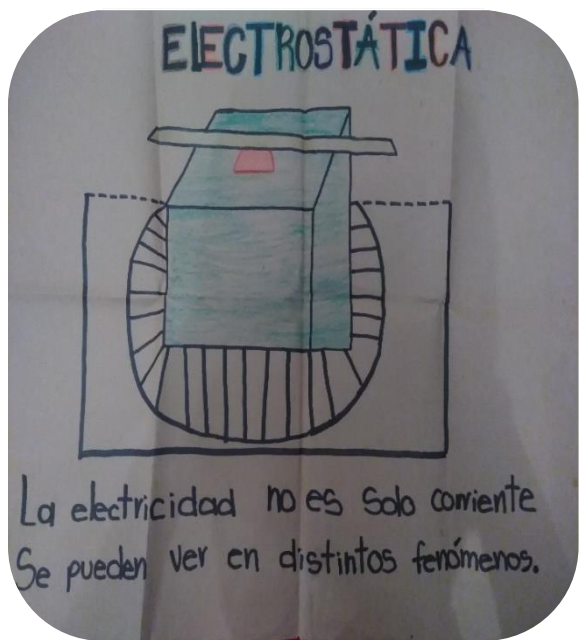


Imagen 3.3

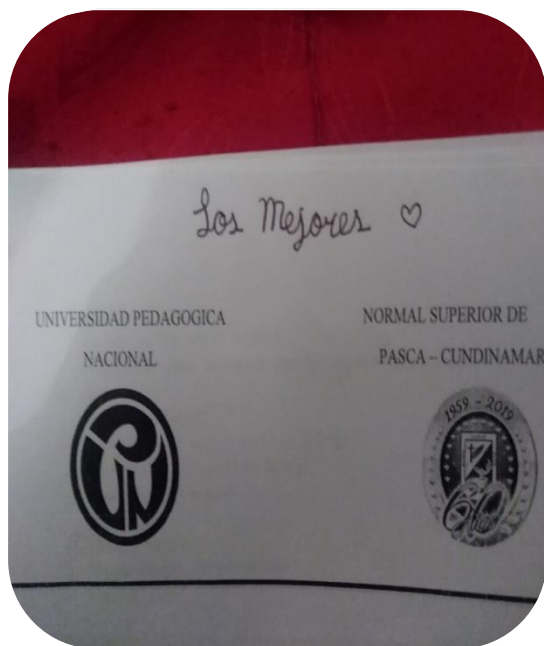
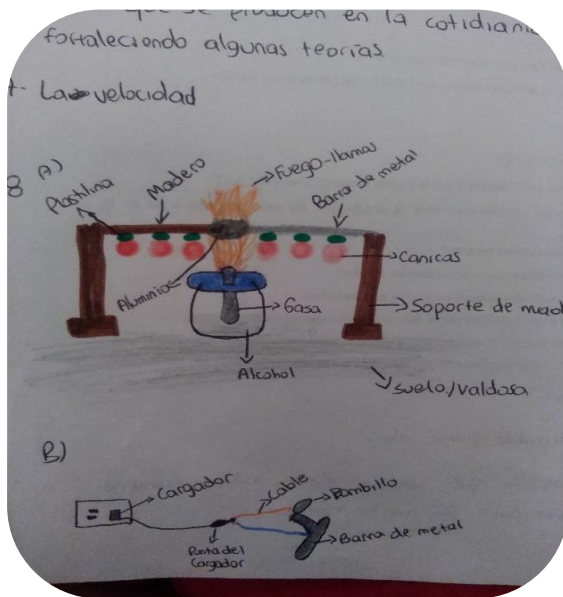


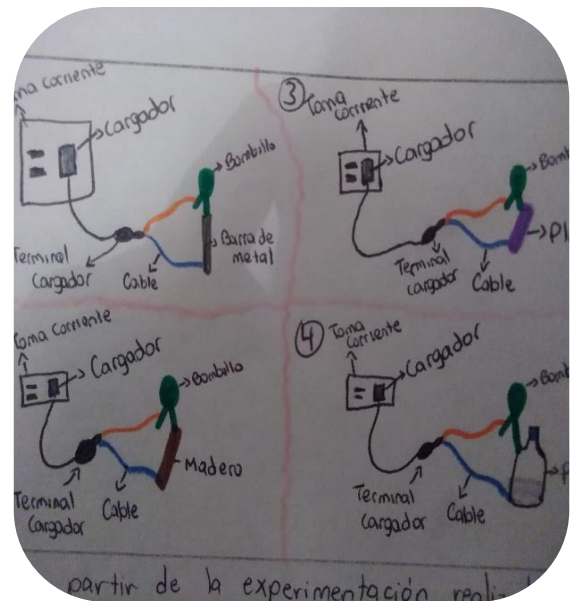
Imagen 3.3.1



**Figura 1 8. Actividad 4**



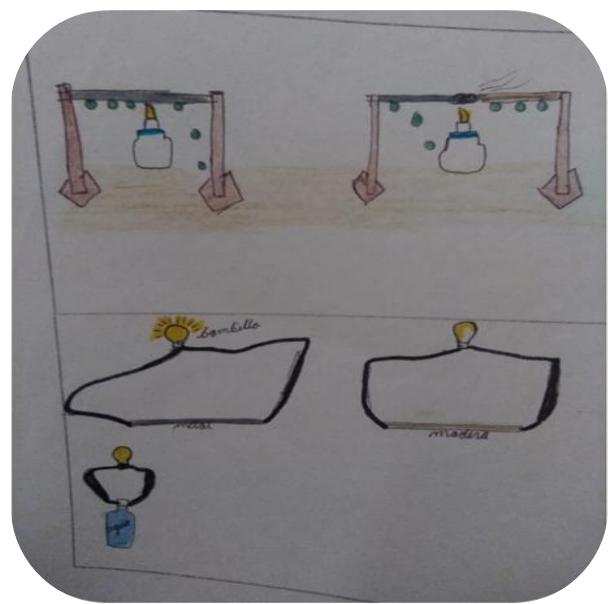
*Imagen 4.2*



*Imagen 4.2.1*

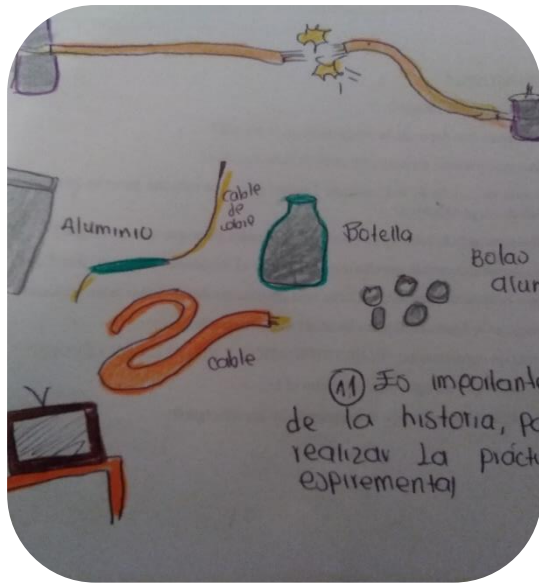


*Imagen 4.2.4*

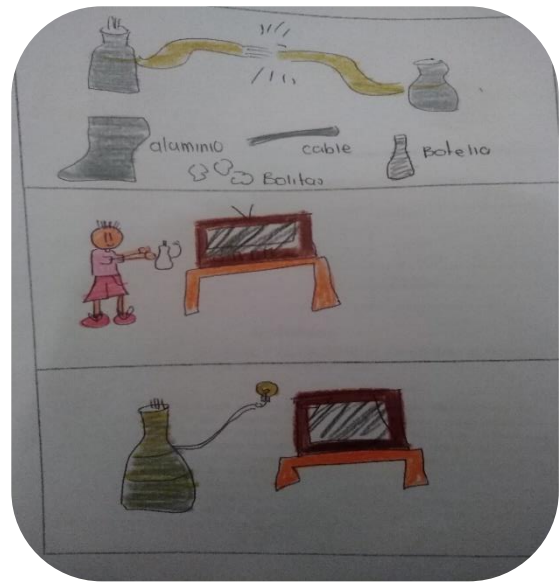


*Imagen 4.2.5*

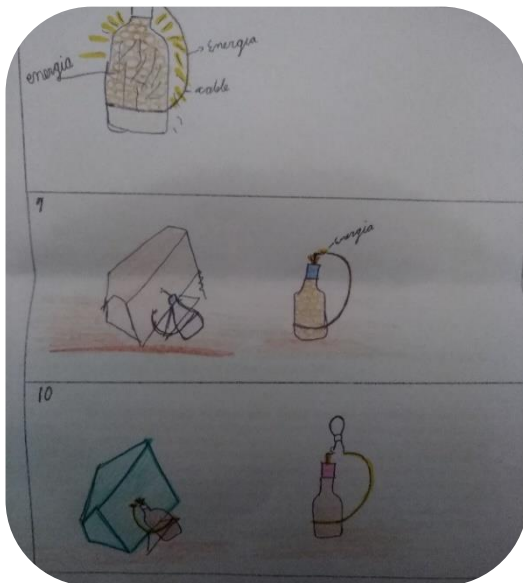
**Figura 19. Actividad 5**



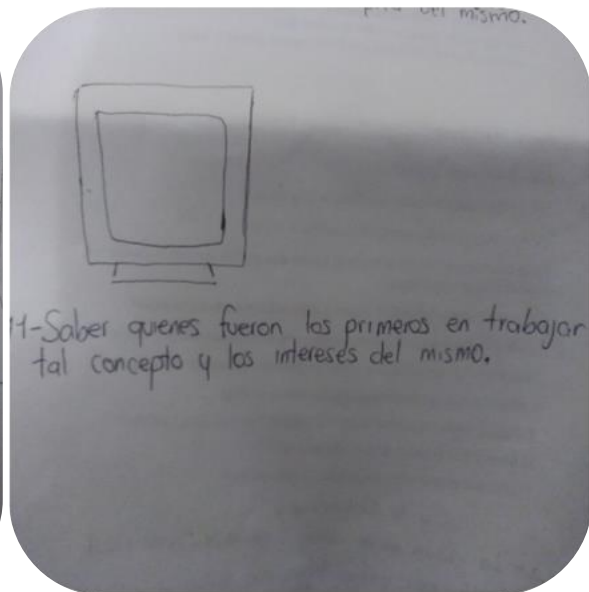
*Imagen 5.1*



*imagen 5.2*



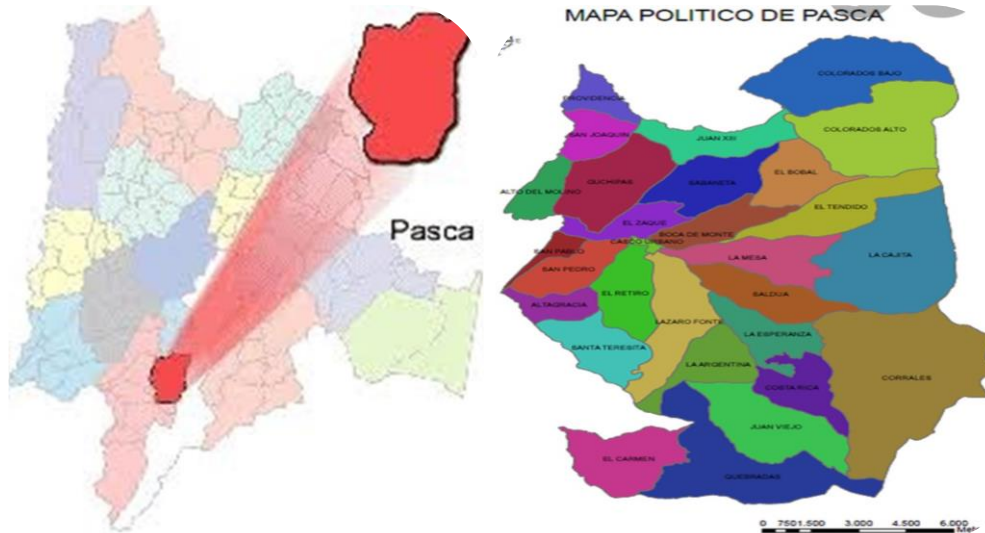
*Imagen 5.2.4*



*Imagen 5.2.5*

#### Anexo 4: Mapa de Cundinamarca, Pasca y ubicación del colegio

El siguiente es un mapa de Cundinamarca resaltando el municipio de Pasca que fue el lugar en donde se hizo la implementación.



-Fuente: <https://images.app.goo.gl/yDvp2cXa12VwEARr6>

-Fuente: <https://images.app.goo.gl/EmDxwM36qn6dXbzP7>