

**CRITERIOS DIDÁCTICOS FRENTE AL APRENDIZAJE DE LA
ELECTRIFICACIÓN DE LOS CUERPOS**

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Física

Presentado por:

LUISA FERNANDA RODRÍGUEZ CORREA

Universidad pedagógica nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Departamento de física

Licenciatura en física

Bogotá D.C

2015

**CRITERIOS DIDÁCTICOS FRENTE AL APRENDIZAJE DE LA
ELECTRIFICACIÓN DE LOS CUERPOS**

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Física

Presentado por:

LUISA FERNANDA RODRÍGUEZ CORREA

Asesores:

Profesora RUSBY MALAGÓN

Profesor GERMAN BAUTISTA

Universidad pedagógica nacional

Facultad de ciencia y tecnología

Departamento de física

Licenciatura en física

Bogotá D.C

2015

*Con todo cariño para las personas más importantes de mi vida: Mi padre Alejandro; mi mamá Margarita; mi abuelita Ligia y mi sobrino Samuel.
Gracias por enseñarme que nunca hay que rendirse.*

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como lo fue el desarrollo de esta investigación es inevitable sentirse orgullosa por la meta alcanzada, pero este logro no habría sido posible sin la colaboración de las personas que siempre me estuvieron apoyando en los diferentes procesos.

Quiero agradecer en primer lugar, a todos los profesores que hicieron parte de mi crecimiento tanto académico como personal, pero en especial a mis directores de tesis, los maestros German Bautista y Rusby Malagón por la paciencia y dedicación que ellos imprimieron en la construcción de este trabajo.

A mis padres por darme la vida, amor y apoyo, y por permitirme escribir estas líneas. Mi abuela que con su amor, cariño y preocupación siempre me animó a seguir adelante por mis sueños. Mis hermanos las personas con las que siempre pude y podré contar. Mis sobrinos en especial Samuel gracias por despertar la curiosidad en las cosas más simples y hacer de cada lugar un momento para experimentar. Agradecer a todos mis familiares por su apoyo y constante dedicación, en especial a mis tías que con su entrega en cada uno de los procesos académicos y personales de mi vida, han logrado colocar un grano de arena en la construcción de este trabajo.

A mis grandes amigos no solo los encontrados en el alma mater sino los que desde tiempos han estado presentes allí. A mi amiga de toda una vida, Angie Caro gracias por tus consejos, tu apoyo y tu compañía en este largo proceso.

Se quedan cortas las palabras cuando se quiere agradecer a las personas que han apoyado este camino, no solo durante el tiempo que duro la carrera sino de toda la vida, es por ello que finalmente quiero agradecer a las todas personas que indistintamente en algún momento hicieron parte de mi vida académica.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Revolución de la Pedagogía	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-06-2015	Página 5 de 81	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Criterios didácticos frente al estudio de la electrificación de los cuerpos.
Autor(es)	Rodríguez Correa, Luisa Fernanda
Director	Malagón, Rusby; Bautista, Germán
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 81 pag
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	ELECTRIFICACIÓN, PODER, EXPERIENCIAS, CRITERIOS.

2. Descripción
La presente propuesta investigativa está motivada por la práctica pedagógica realizada en el Colegio Veintiún Ángeles durante dos años; el objetivo general que pretendíamos alcanzar era realizar un estudio que permitiera establecer criterios didácticos frente al aprendizaje del <i>fenómeno de la electrificación de los cuerpos</i> con estudiantes de último grado de la educación media. Los objetivos específicos: realizar un estudio que permitiera, a la maestra en formación, comprender el fenómeno de la electrificación de los cuerpos; en segundo lugar, realizar un ejercicio metacognitivo sobre las implicaciones que tuvo la apropiación del fenómeno de la electrificación de los cuerpos por parte de la maestra en formación; posteriormente a partir de la reflexión teórica identificar, diseñar y ajustar algunas experiencias didácticas que favorecieran el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos; y por ultimo implementar la ruta didáctica centrada en las experiencias identificadas para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos. El documento consta de cuatro capítulos estructurados de la siguiente manera: En el capítulo I se presenta la descripción del contexto problemático; En el capítulo II, se encuentra el desarrollo del primer objetivo específico; En el capítulo III se presenta la descripción de la población; la estrategia didáctica diseñada para el abordaje del fenómeno de la electrificación con estudiantes del último grado de la educación media; En el capítulo IV se presenta el análisis y discusión de resultados.

3. Fuentes

- Aguilar, Y., & Romero, Á. (2011). A propósito de los experimentos mentales: una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias. *Revista científica*, 169 - 174.
- Carmona, G., Goldstein, P., Piña, E., De la peña, L., & Moreno, M. (1995). *Michael Faraday: Un genio de la física experimental*. México: Fondo de cultura económica.
- Cid, F. (1980). *Historia de las ciencias*. Barcelona: Planeta.
- Garcia Arteaga, E. G. (2014). Análisis histórico - crítico del fenómeno eléctrico. *Hacia una visión del campo. Física y Cultura. Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 73-92.
- Garcia, E. (1999). *Construcción del fenómeno eléctrico en una perspectiva de campos. Elementos para una nueva ruta pedagógica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Garcia, F., & Doménech, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista electrónica de motivación y emoción*.
- Gilbert, W. (1600). *De magnete*. Mexico: Limusa.
- González, B. (2002). Las analogías en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias de la naturaleza. *La laguna: Universidad de la Laguna*.
- Gramajo, M. C. (1993). El concepto de carga eléctrica desde una concepción clásica de campos. *Las propuestas de Michael Farady, James Clerk Maxwell y Heinrich Hertz*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Guisasola, J., Almudi, J., & Zuza, K. (2010). Dificultades de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la inducción electromagnética. *Revista Brasileira de Ensino de Física*.
- Guisasola, J., Zubimendi, J. L., Almudi, J. M., & Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las ciencias*, 177-192.
- Maxwell, J. (1891). *A treatise on electricity & magnetism*. Canadá: General Publishing Company.
- Olarte Pinilla, R., & Zarate, F. (1991). *Surgimiento del concepto de campo en Faraday*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias*, 513-520.
- 51
- Rueda Ramirez, C. G. (2011). Caracterización del medio en el fenómeno electrostático desde una perspectiva de campos. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Temas para la educación. (2012). *Revista digital para profesionales de la enseñanza*.
- Ubaque Brito, K. Y. (2009). Experimento: Una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. *GONDOLA*, 35 - 40.
- Ulloa Cataño, A., & Paque Burgos, D. (2014). Caracterización de los fenómenos electrostáticos desde una perspectiva de campos. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

4. Contenidos

El documento consta de cuatro capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el capítulo I se presenta la descripción del contexto problemático, donde el lector encontrará de forma detallada la situación que convocó la realización de la presente investigación; el objetivo general; los objetivos específicos; la justificación de la propuesta investigativa y los trabajos encontrados que anteceden la investigación.

En el capítulo II, el lector de esta investigación podrá encontrar el desarrollo del primer objetivo específico, que consistía en realizar una aproximación teórica del fenómeno a estudiar, en este sentido se presenta la aproximación conceptual sobre el fenómeno de la electrificación, así como el uso del experimento y analogías en el proceso de aprendizaje de la física.

En el capítulo III se presenta la descripción de la población; la estrategia didáctica diseñada para el abordaje del fenómeno de la electrificación con estudiantes del último grado de la educación media.

En el capítulo IV se presenta el análisis y discusión de resultados, se muestran aquellos aspectos relevantes que se pueden destacar de la implementación de la estrategia didáctica llevada al aula con el propósito de hacer emerger algunos elementos que permitieran precisar si fue o no posible alcanzar el logro del objetivo general.

Para cerrar el documento se presentan algunas conclusiones que emergen del análisis realizado y que permiten establecer algunos criterios centrales frente al objetivo general.

5. Metodología

Para alcanzar el objetivo de este estudio se planteó una estrategia de aula, a partir de cuatro momentos de aprendizaje, en los que privilegió: Las edades cognitivas de los estudiantes, el desarrollo de habilidades de pensamiento propios para esta edad, la pregunta y la analogía como herramienta movilizadora del pensamiento y la actividad experimental como una manera de aproximarse a un fenómeno.

Dichos momentos se denominaron: Descubriendo los poderes, Analizando los poderes: atracción y repulsión; Comunicación de los poderes y por último analizando la comunicación de los poderes. , y por último ¿Qué puedo hacer con estos elementos? En el primer momento se inició presentando un video de Flash, a continuación los estudiantes debían completar un cuadro que se encontraba en la parte posterior de la guía de trabajo y finalmente contestar las preguntas propuestas.

En el segundo momento se les presentó el video de un villano (electro, de la película spiderman), al termino de este se les pidió que en la parte de atrás de la hoja en un cuadro dibujaran y anotaran las observaciones de cada paso seguido de la experiencia realizada; finalmente debían responder las preguntas propuestas.

El tercer momento de aprendizaje buscaba que los estudiantes reconocieran que la acción de un cuerpo se da a través del espacio, en este se le pidió a los estudiantes que siguieran las instrucciones que se especificaban en la guía de trabajo y a medida que iban haciendo cada paso,

debían ir anotando las observaciones en la tabla que se presentaba en la parte posterior de la guía, al término de la experiencia debían contestar las preguntas propuestas.

Finalmente el último momento de aprendizaje buscaba analizar la comunicación de la electrificación en el espacio. A medida que los estudiantes iban realizando la experiencia debían ir contestando las preguntas propuestas.

6. Conclusiones

Frente a los análisis presentados al lector en los párrafos anteriores emergen las siguientes conclusiones, las cuales responden la pregunta problema que surgió del planteamiento del problema y el objetivo general propuesto.

1. Los criterios didácticos que emergen del ejercicio investigativo realizado sobre la electrificación de los cuerpos y su enseñanza son los siguientes:
 - 1.1 Si el maestro no tiene la comprensión conceptual apropiada del fenómeno resulta difícil diseñar una estrategia didáctica adecuada para el estudio de la electrificación de los cuerpos.
 - 1.2 La edad cognitiva de los sujetos permite establecer que existen muchos obstáculos cognitivos para que estos se aproximen al fenómeno estudiado, esto es que para los estudiantes es difícil explicar lo que no han visto o percibido con sus sentidos, puesto que se escapa de la experiencia sensible del estudiante y está en un lugar idealizado que se aleja del sentido común.
 - 1.3 Para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos es importante construir analogías que no alteren el fenómeno, pero que de alguna manera permitan aproximar al estudiante al concepto estudiado.
 - 1.4 Esta temática tiene tal grado de complejidad que es importante repensarse si este tipo de conceptos son apropiados para ser enseñados y aprendidos en la escuela. Podríamos considerar que el estudio de este fenómeno no es un tema escolar, porque el estudio de este demanda un razonamiento abstracto por parte de los sujetos debido al grado de complejidad del tema.
2. En relación al objetivo general es posible considerar que el estudio de la electrificación de los cuerpos, debe ser sometido a reflexión en el ámbito escolar puesto que como se evidencio en los análisis presentados la mayoría de los estudiantes no lograron aproximarse a este, debido al nivel de abstracción que demanda su estudio.
3. Frente a la estrategia didáctica presentada, esta no tuvo los alcances deseados, puesto que solamente un porcentaje muy pequeño de la población logro aproximarse al fenómeno de la electrificación de los cuerpos. Lo anterior, quizás debido al nivel de abstracción que demanda el estudio de estos temas.
4. Para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos es indispensable que el docente tenga en cuenta el nivel de atracción frente al estudio del fenómeno, la edad de los sujetos que intervienen en el estudio, la madurez cognitiva de estos y la forma en la que se aproximan a la construcción de conocimiento científico.

Elaborado por:	Luisa Fernanda Rodríguez Correa
Revisado por:	Malagón, Rusby; Bautista, Germán

Fecha de elaboración del Resumen:	22	06	2015
--	----	----	------

INDICE	PAG
INTRODUCCIÓN	
1. CAPITULO I. SOBRE LA PROBLEMÁTICA	
1.1 Descripción de la situación problema.....	3
1.2 Objetivo General	5
1.3 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Antecedentes.....	7
2. CAPITULO II. COMPRENSIONES TEÓRICAS	
2.1 La electrificación de los cuerpos.....	11
2.2 El uso de experimentos y analogías en el aula	19
3. CAPITULO III. SOBRE LO METODOLÓGICO	
3.1 Descripción de la población.....	24
3.2 Descripción de la estrategia didáctica.....	24
4. CAPITULO IV. SOBRE LOS RESULTADOS.....	32
5. CONCLUSIONES.....	48
6. ANEXOS	
6.1 Anexo 1 y 3. Videos del súper héroe y villano.....	52
6.2 Anexo 2. Guía de trabajo momento uno	53
6.3 Anexo 4. Guía de trabajo momento dos	55
6.4 Anexo 5. Situaciones momento tres	57
6.5 Anexo 6. Guía de trabajo momento tres.....	60
6.6 Anexo 7. Guía de trabajo momento cuatro	62

INTRODUCCIÓN

La presente propuesta investigativa está motivada por la práctica pedagógica realizada en el Colegio Veintiún Ángeles durante dos años; el objetivo general que pretendíamos alcanzar era realizar un estudio que permitiera establecer criterios didácticos frente al aprendizaje del *fenómeno de la electrificación de los cuerpos* con estudiantes de último grado de la educación media. Los objetivos específicos: realizar un estudio que permitiera, a la maestra en formación, comprender el fenómeno de la electrificación de los cuerpos; en segundo lugar, realizar un ejercicio metacognitivo sobre las implicaciones que tuvo la apropiación del fenómeno de la electrificación de los cuerpos por parte de la maestra en formación; posteriormente a partir de la reflexión teórica identificar, diseñar y ajustar algunas experiencias didácticas que favorecieran el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos; y por ultimo implementar la ruta didáctica centrada en las experiencias identificadas para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos.

El documento consta de cuatro capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el capítulo I se presenta la descripción del contexto problemático, donde el lector encontrará de forma detallada la situación que convocó la realización de la presente investigación; el objetivo general; los objetivos específicos; la justificación de la propuesta investigativa y los trabajos encontrados que anteceden la investigación.

En el capítulo II, el lector de esta investigación podrá encontrar el desarrollo del primer objetivo específico, que consistía en realizar una aproximación teórica del fenómeno a estudiar, en este sentido se presenta la aproximación conceptual sobre el fenómeno de la electrificación, así como el uso del experimento y analogías en el proceso de aprendizaje de la física.

En el capítulo III se presenta la descripción de la población; la estrategia didáctica diseñada para el abordaje del fenómeno de la electrificación con estudiantes del último grado de la educación media.

En el capítulo IV se presenta el análisis y discusión de resultados, se muestran aquellos aspectos relevantes que se pueden destacar de la implementación de la estrategia didáctica

llevada al aula con el propósito de hacer emerger algunos elementos que permitieran precisar si fue o no posible alcanzar el logro del objetivo general.

Para cerrar el documento se presentan algunas conclusiones que emergen del análisis realizado y que permiten establecer algunos criterios centrales frente al objetivo general.

1. CAPITULO I

SOBRE LA PROBLEMÁTICA

1.1 Descripción de la situación problema

El problema de investigación se suscitó a partir de tres reflexiones específicas: (1) lo observado durante la práctica pedagógica; (2) lo encontrado en los libros de texto; y (3) las posturas de diversos autores que mencionan la dificultad que tiene para los jóvenes estudiar los fenómenos electrostáticos.

Referente a lo observado durante la práctica pedagógica se evidenció que existen algunas dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos electrostáticos. En consecuencia se logró identificar que existen tres factores importantes que están relacionados con las dificultades observadas.

El primer factor se refiere a que los estudiantes hacen evidente un notable desinterés a la hora de aprender, es posible que este desinterés se encuentre vinculado a las características emocionales que acompañan su edad y su contexto familiar. Frente a este factor es necesario mencionar la forma en la que los jóvenes se aproximan a los objetos de estudio de la física y el nivel de abstracción que demanda la comprensión de estos. Al respecto García & Doménech (1997) plantean que:

“Si nos trasladamos al contexto escolar y consideramos el carácter intencional de la conducta humana, parece bastante evidente que las actitudes, percepciones, expectativas y representaciones que tenga el estudiante de sí mismo, de la tarea a realizar, y de las metas que pretende alcanzar constituyen factores de primer orden que guían y dirigen la conducta del estudiante en el ámbito académico. Pero para realizar un estudio completo e integrador de la motivación, no sólo debemos tener en cuenta estas variables personales e internas sino también aquellas otras externas, procedentes del contexto en el que se desenvuelven los estudiantes, que les están influyendo y con los que interactúan”.

El segundo factor está relacionado con los docentes, pues a partir del acompañamiento cotidiano a las aulas de clase se hizo evidente la poca reflexión didáctica frente a la enseñanza de la física, esto se refleja en el diario de campo. Lo observado permite establecer que el

docente evidencia una actitud y comportamiento negativo por parte de sus estudiantes y no intenta cambiar su estrategia de enseñanza para dar solución al problema que se presenta en el aula. Al respecto, investigaciones realizadas discuten la existencia de aspectos negativos sobre la docencia, que puede llevar a desequilibrios personales y emocionales; frustración a la que llegan muchos y muchas docentes, que ven como sus esfuerzos y su trabajo no se transforman en la consecución de unos objetivos concretos y palpables (Temas para la educación, 2012).

El tercer y último factor se refiere a la abstracción y el grado de complejidad implicados en el estudio de la electrificación de los cuerpos y la forma en la que estos son presentados, esto es, que escapan de la experiencia sensible y están en un lugar idealizado que se aleja del sentido común. Pozo (1998) menciona que los estudiantes presentan diversas dificultades al momento de aprender física, debido a que ya han visto o experimentado los temas que se estudian en esta área, por lo tanto ya tienen explicaciones iniciales que refuerzan o dificultan el proceso de aprendizaje.

La segunda reflexión que suscita el problema de investigación se enmarca en los libros de texto, en los cuales se pudo establecer que los temas relacionados con los fenómenos electrostáticos son presentados de manera abstracta y confusa para los estudiantes; adicionalmente se presentan algunos errores conceptuales:

“La forma como los textos presentan una temática dada es un buen indicio de la manera como es enseñada [...] Así con frecuencia el campo eléctrico se presenta como un constructo matemático que facilita el cálculo de la acción entre distribuciones de cargas; a lo más se concibe como un poder originado en el cuerpo cargado y distribuido en el espacio, donde el cuerpo cargado sigue siendo la sede y el origen de la fuerza y no el espacio, como debería ser en la teoría de campos [...]” (García, 2012)

La última reflexión que motiva la investigación, se encuentra relacionada con las posturas de diversos autores frente a la dificultad que se presenta en el estudio de los fenómenos electrostáticos. En este orden de ideas se presenta un estudio realizado por Guisasola & Furio (2008), en el cual enfatizan en las formas de razonamiento que utilizan los estudiantes para explicar los procesos de carga eléctrica en cuerpos, en este concluyen que los conceptos

importantes de la teoría no son utilizados científicamente por la mayoría de los estudiantes, para interpretar los procesos elementales de la electrificación de un cuerpo.

Adicionalmente Guisasola, Almudi & Zuza (2010) consideran que la enseñanza ya no puede ser tradicional, de igual forma no se puede continuar considerando al estudiante como un simple receptor de información, y es necesario realizar un esfuerzo que vaya más allá de detectar los fallos de los estudiantes el cual permita identificar los puntos clave del modelo sobre el que los estudiantes tienen estructuradas sus comprensiones y el modelo de la ciencia sobre el que deben reflexionar y orientar su comprensión. Consideran que una estrategia apropiada para posibilitar procesos de construcción de conocimiento es a través de un enfoque basado en el planteamiento de problemas y el desarrollo de investigaciones para resolverlos; esta estrategia, según los autores, parece ser un a priori apropiado para diseñar materiales didácticos que hagan reflexionar a los estudiantes sobre lo que se está estudiando.

De acuerdo a las tres reflexiones expuestas en los párrafos anteriores: lo observado durante la práctica pedagógica; lo encontrado en los libros de texto; y las posturas de diversos autores que mencionan la dificultad que presentan los estudiantes en el estudio de los fenómenos electrostáticos, surge el interrogante que motiva el propósito de esta investigación, el cual se plantea a través de la siguiente pregunta problema:

¿Qué criterios didácticos se deben considerar cuando se busca propiciar construcción de conocimiento frente al fenómeno de la electrificación de los cuerpos en estudiantes de último grado de la educación media?

1.2 Objetivo general

Realizar un estudio que permitiera establecer criterios didácticos frente al aprendizaje del fenómeno de la electrificación de los cuerpos con estudiantes de último grado de la educación media.

1.3 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio que permitiera a la maestra en formación comprender el fenómeno de la electrificación de los cuerpos.

2. Realizar un ejercicio metacognitivo sobre las implicaciones que tuvo la apropiación del fenómeno de la electrificación de los cuerpos por parte de la maestra en formación.
3. A partir de la reflexión teórica identificar, diseñar y ajustar algunas experiencias didácticas que favorezcan el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos.
4. Diseñar e implementar la ruta didáctica centrada en las experiencias identificadas para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos.

1.4 Justificación

Realizar un estudio que permitiera establecer criterios didácticos frente al aprendizaje del fenómeno de la electrificación de los cuerpos con estudiantes de último grado de la educación media, fue importante porque las posturas de diversos autores mencionan la dificultad que presentan los estudiantes en la comprensión de los fenómenos electrostáticos, lo anterior se evidencia en la argumentación que estos utilizan para referirse a los conceptos asociados a estos fenómenos. En este sentido es claro que:

“Construir el fenómeno a partir de la organización de la experiencia sensible desarrolla una serie de problemas cuando se refiere a lo eléctrico, puesto que en la cotidianidad del estudiante no se encuentra una experiencia suficiente que se pueda evocar. Si bien se poseen algunos referentes a lo eléctrico en un rayo, una chispa, un “corrientazo” o en los aparatos eléctricos, dicha experiencia no es suficiente para darle significado a las proposiciones de la teoría electromagnética de campos. Es necesario, por lo tanto, construir la experiencia sensible que está en la base de esta teoría y elaborar parámetros para orientar su construcción (García Arteaga, 2014)”.

De acuerdo a lo mencionado por García (2014) se debe reconocer la importancia del diseño de estrategias didácticas que estén encaminadas a la ejecución de prácticas de laboratorio, de tal modo que la construcción de conocimiento científico por parte del estudiante se lleve a cabo dentro de su cotidianidad.

De otro lado los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para estudiantes de último ciclo de formación del Ministerio de Educación Nacional (MEN) mencionan que los estudiantes deben “*establecer relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético*”, en este sentido este trabajo es

importante porque la estrategia didáctica diseñada pretende aproximar a los estudiantes al estándar establecido por el MEN.

De igual forma esta propuesta investigativa se considera relevante por tres razones fundamentales: la primera, porque se convierte en una ejemplificación para la enseñanza de la electrificación de los cuerpos, puesto que la estrategia de aula diseñada puede ser aplicada por el maestro en sus clases de física, de tal modo que el uso de la estrategia promueva interés y curiosidad en sus estudiantes y los lleve a una aproximación conceptual sobre la idea de campo; en segundo lugar, porque los materiales utilizados en la estrategia didáctica son de bajo costo, fácil manipulación y no representan un peligro para los estudiantes; y en tercer lugar, porque es una estrategia didáctica en la que cada uno de los momentos de aprendizaje está enmarcado por situaciones que son cercanas al contexto de los estudiantes, y esto permite cierto grado de interés y curiosidad por parte de ellos.

1.5 Antecedentes

A continuación se presentan los artículos y tesis encontradas a nivel internacional, nacional y por último los que se encontraron en la Universidad Pedagógica Nacional.

1. Guisasola, Jenaro; Zubimendi, Jose Luis et al (2008) “*Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica*” Los autores en este trabajo pretendían indagar sobre la forma en cómo los estudiantes utilizan el lenguaje referente al fenómeno estudiado, para ello realizaron un estudio el cual proponía una serie de diseños cuantitativos y cualitativos, cuestionarios y entrevistas; las conclusiones que emergieron del estudio establecen que los conceptos que permiten hablar del fenómeno estudiado no son utilizados de manera correcta por parte de los estudiantes.
2. Olarte Pinilla, Ricardo; Zarate Ángel, Fernando (1991); “*Surgimiento del concepto de campo en Faraday*”; Universidad Pedagógica Nacional; Santafé de Bogotá. Este trabajo es abordado desde una perspectiva histórica crítica del desarrollo científico en general y del concepto de campo en particular. Los autores de este trabajo pretendían llevar a cabo este estudio porque pensaban que hacer un estudio de este tipo permitía captar claramente la evolución de un concepto. La finalidad de la investigación era presentarla a manera de sugerencia para que el docente asumiera esta tarea que en

definitiva procuraría mejores frutos cuando se aplicara al estudiante, quien guiado por los acertados cuestionamientos que el maestro le formulara llegaría a realizar una reconstrucción de cada concepto habiéndolo, obviamente, entendido. Este proyecto antecede la investigación en cuanto al manejo conceptual que le dan los autores a la teoría de campos propuesta por Faraday; se tiene en cuenta el desarrollo de la investigación en cuanto al primer objetivo específico el cual plantea la construcción del estado del arte.

3. Rueda Ramírez, Cristian Gabriel (2011); *“Caracterización del medio en el fenómeno electrostático desde la perspectiva de campos”*; Universidad Pedagógica Nacional; Bogotá D.C. Este documento en su primera parte presenta una investigación realizada por el autor en torno a lo disciplinar que evoca el trabajo de grado; hace especial énfasis en el trabajo realizado por Michael Faraday. En seguida presenta una propuesta de estrategia didáctica para el acercamiento a la interacción de los cuerpos electrificados y magnetizados. La estrategia didáctica presentada en su primera parte se centra en la construcción de conocimiento en torno a las experiencias diseñadas sobre electrificación de los cuerpos. El autor en las conclusiones plantea que la estrategia después de su implementación tuvo un aporte significativo para los estudiantes, puesto que se pudo reflejar en el interés que demostraron. Además evoca la necesidad de corregir algunos momentos de la estrategia y también aprovechar mejor el tiempo y los materiales utilizados.

Este proyecto es relevante para la presente investigación puesto que en él se recogen aspectos disciplinares en cuanto a la descripción del trabajo realizado por Faraday; por la construcción de la estrategia de aula dirigida a la construcción de conocimiento por parte del estudiante del fenómeno electrostático desde la perspectiva de campos.

4. Ulloa Cataño, Andrea; Paque Burgos, David (2014); *“Caracterización de los fenómenos electrostáticos desde una perspectiva de campos”*; Universidad Pedagógica Nacional; Bogotá D.C. La investigación presentada por los autores planteó una ruta teórica que permitiera la caracterización de los fenómenos electrostáticos, poniendo como eje central la perspectiva de campos propuesta por Maxwell y Faraday. Una de las más importantes conclusiones a las cuales llega este grupo investigador de la ruta teórica planteada es que es de vital importancia la

enseñanza de las dos perspectivas (acción a distancia y teoría de campos) puesto que para la explicación de la electrificación por inducción y por conducción resulta ineficiente la explicación por acción a distancia.

Este trabajo resulta relevante en la medida en que se presenta una problemática similar: el aprendizaje de los fenómenos electrostáticos desde una perspectiva de campos.

5. Gramajo, Maria Cecilia (1993); *“El concepto de carga eléctrica de una concepción clásica de campos. Las propuestas de Michael Faraday, James Clerk Maxwell y Heinrich Hertz”*; Universidad Pedagógica Nacional; Santafé de Bogotá, D.C. Lo que buscaba la autora era realizar una investigación exhaustiva de interpretación y análisis de las propuestas de los autores mencionados en el título. Se enuncian algunas implicaciones de tipo pedagógico surgidas en el trabajo y se sugieren posibles trabajos que continúen explorando este tipo de acercamiento.

Este trabajo es importante para la investigación en cuanto realiza un estudio riguroso y crítico de la carga eléctrica desde una concepción clásica de campos.

6. Camargo Uribe, Clara Elvira (1987); *“Dificultades en la enseñanza del concepto de campo eléctrico”*; Universidad Pedagógica Nacional; Bogotá. Este trabajo presenta las dificultades que se tienen en la enseñanza del concepto de campo eléctrico. La autora presenta la investigación de la siguiente manera: en la primera parte efectúa la revisión bibliográfica; en la segunda parte se hace una descripción de las etapas desarrolladas y las consideraciones que las acompañaron; en la tercera parte del trabajo se destaca el análisis hecho por los investigadores; y la última parte es destinada a las conclusiones y sugerencias. Este trabajo antecede la investigación porque pone de manifiesto las dificultades encontrada en los estudiantes para aproximar a los estudiantes al concepto de campo eléctrico.
7. García Arteaga, Edwin German (1999); *“Construcción del fenómeno eléctrico en una perspectiva de campos. Elementos para una nueva ruta pedagógica”*; Universidad Pedagógica Nacional; Santafé de Bogotá D.C. El autor presenta en el documento desde un principio las dificultades presentes en la enseñanza del electromagnetismo; seguido a esto exhibe una propuesta alterna para la enseñanza del electromagnetismo; presenta también un análisis histórico – crítico del fenómeno eléctrico desde la

perspectiva de campos; y por ultimo propone una ruta para la introducción a la electrostática en una perspectiva de campos. La tesis de maestría mencionada anteriormente representa un aporte para la investigación puesto que propone un abordaje desde lo histórico para la enseñanza del fenómeno de la electrificación de los cuerpos desde una perspectiva de campos.

2. CAPITULO II

COMPRESIONES TEÓRICAS

El presente capítulo tiene como propósito describir algunas de las comprensiones disciplinares a las que llega el grupo investigador intentando abordar con profundidad el tema de la electrificación de los cuerpos, así como la importancia del experimento y el uso de analogías en el aula. El capítulo pretende responder al primer objetivo específico que tenía como propósito realizar un estudio que permitiera a la maestra en formación comprender el fenómeno de la electrificación de los cuerpos.

2.1 La electrificación de los cuerpos

El grupo investigador considera que es necesario realizar un abordaje desde la historia para que lector pueda hacerse una idea sobre el contexto en el que se inscribe este marco teórico, en este sentido se presenta de forma cronológica algunos de los autores más relevantes para la historia de la electricidad.

Uno de los personajes más representativos de la historia de la electricidad fue William Gilbert quien en 1600 realizó una investigación sobre el fenómeno eléctrico, la cual se encuentra descrita en su libro “*De Magnete*”, allí propone nuevos elementos para la caracterización de lo eléctrico y sus diferencias con lo magnético. Un apartado de este texto afirma que:

“No es únicamente el ámbar, como ellos suponen, el que atrae cuerpos pequeños, sino también el diamante, el zafiro, el ópalo, la amatista, el cristal, etc. Estas sustancias atraen todas las cosas, y no sólo plumas de ave y pequeños trozos, sino también los metales, madera, piedra, tierra, y también agua y aceite, y todo lo que está sujeto a nuestros sentidos y es sólido” (Gilbert, 1600)

Lo que se evidencia en lo anterior es que en principio son muchos los cuerpos de la naturaleza que al ser frotados adquieren la virtud de atraer y no únicamente el ámbar (como lo había dicho anteriormente Tales de Mileto), como se suponía en ese entonces.

Gilbert observó que cuando frotaba los objetos en algunos de ellos la Fuerza de atracción¹ se hacía más notoria. Algunos objetos como el ámbar, el vidrio, el azufre, el berilio, entre otros, atraían con mayor intensidad los cuerpos pequeños; mientras que objetos como los metales, se hacía difícil observar su fuerza de atracción después de haber sido frotadas.

Es Stephen Gray quien se interesa por averiguar lo que ocurre con la virtud eléctrica en lugares diferentes a la zona frotada, y para ello realizó una serie de experiencias, algunas de las cuales serán abordadas en el desarrollo del documento.

El origen de las experiencias realizadas por Gray reside en uno de los comentarios publicados en la revista inglesa *Philosophical Transaction*, en este establece que también evidencian electrificación otros cuerpos que se encuentran en contacto con el frotado:

“Frotando un tubo de vidrio de aproximadamente 3 ½ pies de longitud y sosteniendo una pluma ligera hacia el borde superior del tubo, hallé que se dirigía hacia el tapón, primero atraída y luego rechazada por éste, así como por el tubo mismo. Me sorprendió mucho y concluí de ello que había sin duda alguna virtud atractiva comunicada al tapón por el tubo excitado” (Cid, 1980)

Lo anterior resulta significativo en la medida que se pone de manifiesto un nuevo aspecto de la electrificación: “La electrificación no reside solamente en la región del material que ha sido frotado, es comunicada de algún modo a las regiones vecinas que se encuentran en contacto, en cuanto ellas también exhiben el poder de atraer” (García Arteaga, 2014)

Las experiencias que realiza Gray teniendo en cuenta el experimento publicado en la revista se enfocan en analizar el comportamiento de la electrificación al comunicarse en diferentes materiales. Utilizando una pluma como detector, observa que algunos de ellos le permiten una mejor comunicación de la virtud eléctrica:

“[...] Teniendo conmigo una bolita de marfil de alrededor de una pulgada y tres décimos de diámetro con un hueco, la fije a un palito de madera de abeto de cerca de 4 pulgadas de largo; introduciendo el otro extremo dentro del corcho, y habiendo frotado el tubo, encontré que la

¹ La fuerza de atracción mencionada anteriormente, es una característica del cuerpo mismo y no tiene que ver con la intensidad con que se produzca la frotación, es decir, la fuerza o poder de atracción depende más del material que ha sido frotado que de la acción misma de frotar.

bolita atraía y repelía la pluma con más vigor que lo que lo había hecho el corcho anteriormente” (Cid, 1980)

Gray encuentra que al acercar un cuerpo electrificado a otro, el segundo cuerpo también exhibe electrificación, siendo el aire el cuerpo intermediario: “Una esfera de plomo suspendida por un cordel del techo, cuando se acerca un tubo frotado, el plomo atrae y luego repele limaduras de latón” (Cid, 1980)

El efecto de atracción, o el grado de electrificación de la esfera de plomo depende de la distancia entre esta y el tubo frotado; más aún el efecto deja de ser apreciable cuando la distancia es grande. Así se pone de manifiesto que hay dos formas de comunicar la electrificación:

1. Donde la electrificación comunicada no dependa mayor cosa de la distancia entre el cuerpo electrificado por frotamiento y el cuerpo al que se le comunica la electrificación.
2. Totalmente dependiente de la distancia

Para Gray la electrificación se comporta como una especie de fluido que se propaga siguiendo una cierta trayectoria dependiendo de los materiales utilizados para la conducción. Esta interpretación presenta problemas cuando se tiene en cuenta lo dicho algunas líneas atrás: la virtud eléctrica se puede comunicar a través del aire u otros materiales, por inducción.

Con el estudio realizado por Gray es posible concluir que hay una característica llamada conducción: hay materiales que permiten unir cuerpos de modo que los cambios de estados de electrificación que evidencian estén conectados o acoplados entre si directamente, llamados conductores; de esta manera es posible afectar sensiblemente la distribución de la electrificación, hacer que se den evidencias de electrificación en lugares donde antes no se daban y disminuyan de zonas donde antes si estaban (Garcia Arteaga, 2014).

Todos los cuerpos de la naturaleza se pueden electrificar por frotamiento, incluso la madera y los metales, esta afirmación se destaca de las investigaciones realizadas por Charles Du Fay: “Todos los cuerpos pueden electrizarse por sí mismos (por frotamiento). Y todos ellos

(madera, metales, licores, etc.) adquieren la virtud eléctrica por aproximación de un tubo de vidrio frotado, a condición de ponerlos encima de un soporte de vidrio o de lacre” (Cid, 1980)

Du Fay denomina la electrificación que adquieren los cuerpos por frotación, como electrificación *propia*; mientras que a la electrificación que adquieren los cuerpos por contacto *conducción ajena*. Los materiales que exhiben electrificación propia son materiales aislantes y los materiales aptos para adquirir electrificación ajena son los conductores.

Anteriormente se consideraba que la electrificación la poseía el cuerpo frotado, y el cuerpo que servía como detector no presentaba electrificación. Una nueva manera de ver la atracción es de acuerdo a lo que plantea Du Fay: “un cuerpo electrificado por inducción es siempre atraído por el cuerpo inductor, lo que permite establecer que el efecto de atracción es una manifestación mecánica entre dos cuerpos electrificados” (Cid, 1980).

Para Du Fay el efecto mecánico de repulsión es un efecto debido a la electrificación de los cuerpos; para que exista repulsión entre dos cuerpos ambos deben estar electrificados. Una de las preguntas más importantes que soportan la investigación de Du Fay sobre el comportamiento dual de la electrificación es si un cuerpo electrificado por conducción puede repeler de la misma manera todos los cuerpos, independientemente de su forma de electrificación y si los cuerpos electrificados difieren únicamente en su grado de electrificación. La respuesta a esta pregunta le permitió evidenciar que hay dos tipos de electrificación: electricidad vítrea y electricidad resinosa.

Del trabajo realizado por Du Fay se presentan dos conclusiones: (1) cuando un cuerpo es electrificado por conducción adquiere electrificación del mismo tipo que la del cuerpo a partir del cual se electrifica; (2) dado que entre el cuerpo inductor y el inducido se presenta una acción atractiva, es de esperar que el tipo de electrificación del cuerpo inductor sea opuesto al del cuerpo al cual se le induce la electrificación.

Hasta este punto con las investigaciones realizadas por Du Fay y Gary es posible reconocer tres formas de electrificar los cuerpos: por fricción, por conducción y por inducción.

Uno de los más importantes personajes en la historia de la ciencia ha sido Michael Faraday quien en el siglo XIX hace aportes fundamentales en torno a la inducción eléctrica.

En la teoría de campos propuesta por Faraday, la inducción eléctrica es más que una de las formas de electrificar los objetos como se mencionó anteriormente, en esta es el elemento central y a partir del cual se articulan las experiencias de los fenómenos eléctricos. En una de las primeras cartas enviadas a A.R Philips (1843) de la Royal Society, titulada “*sobre la acción inductiva electrostática*”, comenta que los principios de la acción eléctrica inductiva son aceptados por muchos con alguna duda, lo que hace que se le reste importancia; por eso, presentó una serie de experiencias con las que pretendía darle el estatus como elemento organizador de la teoría.

La primera experiencia trataba de examinar la electricidad inducida en un recipiente metálico por un objeto electrificado ubicado en su interior:

“Represente A en el diagrama una enfriadora de peltre aislada, de diez pulgadas y media de altura y siete pulgadas de diámetro conectada por un alambre con un delicado electrómetro de hoja de oro E, y sea C una esfera de latón aislada por un hilo seco de seda blanca [...] a medida que C entra al recipiente A la divergencia de E aumentará hasta que C esté alrededor de tres pulgadas del borde del recipiente y permanecerá casi estacionaria y sin modificarse para cualquier descenso de ahí en adelante. Esto muestra que la acción inductiva es completamente ejercida sobre el interior del recipiente y en ningún grado directamente sobre los objetos externos” (Carmona, Goldstein, Piña, De la peña, & Moreno, 1995)

Faraday demuestra que después de cierta profundidad las hojas del electrómetro no se alteran, así el cuerpo inductor se mueva en cualquier dirección. A continuación, Faraday plantea que la acción inductiva es igual a la cantidad y poder de la acción debida a la conducción y que, por lo tanto, las dos no se diferencian en su principio de acción, para ello realiza la siguiente experiencia:

“Si C es meramente suspendida en A, ella actúa sobre el (recipiente) por inducción desarrollando electricidad de su propia clase sobre el exterior de A, pero si C toca a A su electricidad es entonces comunicada a él, y la electricidad que está positivamente en el exterior de A puede ser considerada como aquella que estaba originalmente en el portador C. Como este cambio, sin embargo, no produce ningún efecto en las hojas del electrómetro esto prueba que la electricidad inducida por C y la electricidad en C son precisamente iguales en cantidad y poder” (Carmona, Goldstein, Piña, De la peña, & Moreno, 1995)

Entonces, no es posible diferenciar la electrificación por inducción de la electrificación por conducción a partir de sus efectos, ya que ellos son iguales tanto cualitativa como cuantitativamente. Si se tiene un conductor en el interior de un recipiente metálico no se puede establecer si la electrificación observada en el exterior de recipiente por un electrómetro es por inducción o por conducción. Faraday lo plantea de la siguiente manera: “una cierta cantidad de electricidad que actúa en el centro de A ejerce exactamente el mismo poder externamente ya sea si actúa por inducción a través del espacio entre éstos y A o si es transferida por conducción a A”.

Uno de los grandes seguidores de las ideas de Faraday fue James Clerk Maxwell, quien empieza sus descubrimientos en electricidad y magnetismo con una carta dirigida a su amigo William Thomson:

“Ahora que acabo de ingresar en el ingrato estamento de los licenciados, he comenzado a leer. Actividad placentera, durante cierto tiempo, entre libros de mérito reconocido que uno no ha leído, pero que debería haber leído. Con todo, tenemos una fuerte tendencia a volver a los temas de física, y varios de los aquí presentes querríamos abordar la electricidad.

Imagínese una persona que tiene un conocimiento rudimentario de los experimentos eléctricos y una ligera aversión a la Electricidad de Murphy, ¿cómo debería proceder en la lectura y el trabajo para construir cierta comprensión de la materia que puede ser muy útil en posteriores lecturas?

Si esta persona quisiera leer a Ampere, Faraday, etc ¿En qué secuencia disponerlos y en qué momento y en qué orden debería abordar la lectura de los artículos que usted ha publicado en el Cambridge Journal?

Si usted tiene en la cabeza alguna respuesta a estas cuestiones, tres de nosotros estaríamos gustosos de recibir por escritos sus consejos”

En la primera parte del tratado sobre electricidad y magnetismo de James Clerk Maxwell, se evidencia una problemática por caracterizar el comportamiento eléctrico, en el que construye a partir de experiencias de frotación, la condición eléctrica de inducción y conducción.

Para Maxwell los efectos mecánicos observados (atracción o repulsión) solo son posibles de evidenciar entre cuerpos electrificados, es decir, que no se puede presentar el caso en que

un objeto electrificado pueda atraer a otro no electrificado. Al expresar que los cuerpos que antes no estaban electrificados, ahora lo están por inducción, Maxwell está afirmando que es posible que los cuerpos puedan evidenciar una condición eléctrica diferente a la frotación y es esta condición la que hace posible que se pueda observar un efecto de atracción entre los dos cuerpos electrificados; uno por frotación y el otro por inducción.

La concepción del espacio que tenía Maxwell giraba en torno a la idea de que en el espacio había un éter, un éter que asumía la forma de remolinos magnéticos y bolitas eléctricas. Esta imagen del mundo surgió de la necesidad de encontrar un modelo del éter para el campo electromagnético que incorporara la masa y la elasticidad necesarias para la velocidad finita de la inducción y que fuera coherente con los fenómenos eléctricos y magnéticos ya incorporados.

Faraday ya había dicho antes que la distribución de las líneas magnéticas de fuerza podía determinarse suponiendo que existe tensión a lo largo de esas líneas y una presión entre ellas.

Para la explicación de la inducción electromagnética Maxwell propuso dos experiencias: Se tienen dos cables conductores, uno de ellos recorrido por una corriente estacionaria y un dieléctrico rodea ambos cables, es posible lanzar tres conclusiones de esta experiencia en torno al modelo del mundo previamente establecido que (1) las bolas eléctricas del primer cable se moverán a través de él, rozando con los remolinos magnéticos del exterior del cable; estos remolinos contra otras bolas eléctricas, que a su vez rozarán con otros remolinos magnéticos y así sucesivamente; (2) que las bolitas del dieléctrico girarán sin trasladarse, debido a la igualdad de velocidades de los remolinos a ambos lados de la bola; y la (3) conclusión a la que llega de esta primera experiencia es que las bolitas eléctricas del otro cable, aunque libres de moverse no tienden a hacerlo, sino que giran sin traslación como las del dieléctrico.

En la segunda experiencia Maxwell suponía que la corriente del cable disminuye, en el modelo esto significa que las partículas eléctricas comienzan a moverse más despacio, haciendo que los remolinos magnéticos contiguos pierdan también velocidad; esto hace que exista una diferencia de velocidad entre el remolino contiguo y el siguiente, con el resultado de que las bolas que quedan entre ambos tienden a ponerse en movimiento; el remolino deformado ejercerá una fuerza sobre las partículas que se mueven más de prisa,

disminuyendo su velocidad. Pasará por todo el campo una onda de desplazamiento de las partículas eléctricas y un campo magnético variable; cuando la onda llega al otro cable, las bolitas eléctricas que hay en él se pondrán en movimiento y provocarán la inducción de una corriente en el cable.

Es importante anotar aquí que la inducción es asumida por Maxwell como un cierto estado que adquieren los cuerpos al ser afectados por la influencia de electrificación de un cuerpo cercano. Otro aspecto que se encuentra relevante en Maxwell es que hace posible una caracterización de los estados de electrificación de los cuerpos a partir de los efectos observables. En este sentido establece que la electrificación adquirida por los cuerpos al ser frotados entre sí es igual y opuesta. Para tal efecto propone una experiencia que se encuentra en su tratado, en la que al introducir un cuerpo electrificado en un recipiente metálico aislado y cerrado, se observa que el recipiente evidencia electrificación por inducción, si a continuación se introduce el otro cuerpo con el que fue frotado el primero, se observa que la evidencia de electrificación en el metal desaparece, lo que lleva a concluir que los dos estados de electrificación son iguales y opuestos. Ello le permite obtener una unidad de electrificación, que posteriormente podrá cuantificar. Al respecto dice:

“Así hemos obtenido un método para cargar un recipiente con una cantidad de electricidad exactamente igual y opuesta a la de un cuerpo electrificado sin alterar la electrificación de este último, y de esta manera podemos cargar cualquier número de recipientes con exactamente iguales cantidades de electricidad de cualquier clase, que podemos tomar unidades provisionales” (Maxwell, 1891)

Mediante este procedimiento y repitiéndolo varias veces, es posible, entonces electrificar con unidades de electricidad compatibles un cuerpo metálico. De tal manera que la electrificación total del cuerpo será igual a la suma algebraica de la unidad de electricidad.

Hasta este punto es posible plantear que la electrificación de los cuerpos está dada por aspectos fundamentales que trataron los personajes anteriormente mencionados, como lo son la caracterización de lo eléctrico, la forma de comunicación de los materiales, los efectos mecánicos observados, las formas de electrificación y la refutación de que la acción de un cuerpo sobre otro es a distancia e instantánea.

Reflexionando sobre el fenómeno que convoca este estudio y su enseñanza se precisa retomar el papel del experimento y las analogías en la construcción de conocimiento.

2.2 El uso del experimento y analogías en el aula

Frente al papel del experimento en la enseñanza de la física existen diversos artículos y tesis que mencionan su importancia, pues este puede favorecer que el estudiante construya una imagen mental mucho más clara sobre el fenómeno que se está estudiando.

Existen diversas clases de experimentos, en este marco teórico se tomarán de referencia dos: los experimentos reales y los experimentos mentales. En cuanto a los experimentos reales es posible caracterizarlos porque estudian los fenómenos de forma directa utilizando los sentidos, mediante la manipulación de instrumentos de laboratorio y medición. De este tipo de experimento surgen tres (Ubaque Brito, 2009), los cuales están determinados por el lugar donde se realizan, a saber:

- **Experimento real demostrativo en el aula:** Se caracteriza por poseer un montaje complicado, el cual es utilizado únicamente por el maestro puesto que su manipulación exige de conocimientos avanzados que los estudiantes aún no han construido. Básicamente este tipo de experimentos ayudan a complementar y profundizar más el fenómeno permitiendo así entrever la relación teórico–práctica de la física.
- **Experimento real de laboratorio:** Es aquel experimento que realizan los estudiantes en su lugar de estudio bajo la supervisión y una documentación teórica dada por el docente. Este experimento permite la confrontación de diferentes hipótesis dadas por los integrantes de un grupo, así como la unificación de criterios en el momento de la discusión y en análisis de los resultados.
- **Experimento real casero:** Estos experimentos constituyen una de las actividades más enriquecedoras y cercanas al aprendizaje de la física, ya que son herramientas que se realizan a nivel extra clase. Esta clase de experimentos son una alternativa para tratar y mostrar alguna temática en física debido a la sencillez y facilidad con la que el estudiante los puede realizar. Además son muy útiles ya que permiten mostrar el fenómeno físico cuando en la Institución Educativa no se cuenta con el material necesario.

Los experimentos mentales son una construcción ideal que permite comprender ciertos conceptos y fenómenos de la física que son difícilmente comprobables, al igual que los experimentos reales, se convierten en un método para construir, validar y profundizar teorías o explicaciones. Entonces se puede mencionar que el experimento mental es:

“[...] como la construcción de un escenario hipotético donde se representan circunstancias o eventos que emergen de consecuencias igualmente creadas por el sujeto a partir de conjeturas que responden a intencionalidades. En estos términos, el experimento mental puede ser asumido como una acción de pensamiento donde se valoriza la experiencia conservada por el recuerdo y el lenguaje, es decir, el experimento mental se constituye en un recurso de la imaginación que permite crear o visualizar mundos posibles” (Aguilar & Romero, 2011).

Los experimentos mentales ayudan a aclarar los estados abstractos de los fenómenos estudiados, facilitando así su comprensión, también sirven como ejemplo en el análisis conceptual; resultan particularmente útiles en el desarrollo de la clase teórica, puesto que obliga a viajar por el pensamiento con la imaginación y la creatividad.

Los experimentos mentales son experimentos en tanto que comparten ciertos requisitos teóricos mínimos con los experimentos reales, tales como: el cambio planeado y controlado de datos; mostrar la manera en que en una situación artificial las variables dependen funcionalmente unas de otras; la dependencia de ciertas hipótesis y teorías de trasfondo con miras al análisis y la evaluación del argumento. Entre las funciones y propósitos de los experimentos mentales se destaca: (1) proporcionan evidencia de respaldo a una teoría o un concepto; (2) ilustran una posición abstracta o compleja.

Por otra parte las analogías son representaciones utilizadas por cualquier persona con el objetivo de comprender una información nueva, por lo general, se constituyen en una manera de establecer o hacer corresponder los elementos de una nueva idea con los elementos de otra que se encuentra almacenada en la memoria (Lawson, 1993). En términos generales, una analogía puede definirse como la comparación entre dos dominios, uno más familiar y otro menos conocido, que comparten información de tipo relacional. Es posible establecer que una analogía es: “una comparación de una cosa familiar con otra no familiar con el objetivo de interpretar o aclarar una característica compartida”

Con frecuencia el maestro de ciencias recurre al uso de comparaciones, a través de los cuales pretende relacionar los aspectos nuevos o abstractos con estructuras más simples y familiares para el estudiante

El uso de comparaciones en sus distintas modalidades se convierte en una actividad espontánea de las personas a la hora de dar sentido a lo desconocido. Por ejemplo los científicos emplean frecuentemente a la hora de elaborar y presentar sus teorías y constituyen un recurso habitual del lenguaje científico y cotidiano. También son utilizadas por los docentes como herramienta didáctica y se encuentran en los libros de texto, puesto que constituyen una ayuda para el desarrollo de destrezas de razonamiento científico, para la asimilación de conceptos teóricos.

El uso de las analogías en el proceso de enseñanza y aprendizaje se fundamenta en los siguientes puntos (González, 2002):

- Relacionan los contenidos abstractos con la realidad concreta.
- Son instrumentos “para sugerir ideas y hacerlas inteligibles”.
- Son una herramienta que los docentes pueden utilizar, junto con la experimentación y la demostración para acrecentar la inteligibilidad y plausibilidad de las explicaciones.
- Han jugado un papel central en la construcción de nuevas representaciones científicas y en la comunicación de las mismas a otros miembros de la comunidad científica, por lo que deben ser fundamentales en el aprendizaje científico.

El razonamiento analógico constituye el proceso mental que tiene lugar cuando utilizamos, con éxito, la analogía. En términos generales, “el Razonamiento Analógico se puede definir como la generación de conocimiento aplicable a una situación nueva (tópico) por transferencia de conocimiento a partir de una situación conocida (análogo)” (Holyoak y Koh, citado por González, 2002).

El Razonamiento Analógico ocurre bajo cualquiera de las dos siguientes condiciones (González, 2002): (1) cuando dos o más cosas son similares en muy pocos aspectos y suponemos que probablemente tienen otros aspectos comunes; (2) cuando una persona

describe una conclusión acerca de un factor desconocido en base a su semejanza con un factor familiar o conocido.

Existen dos teorías que intentan explicar la forma en la que la analogía facilita la comprensión, es decir facilita el razonamiento analógico.

- Teoría de extrapolación estructural o teoría sintáctica (Gentner, 1983 citado por González, 2002)

Las analogías orales se usan a menudo para explicar un concepto a otra persona, o también para solucionar problemas. Este tipo de analogía puede adoptar innumerables formatos, dependiendo de la facilidad con que se puede comprender.

En la teoría de la extrapolación estructural tanto el análogo como el tópico son vistos como sistemas de objetos, atributos de objetos y relaciones entre objetos; lo importante es que funcionen como conjuntos en un nivel de organización dado.

Se trata de una teoría puramente estructural que se fundamenta únicamente en la sintaxis de la representación del conocimiento, y no en otros factores o variables. Considera que el razonamiento analógico está constituido por los siguientes procesos:

1. Acceso al conocimiento base o análogo.
 2. Extrapolación entre el análogo y el tópico.
 3. Evaluación de las correspondencias entre ambos.
 4. Almacenamiento de las inferencias obtenidas.
 5. Extracción de aspectos comunes al análogo y al tópico (esto sucede en algunas ocasiones y genera un nivel de abstracción mayor).
- Teoría de las restricciones múltiples (Holyoak & Thagard, 1989, citado por Gonzáles, 2002)

La teoría de las restricciones múltiples sostiene que existen dos restricciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de determinar las correspondencias entre el análogo y el tópico: las restricciones pragmáticas y las restricciones de similitud semántica.

El proceso de extrapolación es el proceso fundamental o determinante del razonamiento analógico, tanto cuando la analogía se utiliza en la solución de

problemas como en la adquisición de nuevo conocimiento. La analogía, y en el razonamiento analógico asociado a ella, están presentes los siguientes pasos:

1. La recuperación o selección de un análogo plausible.
2. El proceso de extrapolación.
3. El proceso de inferencia analógica o transferencia.
4. El posterior aprendizaje.

3. CAPÍTULO III

SOBRE LO METODOLÓGICO

El presente capítulo tiene como propósito mostrar al lector algunos de los aspectos metodológicos que se consideraron para desarrollar la investigación: población involucrada en el desarrollo de la estrategia didáctica, descripción detallada de la estrategia diseñada y los materiales utilizados.

3.1 Descripción de la población.

Los y las jóvenes con quienes se realizó el presente estudio, son estudiantes del Colegio Veintiún Ángeles I.E.D, ubicado en la localidad de suba, más exactamente en el barrio Tuna Alta. El colegio cuenta con el programa media articulada, esto implica los estudiantes cuando son promovidos del grado noveno al grado decimo, deben escoger una especialización en alguna de las siguientes áreas: sistemas, comunicación y diseño o administración.

El grado en el cual se implementó la estrategia didáctica fue grado once que se encuentra en la especialidad de sistemas y son aproximadamente 32 estudiantes. Los y las jóvenes oscilan en una edad entre dieciséis y dieciocho años, sus intereses están vinculados con la búsqueda de nuevas formas de comunicación con sus compañeros, el juego, el compartir más espacios con sus amigos y la curiosidad que despierta el inicio de una nueva etapa en sus vidas (la universidad), entre otros.

3.2 Descripción de la estrategia didáctica.

A continuación se presenta la estrategia didáctica diseñada para responder al objetivo general: *realizar un estudio que permitiera establecer criterios didácticos frente al aprendizaje del fenómeno de la electrificación de los cuerpos con estudiantes de último grado de la educación media.*

Recordamos al lector que no se pretendía abordar todos los conceptos relacionados con el electromagnetismo, se centraba el estudio en el fenómeno de la electrificación, por eso la estrategia se diseñó en cuatro momentos de aprendizaje que son presentados a continuación.

El momento uno llamado “**Descubriendo los poderes**” tuvo una duración de una sesión (2 horas); se seleccionó este nombre por una analogía creada en el proceso de elaboración de la estrategia didáctica, la cual consistía en llamar “poder” a lo que en física se denomina electrificación, en este sentido se buscó que el contexto dentro del cual se enmarcaba el primer momento estuviera dentro de lo cotidiano del estudiante, aproximación que se realizó mediante el poder de los súper héroes, en este caso Flash.

El video que fue presentado a los estudiantes cumplía con ciertas características: 1) Mostraba que, inicialmente, el súper héroe no tenía ningún poder; 2) Debía ser clara en la forma cómo el personaje adquiría el poder; y 3) Debía mostrar al personaje en alguna situación de la película con los poderes obtenidos. El lector podrá encontrar el video seleccionado en el ANEXO 1.

El primer momento de la estrategia fue presentado de la siguiente manera: inicialmente se mostró el video de este súper héroe (Flash), terminada la proyección del video los estudiantes debían completar el cuadro que se encontraba en la parte posterior de la guía de trabajo (ANEXO 2), realizando el dibujo correspondiente y la explicación de lo que ocurría.

Posteriormente se le pidió a los estudiantes que siguieran los pasos que se le indicaban en la guía, los cuales estaban presentados de forma secuencial, esto con el objetivo de aproximar al estudiante a que el cuerpo inicialmente no presenta ningún “poder”. Al término de la actividad se les solicitó que contestaran las preguntas propuestas que se encontraban al final de la guía: (1) ¿Por qué cuando el globo no se frotó, este no pudo atraer los confetis? Explica; (2) ¿Por qué cuando se frotó el globo con el pañuelo, se pudo atraer los confetis? Explica; (3) ¿Qué pasa con el pañuelo? ¿Quedo con algún poder? ¿Cómo podrían evidenciarlo?; (4) ¿Qué te imaginas que pasa en el globo o en el pañuelo cuando se está frotando? Explícalo y dibújalo La síntesis del momento uno el lector la puede observar en la tabla presentada a continuación (**Tabla 1**)

“Descubriendo los poderes”

Objetivo	Aproximar al estudiante a la idea que inicialmente el cuerpo no presenta ningún “poder”
Materiales y recursos	•Video de Flash cuando este se convierte en súper héroe •Una bolsa y en su interior: Un globo, un pañuelo y un poco de confeti. •Guía de trabajo uno (Anexo 2) •Proyector
Desarrollo de la clase	Antes: • Se presentará el video de Flash cuando este se convierte en súper héroe, a continuación se dispondrá el grupo de estudiantes haciendo que estos formen parejas. Durante: •Finalizado el video se le hace entrega a cada grupo de estudiantes la bolsa con los materiales, y a cada uno de ellos la guía de trabajo uno. •A continuación los estudiantes deben llenar la primera parte del cuadro que aparece en la parte posterior de la guía de trabajo. •Llenado el cuadro cada pareja debe realizar los pasos que se presentan en la guía con ayuda del profesor. Después: Terminada la experiencia anterior cada estudiante debe terminar de llenar el cuadro que aparece en la parte posterior de la guía y responder las preguntas propuestas que se encuentran en la guía teniendo en cuenta lo realizado inicialmente. Cuando los estudiantes terminan de responder las preguntas propuestas se socializan y se aclara que a lo que en la experiencia se llamó “poder”, en física se llama electrificación
Rol del Docente /Estudiante	El rol del estudiante es seguir las instrucciones que se presentan en la guía para generar la construcción de conocimiento en torno a la electrificación, donde el docente será una guía para delimitar el tema, solucionar inquietudes y proponer preguntas orientadoras.

Tabla 1. Momento uno “Descubriendo los poderes”

El momento uno se concluye aclarándole al estudiante que lo que inicialmente se llamó “poder”, en física se llama electrificación y que la experiencia realizada permite la aproximación a la electrificación del cuerpo por frotación.

El momento dos llamado ***“Analizando los poderes: atracción y repulsión”*** tenía como propósito que los estudiantes analizaran los efectos mecánicos que ocurrían al electrificar un cuerpo por frotación (momento uno), este momento duró aproximadamente una sesión. Los materiales necesarios para la ejecución fueron: video de un villano de una película de súper héroes, esto con el fin de establecer una diferencia entre el uso del poder adquirido del primer personaje (Flash) y del villano, es decir que al relacionarlo con el fenómeno se estableciera que al electrificar un cuerpo por frotación el segundo cuerpo también exhibe electrificación, una electrificación igual y opuesta. Otro material necesario para la segunda experiencia era un trozo de cinta teflón y los materiales de la primera experiencia (un globo y un pañuelo).

El villano seleccionado fue electro de la película spiderman, el lector podrá encontrar el video en el ANEXO 3.

En la ejecución de la estrategia en primer lugar se presentó el video previamente seleccionado, al término de este se le pidió a los estudiantes que contestaran las dos preguntas que se encontraban en el primer punto de la guía de trabajo (ANEXO 4), las cuales estaban relacionadas con el video y buscaban establecer relaciones entre el video del momento uno y este. Mientras los estudiantes contestaban las preguntas se les hacía entrega de un pedazo de cinta teflón que hacía falta en los materiales; al término de la solución de las dos primeras preguntas los estudiantes debían realizar los pasos presentados en la guía; a medida que iban realizando cada paso debían ir completando el cuadro que se encontraba en la parte posterior de la guía de trabajo.

Al finalizar la actividad experimental se le pidió a cada estudiante que contestara las preguntas propuestas que se encontraban en la parte inferior de la guía de trabajo: (1) ¿Qué podrías decir de la electrificación del globo? ¿Qué ocurre con el pañuelo?; (2) ¿Por qué la cinta se aleja del globo cuando este se aproxima a ella?; (3) ¿Por qué la cinta se aproxima al pañuelo?; (4) ¿Qué pasa con la cinta cuando los dos cuerpos (globo y pañuelo) se acercan a ella? ¿Por qué que pasa esto?; (5) Fíjese que ambos cuerpos adquieren ese poder ¿Qué diferencia hay entre esos dos poderes?; (6) ¿Existe alguna relación entre flash, el villano y la experiencia realizada? Explica porque si o porque no. El lector podrá encontrar en seguida la tabla 2, la cual sintetiza lo dicho anteriormente.

<i>“Analizando los ‘poderes’: atracción y repulsión”</i>	
Objetivo	Reconocer los efectos mecánicos que se producen cuando interactúan los cuerpos electrificados.
Materiales y recursos	• Video de electro (personaje de spiderman) cuando este adquiere sus poderes. • Una bolsa y en su interior: Un globo, un pañuelo y un pedazo una cinta teflón. • Guía de trabajo dos (ANEXO 4) • Proyector
Desarrollo de la clase	Antes: • Se presentará el video de electro cuando este adquiere sus poderes, a continuación los estudiantes deben conformar las mismas parejas con las que trabajaron el momento uno. Durante: • Finalizado el video se le hace entrega a cada grupo de estudiantes la bolsa con los materiales, y a cada uno de ellos la guía de trabajo dos. • A continuación los estudiantes deben responder las dos preguntas que se encuentran en el primer punto de la guía de trabajo. • Después los estudiantes deben realizar la experiencia que se propone y a la par ir llenado el cuadro que aparece en la parte posterior de la guía de trabajo, en donde se les pide que para cada paso que realicen deben dibujar y describir lo que ocurre. Después: • Terminada la experiencia anterior cada estudiante debe responder las preguntas propuestas que se encuentran en la guía teniendo en cuenta lo realizado previamente. • Cuando los estudiantes terminan de responder las preguntas propuestas se socializan y se hace el cierre de la sesión explicando que existe electrificación positiva y electrificación negativa vinculando el video y la experiencia realizada.
Rol del Docente /Estudiante	El docente seguirá siendo una guía orientadora para que el estudiante no se aleje del tema a mostrar, respondiendo a todos los interrogantes que se le presenten al estudiante, así mismo presentará la conclusión del tema. El estudiante debe ser un sujeto activo con entusiasmo por aprender y seguir construyendo su conocimiento.

Tabla 2. Momento dos “Analizando los poderes: atracción y repulsión”

Para finalizar la sesión la maestra en formación concluyó explicando que los dos cuerpos al ser frotados adquieren el poder, es decir ambos se electrifican; cada uno de los dos cuerpos presenta una electrificación igual pero opuesta, para hacer más explícita la idea se remitió a la experiencia realizada en la que los estudiantes debían acercar los dos cuerpos electrificados a la cinta teflón.

El tercer momento de la estrategia llamado ***“Comunicación del poder”*** tenía como objetivo que los estudiantes identificaran que la acción de un cuerpo sobre otro produce una alteración del espacio; este momento duró alrededor de una sesión y media. Para la ejecución de este momento se necesitó del trozo de la cinta teflón.

La primera parte de la sesión estuvo encaminada a realizar una memoria de trabajo en la que se aclaró lo que se entiende por “poder” en el campo de la física y los efectos mecánicos observables de ese “poder”. Posteriormente a cada estudiante se le hizo entrega una hoja con dos situaciones problema (ANEXO 5), estas situaciones tenían como fin aproximar a los estudiantes a la idea de que había algo entre los objetos relacionados en cada situación.

Al dar solución a las situaciones propuestas, se le pidió a los estudiantes que volvieran a formar las parejas con las que inicialmente habían trabajado; a continuación se le hizo entrega a cada pareja de un trozo de cinta teflón y la guía de trabajo (ANEXO 6). En seguida se les solicitó que siguieran las instrucciones que se encontraban en la guía y que llenaran el cuadro que se encontraba en la parte posterior.

Al finalizar la experiencia y completar el cuadro, a cada estudiante se le pidió que contestara las preguntas propuestas: (1) ¿Qué se necesitó para solucionar la situación?; (2) ¿La situación presentada representa el efecto de atracción o de repulsión?; (3) ¿Encuentras alguna relación entre la situación presentada y la experiencia realizada?; (4) ¿Qué puede haber entre las dos cintas para que se produzca el efecto de repulsión?; (5) ¿Qué puede haber entre la cinta y la mano para que se produzca el efecto de atracción?; (6) ¿Cómo podrías explicar el efecto de repulsión de las dos cintas?, la cuales se encontraban relacionadas con las situaciones anteriormente presentadas. Para finalizar se socializaron las respuestas a esas preguntas y la maestra en formación aclaró cómo se comporta el espacio cuando se observa el efecto repulsivo en objetos que han sido electrificados.

El lector puede ver de forma sintetizada la anterior información en la tabla 3, la cual se encuentra a continuación.

<i>“Comunicación del poder”</i>	
Objetivo	Identificar que la acción de un cuerpo sobre otro produce una alteración en el espacio
Materiales y recursos	• Situaciones de la vida cotidiana (ANEXO 5) • Un pedazo de cinta teflón • Guía de trabajo tres (ANEXO 6)
Desarrollo de la clase	ANTES • A cada estudiante se le hace entrega de la guía en la que están las situaciones de la vida cotidiana. DURANTE • Finaliza la actividad anterior y se les pide que conformen de nuevo las parejas con las que habían trabajado anteriormente y a cada pareja se le hace entrega de un pedazo de la cinta teflón junto con la guía de trabajo tres. • Se les da la indicación de forma grupal a medida que vayan realizando los pasos, deben ir llenando el cuadro que aparece en la parte posterior de la guía. DESPUÉS • Terminada la experiencia anterior cada estudiante debe responder las preguntas propuestas las cuales están relacionadas con las situaciones presentadas. • Cuando los estudiantes terminan de responder las preguntas propuestas se socializan y se hace el cierre de la sesión explicando el comportamiento del espacio cuando un cuerpo es electrificado
Rol del Estudiante/ Docente	El docente seguirá siendo una guía orientadora para que el estudiante no se aleje del tema a mostrar (en este momento: <i>“Comunicación del poder”</i> , es muy fácil que los estudiantes logren salirse del tema), respondiendo a todos los interrogantes que se le presenten a los estudiantes, así mismo presentará la conclusión del tema. El estudiante debe ser un sujeto activo con entusiasmo por aprender y seguir construyendo su conocimiento.

Tabla 3. Momento tres “Comunicación del poder”

En el cierre del momento tres se presentó la conclusión relacionada con el comportamiento del espacio y la analogía de las tensiones propuesta por Faraday. Es importante aclarar al lector que la analogía no fue presentada a profundidad.

El último momento de la estrategia didáctica diseñada fue llamado “***Analizando la comunicación de los poderes***” con él se buscaba que los y las jóvenes establecieran relaciones frente a lo que ocurre en el espacio cuando los cuerpos se electrifican. Los materiales necesarios para la sesión, que duró alrededor de tres horas, fue un pedazo de caucho (una parte de un globo) y la guía de trabajo (ANEXO 7).

La primera parte de la experiencia consistió en explicarles a los estudiantes la analogía de las tensiones propuesta por Faraday, la cual se menciona en el capítulo II de la investigación. A continuación se le pidió a los estudiantes que conformaran las mismas parejas que habían trabajado los momentos anteriores y se les hizo entrega del pedazo de caucho y junto con él de la guía de trabajo. Después de entregado el material se les pidió a los estudiantes que siguieran las indicaciones que se encontraban en la guía de trabajo. Terminada la experiencia cada estudiante debía contestar las preguntas propuestas que se encontraban al final de la misma.

Finalizando la actividad se socializaron las respuestas de las preguntas propuestas haciendo énfasis en la pregunta número cinco, la cual buscaba indagar sobre las explicaciones finales que presentaba el estudiante frente al fenómeno de la electrificación de los cuerpos. En la tabla número cuatro el lector podrá encontrar de forma resumida el momento cuatro.

<i>“Analizando la comunicación de los poderes”</i>	
Objetivo	Analizar la alteración del espacio cuando se eléctrica un cuerpo.
Materiales y recursos	• Un pedazo de caucho (parte de un globo) • Guía de trabajo cuatro (ANEXO 7)
Desarrollo de la clase	Antes: • Se explica a los estudiantes la analogía de las tensiones propuesta por Faraday. • Finalizada la explicación se les pide que se organicen de tal forma que queden conformadas las parejas de trabajo. Durante: • Conformadas las parejas, se le entrega el material correspondiente al cuarto momento. • Se les indica que deben seguir los pasos que se encuentran en la guía junto con la maestra en formación. Después: • Se hace la socialización de las respuestas de las preguntas haciendo énfasis en la respuesta a la pregunta número cinco. • Habiendo socializado las respuestas se vuelve a explicar la analogía de las tensiones. • Después de explicada la analogía de las tensiones, cada estudiante debe contestar de nuevo la pregunta número cinco.
Rol del Docente /Estudiante	El docente en este momento cumple un papel muy importante puesto que es el cierre de la estrategia didáctica. Será orientador para que el estudiante no se desvíe de lo que se quiere lograr. El estudiante debe ser un sujeto activo que demuestre interés en la experiencia manifestado en la elaboración de interrogantes.

Tabla 4. Momento cuatro “Analizando la comunicación de los poderes”

El momento cuatro buscó indagar sobre las explicaciones que los estudiantes planteaban posterior a la implementación de la ruta didáctica.

4. CAPITULO IV

SOBRE LOS RESULTADOS

El presente capítulo tiene como propósito mostrar al lector algunos de los hallazgos encontrados en la implementación de la estrategia didáctica. Para el análisis se debe retomar lo escrito algunas líneas atrás, en cuanto al planteamiento del problema y los trabajos que anteceden esta investigación. El análisis se realizó objetivo por objetivo haciendo especial énfasis en el tercer objetivo, relacionado con la implementación de la estrategia didáctica.

Frente al objetivo específico número uno, que tenía como propósito realizar un marco teórico que permitiese a la maestra en formación apropiarse de los conceptos relacionados con la electrificación de los cuerpos, vale la pena precisar que no fue un trabajo sencillo, debido a que los contenidos vistos en el ciclo de fundamentación frente a las temáticas relacionadas con el electromagnetismo no habían sido interiorizadas y por lo tanto la realización de esta búsqueda y apropiación conceptual se convirtió en una tarea que demandó volver a conceptos vistos con anterioridad y abordar la temática de una manera más consiente.

Se puede afirmar que la construcción de un marco teórico por parte del maestro en formación se constituye en el elemento fundamental para lo que posteriormente se convierte en el diseño didáctico, debido a que favorece la construcción de cuestionamientos y el abordaje de una manera más reflexiva frente a los conceptos objeto de estudio. De este modo la realización del marco teórico se convirtió en el elemento fundamental para la realización del trabajo de aula que posteriormente se presentó a los estudiantes.

Una vez presentadas las precisiones frente al papel que tuvo la construcción del marco teórico frente al diseño de la estrategia didáctica, en los párrafos posteriores se procederá a enfatizar en aquellos aspectos relacionados con la implementación de la estrategia de aula.

Se le recuerda al lector que si bien la estrategia didáctica reposa en el capítulo III, es necesario aclarar, que estuvo compuesta por cuatro momentos de aprendizaje los cuales de manera secuencial tenían como propósito aproximar a los estudiantes al fenómeno de la electrificación de los cuerpos. Inicialmente se presentarán algunos aspectos a resaltar frente a lo que ocurrió en el aula de clase.

Se le recuerda al lector que el momento uno “*Descubriendo los poderes*” tenía como propósito de llevar a los estudiantes a focalizar su atención en la idea relacionada con que, inicialmente, el cuerpo no tiene ningún poder. Es necesario precisar que el propósito de aprendizaje para este momento era convertir la electrificación del cuerpo en un objeto de estudio, es por esta razón que se propuso una actividad didáctica que si bien no está enmarcada en el campo de la física pretendía establecer un vínculo entre la electrificación del cuerpo y los poderes que adquiere un súper héroe.

Los estudiantes para este momento debían diligenciar una tabla en la cual se les pedía que de acuerdo al video visto y a la experiencia realizada dibujaran lo que habían observado; la idea frente a la primera parte del cuadro era que los estudiantes dibujaran lo que habían visto en el video de flash, algunos de los datos que permiten evidenciar las explicaciones de los estudiantes son los siguientes:



Figura 1. Flash sin poderes

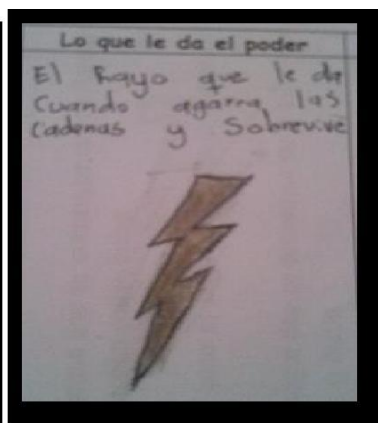


Figura 2. Lo que le da el poder a Flash



Figura 3. Flash con poderes

En la figura 1 el lector puede encontrar la explicación que dieron la mayoría de los estudiantes frente al video visto, en la parte en la que flash no tiene poderes; en la figura 2 relacionan el rayo con ese instrumento que le dio el poder a flash; y finalmente en la figura 3 se muestra el dibujo relacionado con el poder de flash.

La pretensión de la segunda parte de la tabla, era que los estudiantes establecieran relaciones entre la adquisición de poderes por parte del súper héroe y la electrificación de un cuerpo. En este sentido, a continuación se muestran algunos de los dibujos realizados por los estudiantes.

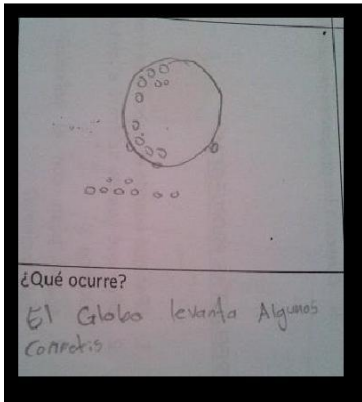


Figura 4. Globo sin poderes

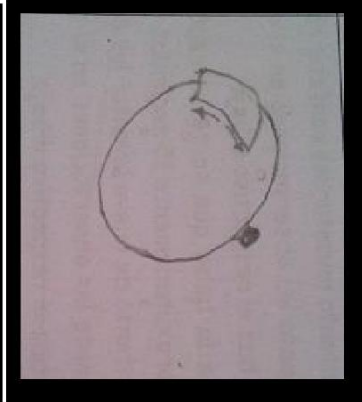


Figura 5. Lo que le da el poder al globo

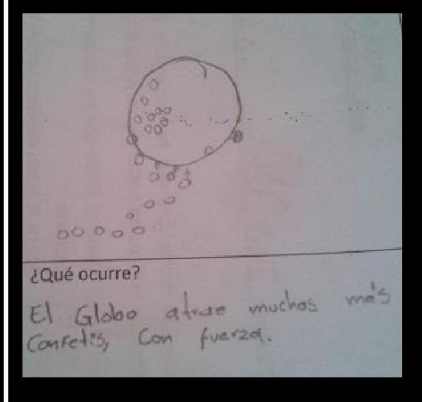


Figura 6. Globo con poderes

Frente a estos dibujos se puede afirmar que los estudiantes tienen claro que cuando se electrifica un cuerpo este adquiere un poder, en este caso el poder de atraer los confetis cuando son esparcidos en la mesa.

Para indagar de una manera más profunda sobre las explicaciones que tienen los estudiantes frente a la experiencia realizada se escogieron tres preguntas relevantes que serán discutidas a continuación. La primera pregunta propuesta se planteaba de la siguiente manera:

“¿Por qué cuando el globo no se frotó no se atrajeron los confetis?, la mayoría de las respuestas estuvieron encaminadas hacia que la bomba no tenía la energía suficiente o carga (sinónimos para ellos) para poder levantar o atraer los confetis, al respecto se muestran algunas de las expresiones de los estudiantes las cuales permiten evidenciar lo dicho anteriormente: “Porque el globo no estaba cargado y así no hay atracción entre la bomba y los confetis”; “Los confetis no se atrajeron al globo porque no había la suficiente energía para poderlos atraer”; “Porque el globo no tenía energía, sin la energía no se puede atraer los confetis”.

En algunos casos a algunos estudiantes se les alcanzaron a levantar algunos confetis y estas fueron algunas de las explicaciones que dieron al respecto: *“Se atrajeron muy pocos porque no había energía electrostática y porque los dos objetos tienen carga positiva y las cargas de igual signo se repelen”; “Antes de frotarse el globo se atrajeron muy pocos confetis porque el aire dentro del globo los atrae pero no con la suficiente fuerza.”; “En mi caso se adhirieron unos cuantos confetis. Pienso que es debido al constante contacto que tuve con él al cogerlo tanto y esto debido a alterar su carga eléctrica”.*

Respecto a las respuestas planteadas por los estudiantes a esta primera pregunta es posible afirmar que sus explicaciones referentes a la electrificación de los cuerpos están formuladas por su experiencia sensible y por apreciaciones construidas durante las clases de física en su vida escolar.

La segunda pregunta propuesta en la guía para este primer momento establecía que: *“¿Por qué cuando se frotó el globo con el pañuelo, se pudo atraer los confetis?”*. En las respuestas construidas por los estudiantes se evidencia que en esencia para la mayoría de ellos ocurrió este fenómeno gracias a que el globo estaba cargado, explicaciones como las siguientes permiten ratificar esta afirmación: *“Porque lo estábamos cargando eléctricamente, y eso causo que tuviera suficiente energía para atraer fragmentos de confeti”*; para otros estudiantes era porque existía una energía eléctrica: *“Al frotar el globo con el pañuelo se cargó de energía el globo atrayendo así a los confetis”*.

Frente a las explicaciones estructuradas de la segunda pregunta propuesta, se observa que las formulan de acuerdo al conocimiento construido en las diferentes clases de física durante su vida escolar, en este sentido se evidencia que las explicaciones están centradas en un modelo de acción a distancia.

La última pregunta relevante de este primer momento buscaba indagar sobre las explicaciones que tenían los estudiantes frente a lo que pasaba con el cuerpo que le daba el poder al globo, el pañuelo. La pregunta planteada fue: *“¿Qué pasa con el pañuelo? ¿Quedo con algún poder? ¿Cómo podrían evidenciarlo?”*. Respuestas como: *“El pañuelo no queda con ningún poder ya que al frotarlo con la bomba nosotros pasábamos la energía por lo que el pañuelo solo fue el medio de paso de la energía”*; *“Lo que pasa con el pañuelo es que no obtuvo un poder porque los confetis no se le pegaron, lo que da a entender que solo es un buen conductor eléctrico”* privilegian lo observado; en las explicaciones iniciales los estudiantes afirman que si el pañuelo quedo con algún poder, entonces este también debería atraer los confetis.

De las respuestas dadas por los estudiantes frente a la electrificación del cuerpo se resalta que pudieron establecer relaciones frente al contexto análogo que se presentó. Esto se puede evidenciar en las respuestas a las preguntas mencionadas en los párrafos anteriores. Adicionalmente de este primer momento se pueden extraer las siguientes conclusiones

- La mayoría de los estudiantes ya habían trabajado con los materiales presentados, esto se pudo evidenciar en la expresión de sus rostros cuando se les hizo entrega de este material.
- Las explicaciones de los estudiantes frente a las tres preguntas planteadas para este momento, están basadas en su experiencia sensible y en las apreciaciones que han construido dentro de las clases de física en su vida escolar
- Referente a la pregunta “¿Por qué cuando el globo no se frotó no se atrajeron los confetis?” es posible afirmar que inicialmente los conceptos asociados a la teoría no son utilizados de manera “correcta”. Así mismo, que utilizan muchas palabras como sinónimas debido a experiencias escolares previas.
- Respecto a la pregunta: “¿Por qué cuando se frotó el globo con el pañuelo, se pudo atraer los confetis?”, se evidencia que los estudiantes en sus cursos de física han podido establecer que cuando se produce el efecto de atracción es porque el objeto que está atrayendo el otro objeto se encuentra electrificado (cargado). De igual forma se resalta en las respuestas dadas por los estudiantes que los conceptos asociados a la teoría no son utilizados de manera “correcta” o esperadas por las explicaciones en el campo de la física.
- Con las respuestas dadas a la pregunta “¿Qué pasa con el pañuelo? ¿Quedo con algún poder? ¿Cómo podrían evidenciarlo?”, es posible concluir que para los estudiantes el pañuelo no se encuentra electrificado puesto que no observan el mismo efecto que con la bomba al atraer los confetis. En este sentido es posible establecer que los estudiantes solo tienen en cuenta lo que pueden observar y percibir con sus sentidos.

El momento de aprendizaje dos tenía como propósito aproximar a los estudiantes a la idea que cuando se electrifican dos cuerpos, ambos adquieren electrificación, una electrificación contraria. Para lograr este propósito se diseñó una guía de trabajo (ANEXO 4) en la cual se les pedía a los estudiantes que a medida que siguieran los pasos, dibujaran y anotaran las observaciones en un cuadro que se encontraba en la parte posterior de la hoja.

En el primer paso se les pedía a los estudiantes que electrificaran el globo por frotación. Algunos de los dibujos respecto a esta primera instrucción permiten afirmar que los estudiantes reconocen lo que es electrificar un cuerpo por frotación.

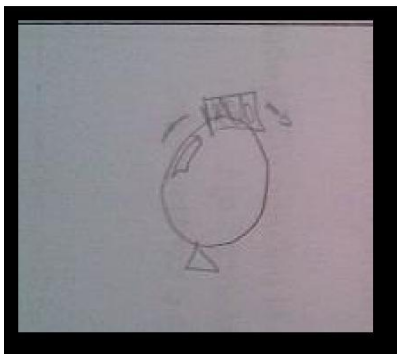


Figura 7. Electrificación del globo por frotación

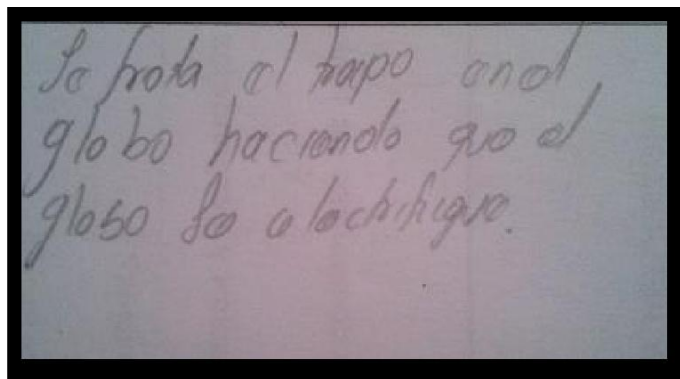


Figura 8. Explicación de la electrificación del globo por frotación

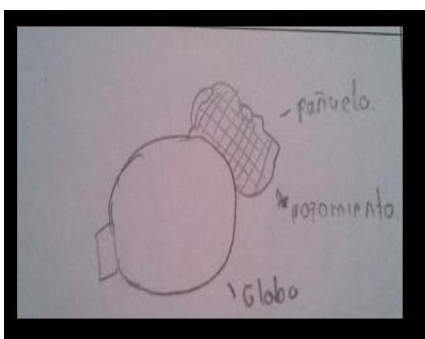


Figura 9. Electrificación del globo por frotación

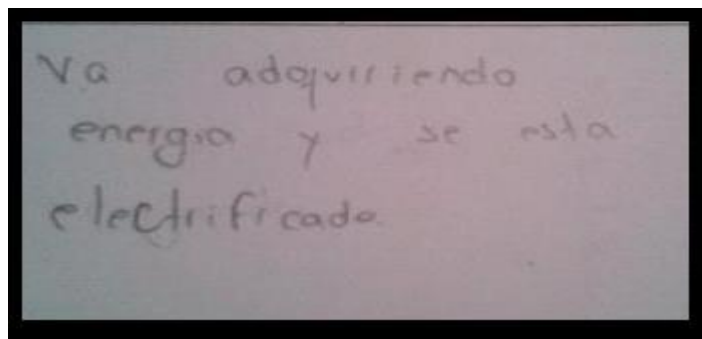


Figura 10. Explicación de la electrificación del globo por frotación

Respecto a los dibujos y las observaciones realizadas, que el lector puede observar en las figuras 7, 8, 9 y 10 es posible inferir que, quizás, los estudiantes reconocieron el contexto analógico que se les presentó en el primer momento, puesto que no utilizaron el termino poder, sino electrificación del cuerpo.

El segundo paso de la experiencia a realizar, en el segundo momento de aprendizaje consistía en acercar el globo electrificado a la cinta teflón y anotar las observaciones en el cuadro que se encontraba en la parte posterior de la guía de trabajo.

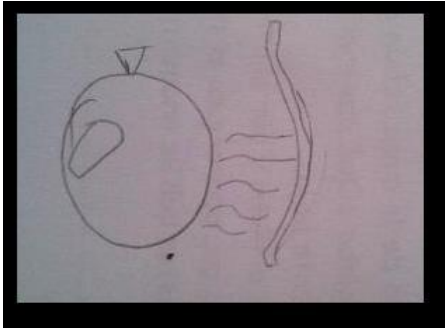


Figura 11. Acercamiento del globo electrificado a la cinta teflón

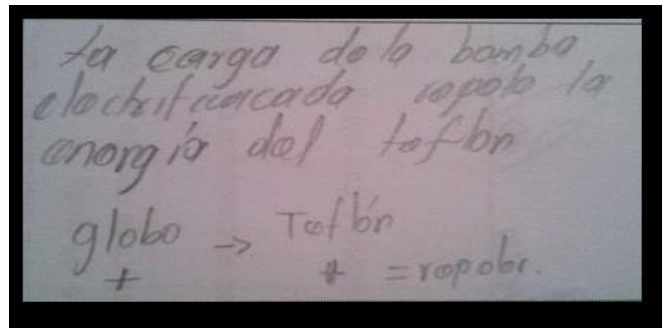


Figura 12 Explicación frente al efecto observado

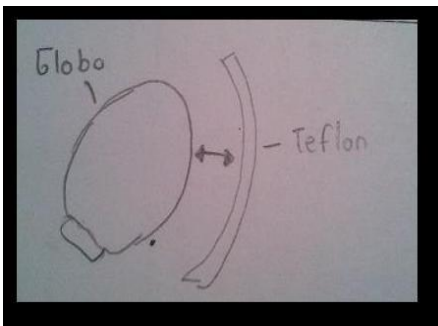


Figura 13. Acercamiento del globo electrificado a la cinta teflón

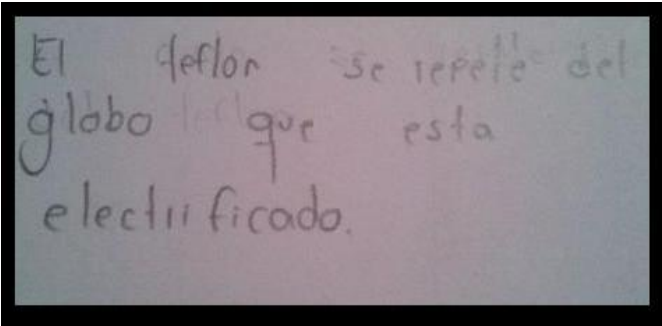


Figura 14. Explicación frente al efecto observado

Referente a lo dibujado y explicado por parte de los estudiantes en el segundo paso de la guía de trabajo (figuras 11, 12, 13 y 14) es posible inferir que los estudiantes observaron el efecto de repulsión entre la bomba y la cinta teflón.

El siguiente paso que debían realizar los estudiantes era acercar el pañuelo a cinta teflón, dibujar y anotar las observaciones en el cuadro, en este sentido se presentan los dibujos y explicaciones correspondientes.

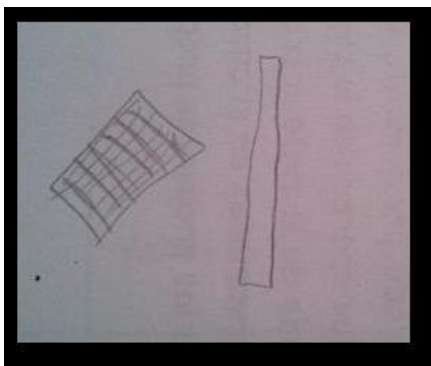


Figura 15. Acercamiento del pañuelo a la cinta teflón

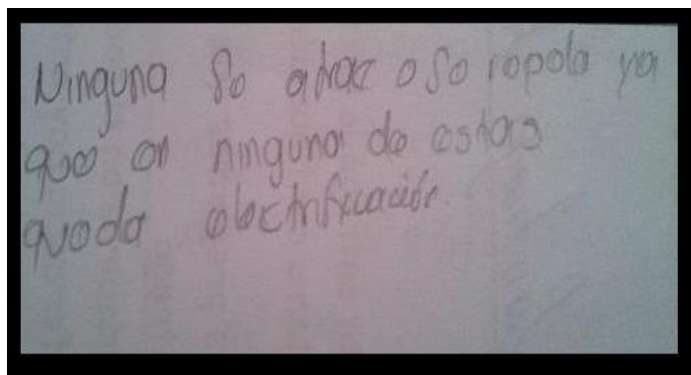


Figura 16. Explicación frente al fenómeno observado

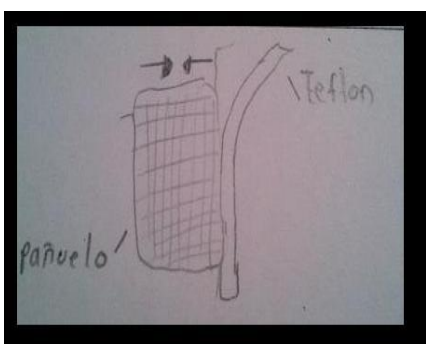


Figura 17. Acercamiento del pañuelo a la cinta teflón

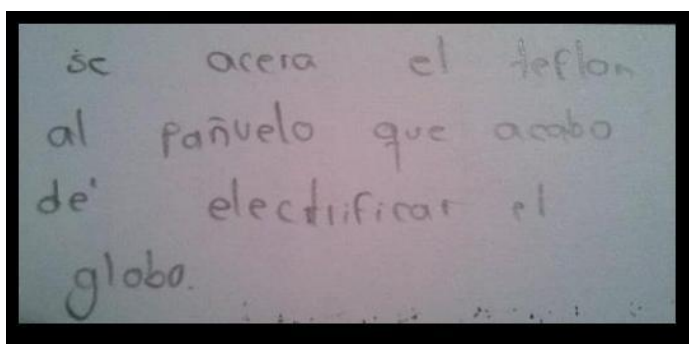


Figura 18. Explicación frente al fenómeno observado

En las figuras 17 y 18 es posible afirmar que los estudiantes observan el efecto de atracción entre el pañuelo y la cinta teflón, sin embargo uno de los estudiantes no evidencio este efecto (figuras 15 y 16), esto puede estar relacionado al material del que estaba hecho el pañuelo.

Cuando los estudiantes terminaron la experiencia, debían responder unas preguntas propuestas las cuales buscaban indagar sobre las explicaciones que daban frente a lo observado en la ejecución de la experiencia realizada. Las preguntas más relevantes del segundo momento son presentadas a continuación.

La pregunta número uno tenía como propósito realizar una comparación entre las explicaciones que inicialmente habían dado los estudiantes en el momento uno frente a lo que ocurría con el pañuelo y lo que observaron al realizar la segunda experiencia. La pregunta era: “¿Qué podrías decir de la electrificación del globo? ¿Qué ocurre con el pañuelo?”. Las explicaciones dadas por los estudiantes enfatizan en que existe electrificación en el pañuelo,

lo anterior se puede evidenciar en las algunas de las respuestas dadas por los estudiantes: *“El pañuelo también queda cargado”*; *“Ambos elementos quedan cargados el pañuelo nunca se une al globo.”*. Por otro lado uno de los treinta y dos estudiantes con los que se realizó la implementación de la estrategia, mencionó la electrificación positiva y negativa de los dos cuerpos que habían sido frotados: *“Podría decir que la electrificación del globo se da gracias al pañuelo ya que al juntarse y frotarlos el globo adquiere una carga positiva quedando el pañuelo con carga negativa”*.

Respecto a la segunda pregunta la cual era *“¿Por qué la cinta se aleja del globo cuando este se aproxima a ella?”* se puede afirmar que las explicaciones dadas por los estudiantes están centradas en el efecto observado, el efecto de repulsión, de igual forma es posible establecer que son dadas en torno a la carga, que las cargas iguales se repelen y las cargas opuestas se atraen, lo dicho anteriormente se evidencia en respuestas como *“Porque el globo y la cinta tienen la misma carga por tal motivo se repelen.”*; *“La cinta se aleja porque dos cargas del mismo signo se repelen.”*; *“Se aleja porque tienen la misma carga.”*.

Una de las preguntas más importantes propuestas en el segundo momento buscaba indagar sobre la diferencia en la electrificación de globo y la del pañuelo: *“Fíjese que ambos cuerpos adquieren ese poder ¿Qué diferencia hay entre esos dos poderes?”*, al respecto los estudiantes dieron respuestas como: *“Que son de carga contraria”*; *“El globo repele y el otro atrae”*, lo cual permite establecer, quizás, que los estudiantes en este punto lograron identificar que los dos cuerpos adquieren ese “poder” (electrificación), mientras que el uno atrae el otro repele. Uno de los estudiantes de los treinta y dos logro identificar la diferencia de la electrificación de los dos cuerpos, en cuanto a su tipo de electrificación, la evidencia a la anterior afirmación se expresa en lo escrito por el estudiante: *“Que está cargado lo contrario uno del otro, es decir uno positivo y el otro negativo”*

A continuación son presentadas las conclusiones que emergen del análisis de la experiencia realizada y las explicaciones dadas por los estudiantes.

- Es posible establecer que las explicaciones que dan los estudiantes a cada una de las preguntas propuestas están centradas en lo observable (los efectos a partir de la electrificación), es decir, cuando inicialmente en el momento uno se les preguntaba sobre la electrificación del pañuelo, ellos se referían a que el pañuelo no presentaba

electrificación puesto que no atraía los confetis; cuando en el momento dos se les hizo la misma pregunta, sus respuestas fueron contrarias a las anteriores, puesto que observaron que el pañuelo atraía la cinta teflón.

- Las explicaciones que los estudiantes dan a las preguntas propuestas están motivadas por las aproximaciones previas que han realizado en las clases de física: las respuestas de las preguntas se centran en la idea que las cargas opuestas de atraen y las cargas iguales se repelen.
- De las respuestas dadas a la pregunta “*Fíjese que ambos cuerpos adquieren ese poder ¿Qué diferencia hay entre esos dos poderes?*” se afirma que los estudiantes lograron aproximarse al propósito de aprendizaje del momento dos, puesto que reconocen que los dos cuerpos han sido electrificados pero que cada uno recibe una electrificación diferente.

El momento tres llamado “*Comunicación del poder*”, tenía como propósito de aprendizaje que los estudiantes reconocieran la comunicación de ese poder, para ello se hizo necesario establecer dos analogías referentes a situaciones problema que llevaran al estudiante a aproximarse a la idea de espacio.

Después de presentadas las situaciones cada pareja de estudiantes debía realizar la experiencia que se encontraba en la guía de trabajo (ANEXO 6), de igual forma cada vez que fueran realizando cada paso, debían dibujar y anotar sus observaciones en el cuadro que aparecía en la parte posterior de la guía.

El primer paso era pasar los dedos por la cinta teflón, esto con el fin de electrificarla, al respecto se muestran a continuación algunos de los dibujos y explicaciones dadas por los estudiantes.

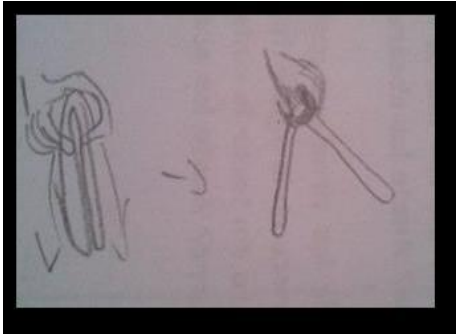


Figura 19. Electrificación de la cinta teflón

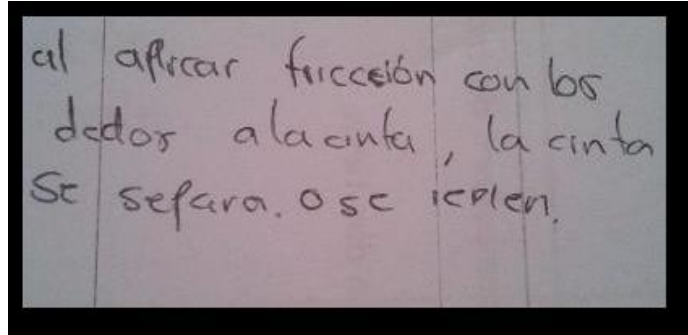


Figura 20. Explicación de la electrificación de la cinta teflón.

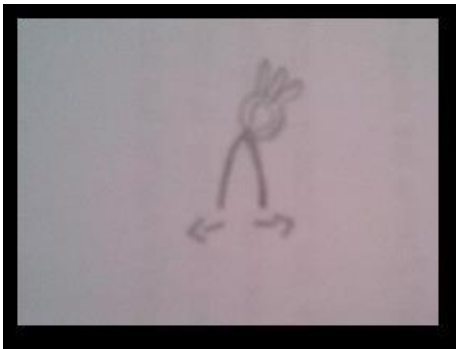


Figura 21. Electrificación de la cinta teflón

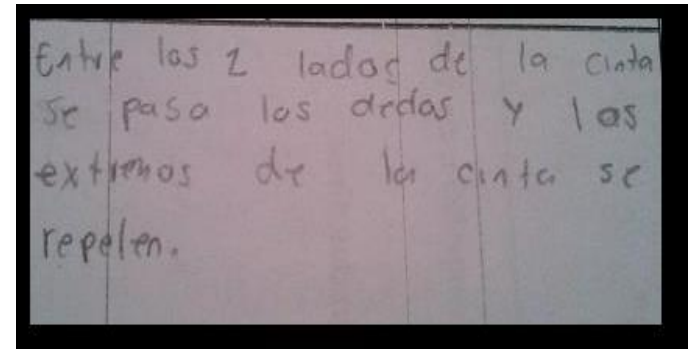


Figura 22. Explicación de la electrificación de la cinta teflón.

De los dibujos y explicaciones anteriormente presentadas (figuras 19, 20, 21 y 22) es posible afirmar que los estudiantes observan el efecto de la repulsión al pasar los dedos por la cinta teflón.

El segundo paso, era colocar una mano en el centro del espacio que queda entre cinta y cinta, en este sentido se ponen en evidencia algunos de los dibujos y explicaciones dadas por los estudiantes.



Figura 23. Paso de las manos por medio de las cintas

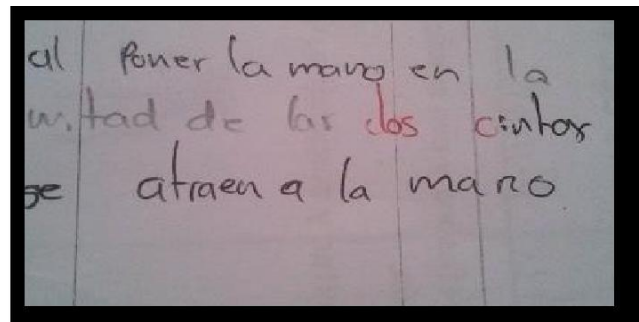


Figura 24. Explicación de lo observado

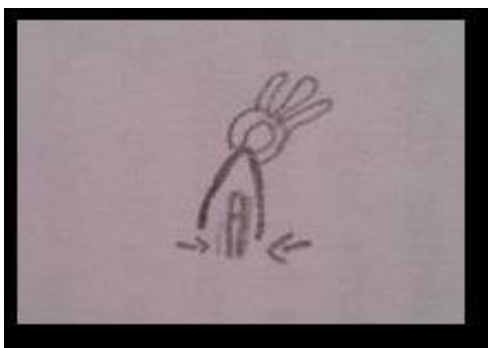


Figura 25. Paso de las manos por medio de las cintas

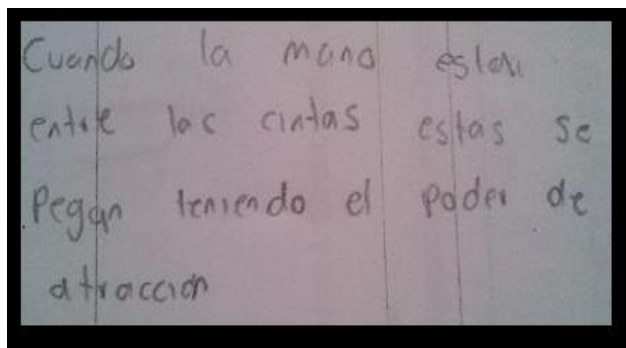


Figura 26. Explicación de lo observado

Referente a los dibujos realizados por los estudiantes y las explicaciones dadas, es posible afirmar que el efecto que observan es el efecto de atracción. Algunos de ellos relacionan el efecto de atracción con el poder de atraer, en este sentido es posible establecer que los estudiantes aún están pensando en la analogía de los poderes presentada en el momento uno de la estrategia. De este modo el uso de las analogías se convierte en un apoyo para que los estudiantes comprendan de forma más sencilla el fenómeno que se está estudiando, de otro lado el uso de analogías que no sean indicadas, pueden generar una aproximación “errónea” frente al proceso de aprendizaje.

La indicación que debían seguir los estudiantes a continuación era acercar una de las manos a la cinta teflón. A continuación se presentan los dibujos y las explicaciones que dieron los estudiantes frente a lo que observaron.

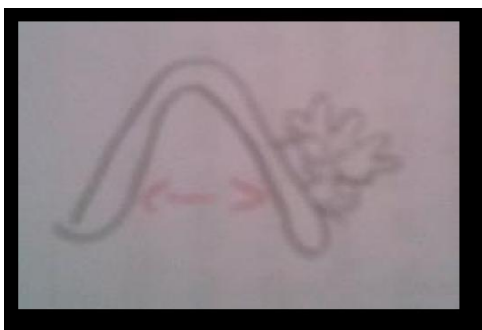


Figura 27. Aproximación de la mano a la cinta teflón

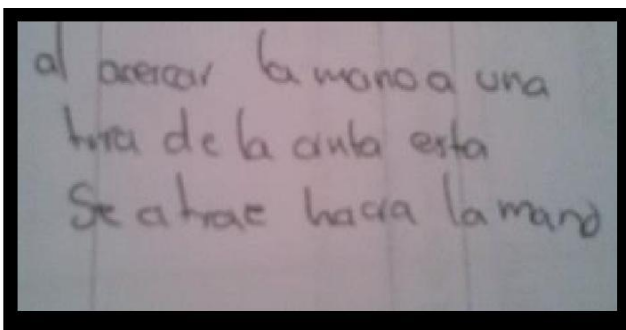


Figura 28. Explicación de lo observado



Figura 29 .Aproximación de la mano a la cinta teflón

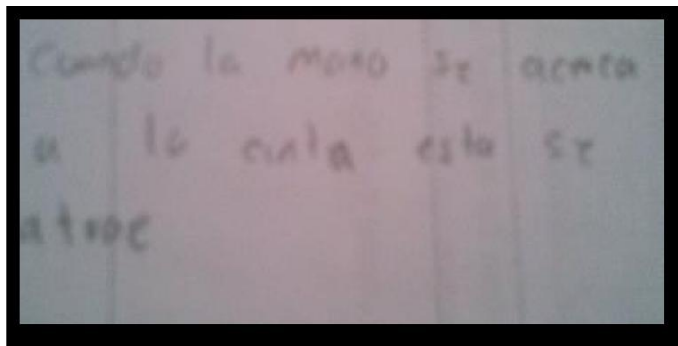


Figura 30.Explicación de lo observado

Respecto a los dibujos y las explicaciones (figuras 27, 28, 29 y 30) dadas por los estudiantes es posible establecer que el fenómeno que observaron al realizar la experiencia fue el de atracción hacia la mano y repulsión de la otra cinta. Por ejemplo en la figura 27 se evidencia que el estudiante percibe los dos efectos, la cinta se atrae a la mano y repele la otra cinta.

Para concluir la experiencia los estudiantes debían aproximar las dos manos a las dos cintas, dibujar y anotar las observaciones en el cuadro de la parte posterior de la guía de trabajo. A continuación se presentan algunas de los dibujos y explicaciones dadas por los estudiantes.

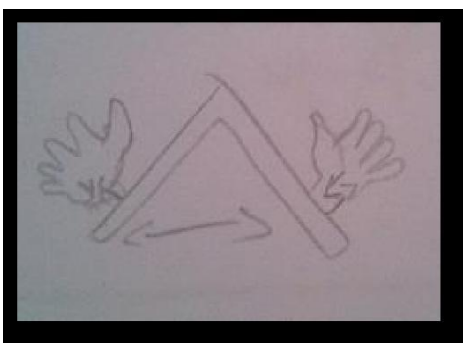


Figura 31 .Aproximación de las manos a la cinta teflón

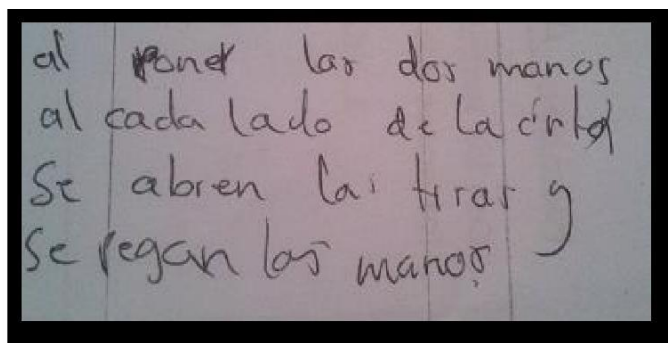


Figura 32 .Explicación de lo observado

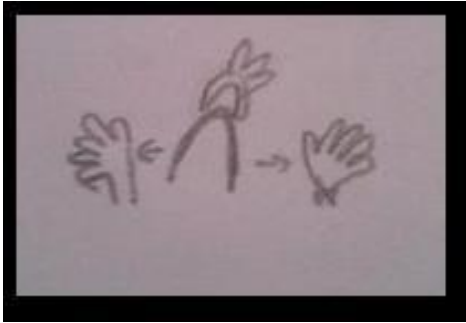


Figura 33 .Aproximación de las manos a la cinta teflón

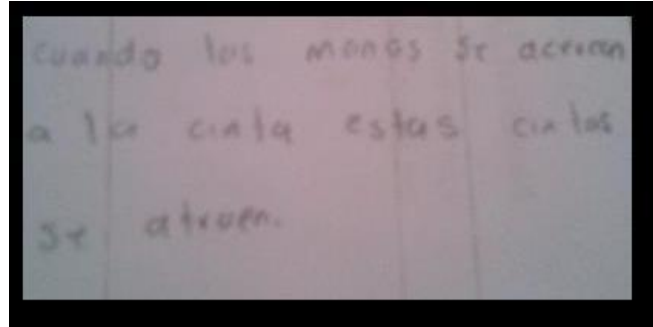


Figura 34 .Explicación de lo observado

En las figuras 31 y 32 se evidencia que el estudiante observa los dos efectos, tanto el de atracción como en de repulsión, mientras que el otro estudiante solo pone en evidencia el efecto de atracción de la cinta hacia las manos. De lo anterior es posible concluir que el primer estudiante pone en evidencia lo observado en toda la experiencia mientras que el otro estudiante se remite solamente a dibujar y explicar lo que se le indica.

En el tercer momento también se propusieron preguntas para indagar más sobre las explicaciones que tiene el estudiante frente a la experiencia anteriormente realizada. Respecto a la primera pregunta: “¿Qué puede haber entre las dos cintas para que se produzca el efecto de repulsión?”, se logra establecer que la mayoría de los y las estudiantes dieron respuestas en torno al efecto de repulsión, mas no frente a lo que puede ocurrir en el espacio: “Están electrificados con cargas iguales”; “Tiene que haber la misma carga entre las dos”; “Entre las dos cintas había el efecto de repulsión ya que las dos cintas al ser electrificadas quedaron con la misma carga y de igual polaridad”.

De las afirmaciones anteriores es posible afirmar que los estudiantes no llegan a pensar en el espacio, sin embargo una de las respuestas de los treinta y dos estudiantes menciona que lo que hay en el espacio es tensión y que por ello las dos cintas se repelen: “Lo que hay entre la cinta para que se produzca repulsión es tensión”.

Otra de las preguntas relevantes del tercer momento es: “¿Cómo podrías explicar el efecto de repulsión entre las dos cintas?” de esta pregunta es posible asegurar que los estudiantes continúan con la idea que lo que sucede es que ambos objetos tienen la misma carga y por eso se observa el efecto de repulsión cuando se electrifican dos cuerpos. De igual manera una de las respuestas a esta pregunta menciona la idea del espacio y que en este hay tensión: “Lo

explicaría que al electrificar las cintas se crea una tensión y esta hace que se repelan”, lo que lleva a afirmar que uno de los estudiantes se aproximó a la idea de espacio y lo que ocurre en él.

Presentadas al lector la experiencia y las respuestas más representativas del tercer momento de aprendizaje de la estrategia didáctica, se exhiben, a continuación, algunas de las conclusiones a las que se llega sobre este momento:

- Las situaciones presentadas antes de empezar a realizar la experiencia no fueron claras para la mayoría de los estudiantes, puesto que no encontraron relación alguna entre estas y la experiencia realizada.
- Pese a toda la intervención didáctica la mayoría de los estudiantes insisten en recurrir a explicaciones centradas en la idea de acción a distancia. No se logra movilizar a los estudiantes a pensar que ocurre algo en el espacio.

El cuarto y último momento de aprendizaje de la estrategia didáctica llamado *“Analizando la comunicación de los poderes”* que tenía como propósito aproximar al estudiante a lo que ocurre en el espacio cuando dos cuerpos han sido electrificados. Los estudiantes debían realizar una serie de pasos y en seguida contestar las preguntas propuestas.

Lo primero que debían hacer los estudiantes era describir el pedazo de caucho que se les había pasado. Descripciones como: *“Es muy colorida y elástica y se puede expandir en el espacio”*; *“Es una lámina de caucho la cual se estira lo que uno desee dependiendo el tamaño y es de color verde”* permiten establecer que realizan una descripción de forma detallada y precisa.

A continuación debían estirar la lámina de caucho y encontrar alguna relación con los efectos observados en los momentos anteriores, por ejemplo cuando la lámina era estirada se les preguntó a los estudiantes si representaba el efecto de atracción o repulsión. Al respecto se muestran las explicaciones dadas por algunos estudiantes: *“De atracción ya que el caucho vuelve a su mismo punto inicial”*; *“Atracción, vuelve a unirse y estar en su estado natural”*; *“Es efecto de atracción en el espacio”* permiten establecer que sus explicaciones no están dominadas por el sentido común, puesto que el sentido común llevaría a pensar que cuando la lámina es estirada los dos cuerpos se están repeliendo, algunas de las explicaciones de los estudiantes influenciadas por el sentido común se presentan a continuación: *“Repulsión ya que se estira y se trataría de repeler la bomba”*; *“Es el efecto de repulsión ya que cuando se suelta la bomba vuelve a su estado natural”*.

Los estudiantes que dieron las explicaciones relacionadas con el efecto de atracción identifican que en el espacio ocurre algo, mientras que los estudiantes que se guiaron por el sentido común siguen con la idea de acción a distancia.

El segundo paso indagaba sobre cómo sería el comportamiento de la lámina de caucho en el caso de las experiencias realizadas en el tercer momento cuando los dos pedazos de cinta se repelen. Los estudiantes que anteriormente habían relacionado el estiramiento de la lámina de caucho con el efecto de atracción, en este caso relacionaron el efecto de repulsión con la contracción de la lámina de caucho, esto se evidencia en las explicaciones dadas: *“La lámina se contrae ya que el espacio se recoge”*; *“El caucho, en el caso de las cintas suspendidas se atrae porque en el espacio sucede lo contrario”*; *“La lámina se contrae al repelerse”*.

Del momento final es posible concluir que la mayoría de los estudiantes no lograron aproximarse a la idea de espacio por el nivel de abstracción que demanda el estudio de este. De igual forma como el lector pudo evidenciar en los análisis realizados de los momentos anteriores los estudiantes solo logran dar explicaciones frente a lo que pueden observar con sus sentidos.

CONCLUSIONES

Frente a los análisis presentados al lector en los párrafos anteriores emergen las siguientes conclusiones, las cuales responden la pregunta problema que surgió del planteamiento del problema y el objetivo general propuesto.

5. Los criterios didácticos que emergen del ejercicio investigativo realizado sobre la electrificación de los cuerpos y su enseñanza son los siguientes:
 - 1.1 Si el maestro no tiene la comprensión conceptual apropiada del fenómeno resulta difícil diseñar una estrategia didáctica adecuada para el estudio de la electrificación de los cuerpos.
 - 1.2 La edad cognitiva de los sujetos permite establecer que existen muchos obstáculos cognitivos para que estos se aproximen al fenómeno estudiado, esto es que para los estudiantes es difícil explicar lo que no han visto o percibido con sus sentidos, puesto que se escapa de la experiencia sensible del estudiante y está en un lugar idealizado que se aleja del sentido común.
 - 1.3 Para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos es importante construir analogías que no alteren el fenómeno, pero que de alguna manera permitan aproximar al estudiante al concepto estudiado.
 - 1.4 Esta temática tiene tal grado de complejidad que es importante repensarse si este tipo de conceptos son apropiados para ser enseñados y aprendidos en la escuela. Podríamos considerar que el estudio de este fenómeno no es un tema escolar, porque el estudio de este demanda un razonamiento abstracto por parte de los sujetos debido al grado de complejidad del tema.
6. En relación al objetivo general es posible considerar que el estudio de la electrificación de los cuerpos, debe ser sometido a reflexión en el ámbito escolar puesto que como se evidencio en los análisis presentados la mayoría de los estudiantes no lograron aproximarse a este, debido al nivel de abstracción que demanda su estudio.
7. Frente a la estrategia didáctica presentada, esta no tuvo los alcances deseados, puesto que solamente un porcentaje muy pequeño de la población logro aproximarse al

fenómeno de la electrificación de los cuerpos. Lo anterior, quizás debido al nivel de abstracción que demanda el estudio de estos temas.

4. Para el estudio del fenómeno de la electrificación de los cuerpos es indispensable que el docente tenga en cuenta el nivel de atracción frente al estudio del fenómeno, la edad de los sujetos que intervienen en el estudio, la madurez cognitiva de estos y la forma en la que se aproximan a la construcción de conocimiento científico.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, Y., & Romero, Á. (2011). A propósito de los experimentos mentales: una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias . *Revista científica* , 169 - 174.
- Carmona, G., Goldstein, P., Piña, E., De la peña, L., & Moreno, M. (1995). *Michael Faraday: Un genio de la física experimental* . México: Fondo de cultura económica .
- Cid, F. (1980). *Historia de las ciencias* . Barcelona: Planeta.
- Garcia Arteaga, E. G. (2014). Análisis histórico - crítico del fenómeno eléctrico. Hacia una vision del campo. *Física y Cultura. Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias* , 73-92.
- Garcia, E. (1999). *Construcción del fenómeno eléctrico en una perspectiva de campos. Elmentos para una nueva ruta pedagógica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional .
- Garcia, F., & Doménech, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista electronica de motivacion y emoción* .
- Gilbert, W. (1600). *De magnete*. Mexico: Limusa.
- González, B. (2002). *Las analogías en el proceso de eneseñanza - aprendizaje de las ciencias de la naturaleza* . La laguna : Universidad de la Laguna .
- Gramajo, M. C. (1993). *El concepto de carga eléctrica desde una concepcion clásica de campos. Las propuestas de Michael Farady, Jmes Clerk Maxwell y Heinrich Hertz* . Bogotá : Universidad Pedagógica Nacional .
- Guisasola, J., Almundi, J., & Zuza, K. (2010). Dificultdes de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la induccion electromagnetica. *Revista Brasileira de Ensinio de Física*.
- Guisasola, J., Zubimendi, J. L., Almundi, J. M., & Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenomenos de carga electrica. *Enseñanza de las ciencias*, 177-192.
- Maxwell, J. (1891). *A treatise on electricity & magnetism*. Canada: General Publishing Company.
- Olarte Pinilla, R., & Zarate, F. (1991). *Surgimiento del concepto de campo en Faraday* . Bogotá : Universidad Pedagógica Nacional .
- Pozo, J. I. (1999). Mas alla del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional . *Enseñanza de las ciencias* , 513-520.

- Rueda Ramirez, C. G. (2011). *Caracterización del medio en el fenómeno electrostatico desde una perspectiva de campos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Temas para la educacion . (2012). *Revista digital para profesionales de la enseñanza*.
- Ubaque Brito, K. Y. (2009). Experimento: Una herramienta fundamental para la enseñanza de la física . *GONDOLA* , 35 - 40.
- Ulloa Cataño, A., & Paque Burgos, D. (2014). *Caracterización de los fenomenos electrostaticos desde una perspectiva de campos* . Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional .

ANEXO 1 Y 3
VIDEOS DEL SÚPER HÉROE (FLASH)
Y EL VILLANO (ELECTRO)

ANEXO 2

GUIA DE TRABAJO MOMENTO UNO

“DESCUBRIENDO LOS PODERES”

GUÍA DE TRABAJO "DESCUBRIENDO LOS PODERES"

Nombre _____

Con los materiales que te entregó la profesora y con ayuda de tu compañero de trabajo realiza los pasos que se presentan a continuación.

- A. Toma el globo que se encuentra dentro de la bolsa e inflalo de un tamaño mediano.
- B. Sobre la mesa esparce varios confetis.
- C. Intenta levantar los confetis con el globo
- D. Anota las observaciones en el cuadro que se encuentra en la siguiente hoja y haz el respectivo dibujo
- E. De la bolsa que se te entregó, saca el pañuelo y frota el globo durante aproximadamente 15 segundos
- F. Intenta de nuevo levantar los confetis con el globo
- G. Anota las observaciones en el cuadro que se encuentra en la siguiente hoja y haz el respectivo dibujo
- H. Contesta las preguntas propuestas que se encuentran a continuación

PREGUNTAS PROPUESTAS

- 1. ¿Por qué cuando el globo no se frotó no se atrajeron los confetis? Explica
- 2. ¿Por qué cuando se frotó el globo con el pañuelo, se pudo atraer los confetis? Explica
- 3. ¿Qué pasa con el pañuelo? ¿Quedo con algún poder? ¿Cómo podrían evidenciarlo?
- 4. ¿Qué te imaginas que pasa en el globo o en el pañuelo cuando se está frotando? Explícalo y dibújalo

	Sin poderes	Lo que le da el poder	Con poderes
FLASH			
	¿Qué ocurre?		¿Qué ocurre?
	¿Qué ocurre?		¿Qué ocurre?

ANEXO 4

GUIA DE TRABAJO MOMENTO DOS

**“ANALIZANDO LOS PODERES: ATRACCIÓN Y
REPULSIÓN”**

GUÍA DE TRABAJO ANALIZANDO LOS "PODERES": ATRACCIÓN Y REPULSIÓN

Nombre _____

Con los materiales que te entregó la profesora y con ayuda de tu compañero de trabajo realiza los pasos que se presentan a continuación.

1. Responde las preguntas que se encuentran a continuación y respóndelas en la hoja que se te entregó
 - A. ¿Cómo adquirieron el poder cada uno de los personajes?
 - B. ¿Qué diferencia hay entre los dos?
2. Electrifique el globo de la anterior experiencia por frotación.
3. Ahora pida a su compañero que sostenga de un extremo la cinta teflón.
4. Acerque por un lado de la cinta teflón el globo que previamente ha electrificado. ¿Qué ocurre? Anote sus observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.
5. A continuación por el otro lado de la cinta teflón acerque el pañuelo con el que ha electrificado previamente el globo ¿Qué observa? Anote sus observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.
6. Por un lado de la cinta acerque el globo y por el otro el pañuelo ¿Qué ocurre? Anote sus observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.
7. Conteste las preguntas propuestas que se encuentran a continuación.

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. ¿Qué podrías decir de la electrificación del globo? ¿Qué ocurre con el pañuelo?
2. ¿Por qué la cinta se aleja del globo cuando este se aproxima a ella?
3. ¿Por qué la cinta se aproxima al pañuelo?
4. ¿Qué pasa con la cinta cuando los dos cuerpos (globo y pañuelo) se acercan a ella? ¿Por qué que pasa esto?
5. Fíjese que ambos cuerpos adquieren ese poder ¿Qué diferencia hay entre esos dos poderes?
6. ¿Existe alguna relación entre flash, el villano y la experiencia realizada? Explica porque si o porque no

SITUACIÓN	DIBUJO	¿QUÉ OCURRE?
Electrificación del globo		
Acercamiento del globo electrificado a la cinta teflón (Punto 3)		
Acercamiento del pañuelo a la cinta teflón (Punto 4)		
Acercamiento de ambos cuerpos (globo y pañuelo) a la cinta teflón (Punto 5)		

ANEXO 5
MOMENTO TRES
SITUACIONES DEL CERCANAS AL CONTEXTO DEL
ESTUDIANTE

Nombre _____

Situación uno

Arturo le ha pedido a su papá Salomón un regalo especial para su cumpleaños. Salomón le ha dicho en repetidas ocasiones que por su bajo rendimiento escolar no merece un regalo, pero que si cumple con lo que le pide puede darle el regalo especial que quiere para su cumpleaños.

Salomón le ha pedido a Arturo su hijo que traiga el balde con la única condición que Arturo no debe moverse del sitio donde inicialmente se encuentra.



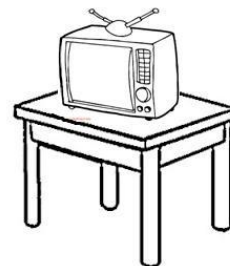
Arturo necesita de la ayuda de tu ayuda, porque lleva semanas tratando de resolver el problema y no lo ha logrado. Lo puedes ayudar resolviendo las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es lo que pasa?
2. ¿Qué hay entre Arturo y el balde?
3. ¿Salomón le ha dado algún elemento para traer el balde?
4. ¿Arturo podría emplear algún elemento para traer el balde?
5. ¿Cómo solucionarlo?

Situación dos

María después de un largo periodo en el hospital ha llegado de nuevo a su casa, en compañía de sus papás. Ella quiere ver un poco de televisión puesto que en el hospital no se lo permitían, así que sus papás le acomodan uno en la sala. Al poco tiempo sus papás deciden salir a buscar unos medicamentos que le recetó el doctor diciéndole a María que no debe levantarse del sillón por ningún motivo.

Después de unas horas, María se ha aburrido del programa que está viendo así que decide cambiarlo pero el control del televisor no está cerca de ella.



María quiere que por favor le ayudes a pensar en cómo cambiar el canal de televisión sin necesidad de moverse. La puedes ayudar resolviendo las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es lo que pasa?
2. ¿Qué hay entre María y el televisor?
3. ¿María podría emplear algún elemento para cambiar el canal?
4. ¿Cómo solucionarlo?

ANEXO 6

GUIA DE TRABAJO MOMENTO TRES

“COMUNICACIÓN DEL PODER”

GUÍA DE TRABAJO "COMUNICACIÓN DEL PODER"

Nombre _____

Con los materiales que te entregó la profesora y con ayuda de tu compañero de trabajo realiza los pasos que se presentan a continuación.

1. Coge la cinta teflón por la mitad y suspéndela. Quedaran dos tiras.



2. Pasa los dedos por las dos tiras de la cinta al mismo tiempo, desde el extremo superior hasta el extremo inferior aproximadamente dos o tres veces. ¿Qué ocurre? Anota las observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.
3. Con las dos tiras de la cinta suspendidas, coloca una de tus manos dentro del espacio que queda entre las dos cintas. ¿Qué observas? Anota las observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.
4. Sin tocar la cinta, coloca una de tus manos en una de las tiras que cuelgan. ¿Qué ocurre? Anota las observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.
5. Pide a tu compañero que sostenga la cinta teflón, ahora sin tocar la cinta coloca las manos en cada una de las tiras que cuelgan. ¿Qué ocurre? Anota las observaciones en el cuadro que aparece en la siguiente hoja.

PREGUNTAS PROPUESTAS

7. ¿Qué se necesitó para solucionar la situación?
8. ¿La situación presentada representa el efecto de atracción o de repulsión?
9. ¿Encuentras alguna relación entre la situación presentada y la experiencia realizada?
10. ¿Qué puede haber entre las dos cintas para que se produzca el efecto de repulsión?
11. ¿Qué puede haber entre la cinta y la mano para que se produzca el efecto de atracción?
12. ¿Cómo podrías explicar el efecto de repulsión de las dos cintas?

SITUACIÓN	DIBUJO	¿QUÉ OCURRE?
Pasar los dedos por la cinta (Punto 2)		
Colocar una mano en el centro de las dos cintas (Punto 3)		
Sin tocar la cinta colocar una mano en una de las tiras que cuelgan (Punto 4)		
Sin tocar la cinta colocar las manos en cada una de las cintas que cuelgan (Punto 5)		

ANEXO 7

GUIA DE TRABAJO MOMENTO CUATRO

“ANALIZANDO LA COMUNICACIÓN DE LOS PODERES”

GUÍA DE TRABAJO

"ANALIZANDO LA COMUNICACIÓN DE LOS PODERES"

Nombre _____

Ahora vamos a imaginar cómo se comporta el espacio para que un cuerpo pueda hacer acción sobre el otro.

1. Coge la lámina de caucho y descríbala.
2. Con ayuda de tu compañero estire la lámina lo más que pueda y ahora suéltela. ¿La anterior situación se presentaría para el caso del efecto de atracción o repulsión?
3. ¿Cómo sería para el caso de la atracción, la lámina se contraería o se estiraría?
4. En el caso de las cintas suspendidas que se repelen, ¿Cómo se comportaría la lámina de caucho?
5. En el caso que la cinta de teflón es atraída por la mano o viceversa ¿Cómo se comportaría la lámina de caucho?