

**EL USO DEL PROGRAMA-GUÍA DE ACTIVIDADES PARA PROPICIAR EL  
APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL CONCEPTO DE FUERZA ELÉCTRICA  
EN EL GRADO UNDÉCIMO DEL COLEGIO TÉCNICO  
MICROEMPRESARIAL EL CARMEN EN FLORIDABLANCA, SANTANDER**

**Shaday Angélica Ramírez Carrillo**

Trabajo de grado para optar al título de:

**Magister en Tecnología Educativa y  
Medios Innovadores para la Educación**

**Mag. Aurora Graciela Canet Álvarez**  
Asesor tutor

**Dra. María José Torres**  
Asesor titular

**TECNOLÓGICO DE MONTERREY**  
Escuela de Graduados en Educación  
Monterrey, Nuevo León. México

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**  
Facultad de Educación  
Bucaramanga, Santander. Colombia

**2012**

## **Dedicatorias**

- Este trabajo es dedicado a dos personas muy importantes en mi vida.
- A mi papito Felipe Ramírez, que en este momento no está con nosotros, sino teniendo una mejor vida al lado de Diosito.
- A mi mamá Gloria Carrillo, que siempre me ha inculcado la importancia de seguir estudiando y mejorando cada vez más, para ser alguien útil a esta sociedad.

## **Agradecimientos**

- Quiero en primera medida, darle las gracias a Dios, que me ha permitido tener la oportunidad de alcanzar un logro más para vida profesional y personal.
- Darle las gracias a mi titular María José Torres y mi asesora Aurora Graciela Canet Álvarez por sus valiosos aportes a mi trabajo.
- Mi agradecimiento también es para el rector del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen y a mis estudiantes que me permitieron realizar el proyecto de investigación.
- Por último quiero agradecer a mi familia, porque siempre encontré un apoyo incondicional durante el transcurso de esta maestría.

**El uso del programa-guía de actividades para propiciar el aprendizaje significativo del concepto de fuerza eléctrica en el grado undécimo del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen en Floridablanca, Santander**

**Resumen**

Con el propósito de perseverar en la posibilidad de construir un aula diferente que responda a las exigencias de innovación, creatividad y cambio, se presenta este trabajo de investigación, es una experiencia que apunta más al proyecto perfeccionable en la práctica pedagógica que a su mismo resultado. El ímpetu renovador que permea a la mayoría de instituciones educativas del país se convierte en el marco de referencia de este proyecto, que a su vez se ubica en la línea de investigación de educación en ciencias. Se concreta la acción en el aula con el desarrollo del programa-guía de actividades como estrategia didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de fuerza eléctrica por los alumnos de undécimo grado; fundamentado en el análisis de las ideas previas de los alumnos sobre carga eléctrica y fuerza eléctrica. Por lo tanto teóricamente fortalecerá la construcción de conceptos mediante la participación de los alumnos con la orientación del profesor. Resulta válido señalar que el debate no se agota con este trabajo, por el contrario el análisis, la aplicación y simulación en el aula de clase, la reflexión y la confrontación al interior y exterior de la comunidad educativa están planteados.

# Índice

<b><u>Introducción</u></b> .....	1
<b><u>Planteamiento del problema</u></b> .....	4
<u>Antecedentes</u> .....	4
<u>Definición o Planteamiento</u> .....	8
<u>Objetivos</u> .....	9
<u>Objetivo General</u> .....	9
<u>Objetivos Específicos</u> .....	9
<u>Justificación</u> .....	10
<u>Limitaciones</u> .....	12
<b><u>Marco Teórico</u></b> .....	13
<u>Marco Epistemológico</u> .....	13
<u>Carga Eléctrica y Fuerza Eléctrica</u> .....	19
<u>El Aprendizaje de los Conceptos Científicos</u> .....	27
<u>La Enseñanza de las Ciencias</u> .....	30
<b><u>Metodología</u></b> .....	40
<u>Método y Enfoque</u> .....	40
<u>Muestra</u> .....	50
<u>Fases de la Investigación</u> .....	54
<b><u>Análisis de Resultados</u></b> .....	58
<u>Primera Fase – Planeación</u> .....	58
<u>Segunda Fase – Acción</u> .....	74
<u>Tercera Fase – Observación y Reflexión sobre la Implementación del</u> <u>Programa Guía de Actividades</u> .....	75
<u>Cuarta Fase - Planificación y Acción</u> .....	83
<u>Quinta Fase – Observación y Reflexión</u> .....	89
<b><u>Conclusiones</u></b> .....	92
<b><u>Referencias</u></b> .....	102
<b><u>Anexos</u></b> .....	107
<u>Anexo 1</u> .....	107
<u>Anexo 2</u> .....	109
<u>Anexo 3</u> .....	111
<u>Anexo 4</u> .....	112
<u>Anexo 5</u> .....	114
<u>Anexo 6</u> .....	117
<u>Anexo 7</u> .....	118

<a href="#"><u>Anexo 8</u></a> .....	119
<a href="#"><u>Curriculum Vitae</u></a> .....	121

## Índice de figuras

Figura 1: Experimento de Gilbert sobre electrización por frotamiento .....	21
Figura 2: El versorium de Gilbert .....	21
Figura 3: Electrización por frotamiento, cuerpo electrizado positivamente .....	23
Figura 4: Fases de Investigación en el aula .....	54
Figura 5: Porcentajes de las categorías, pregunta 1, prueba 1 .....	59
Figura 6: Porcentajes de las categorías, pregunta 2, prueba 1 .....	60
Figura 7: Porcentajes de las categorías, pregunta 3, prueba 1 .....	62
Figura 8: Porcentajes de las categorías, pregunta 1, prueba 2 .....	64
Figura 9: Porcentajes de las categorías, pregunta 2, prueba 2 .....	66
Figura 10: Porcentajes de las categorías, pregunta 3, prueba 2 .....	68
Figura 11: Porcentajes de las categorías, pregunta 1, prueba 3 .....	70
Figura 12: Porcentajes de las categorías, pregunta 2, prueba 3 .....	71
Figura 13: Porcentajes de las categorías, pregunta 3, prueba 3 .....	73
Figura 14: Comparación de respuestas de cuestionario antes (2), con cuestionario (1), después de la guía de trabajo .....	86

## **Introducción**

Este trabajo de investigación, más que un proyecto ya terminado es una tarea que puede desarrollarse desde la cotidianidad del aula. Más que una obra ya escrita es una experiencia con muchas páginas para escribirse con la acción irremplazable de los profesores. Más que un objetivo ya cumplido es un proceso siempre perfectible, en movimiento y en crecimiento con la inventiva y creatividad de los profesores y estudiantes.

La propuesta que aquí se presenta, soporta su solidez y consistencia en los enfoques cualitativos directamente relacionados con la investigación-acción en el aula, como base del diseño.

El desarrollo y evaluación de las actividades escolares asumen que el proceso de enseñanza de los conceptos de física en los niveles de décimo y undécimo o en los que se programe dicha asignatura requiere y exige tener en cuenta las ideas previas o lo que el alumno sabe acerca de los temas a tratar y rechaza el aprendizaje memorístico de la física, la imposición de las teorías, conceptos y definiciones por parte del profesor sin tener en cuenta la experiencia del alumno, haciendo que la actividad en el aula sea una transmisión de contenidos.

En el primer capítulo, se analiza el problema, se describen los objetivos que orientan el desarrollo de la investigación y se justifica su importancia desde los aportes teóricos y metodológicos.

En el segundo capítulo se identifica el marco teórico del trabajo, teniendo en cuenta el aporte de muchos investigadores que han publicado sus trabajos acerca de los preconceptos o ideas previas; se analizan los fundamentos científicos, y se explica la evolución del concepto de fuerza eléctrica desde las conclusiones de los griegos hasta la definición del Premio Nobel de Física, 1970 AbduSalam, la construcción del conocimiento y del aprendizaje significativo de los conceptos en ciencias.

En el tercer capítulo, se explica el proceso metodológico que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la investigación en el aula, en la cual se adaptó la espiral autoreflexiva propuesta por K. Lewin a cinco ciclos sucesivos que identifican el desarrollo de toda la actividad.

El capítulo cuarto inicia, realizando el análisis de las ideas previas de los alumnos sobre fuerza y movimiento, electrostática y carga eléctrica; luego la intervención en el aula mediante el desarrollo del programa-guía de actividades y la contrastación y análisis del aprendizaje antes y después de la actividad en el aula de clase explicada por los alumnos con el fin de analizar la evolución de las ideas de los alumnos por el aprendizaje realizado.

El capítulo quinto de este proyecto presenta los hallazgos encontrados en la investigación realizada; las conclusiones obtenidas luego de la intervención en el aula mediante el desarrollo del programa-guía de actividades y la contrastación y análisis del aprendizaje antes y después de la actividad en el aula. Se muestran algunas dificultades

que se presentaron durante la investigación. También se dan a conocer algunas preguntas de investigación que se pueden realizar con respecto al tema de estudio.

# 1. Planteamiento del problema

## *1.1 Antecedentes*

Existen muchos trabajos de investigación sobre la enseñanza de las Ciencias, unos proponen metodologías para mejorar problemas presentados en el aula y laboratorio, en la enseñanza de la Física, otros recomiendan acciones didácticas para mejorar o cambiar el ambiente del aula de clase o aspectos inherentes a la acción misma del docente. Desde luego, es claro, a mi juicio que los problemas de la enseñanza de las Ciencias y en especial la Física no depende solamente de la Escuela y del Docente.

El lanzamiento del Primer Sputnik en 1957, produjo conmoción en los países de occidente, pues era evidente el desfase científico y tecnológico; ante ésta, una de las acciones dadas fue impulsar y mejorar la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo en Estados Unidos y Colombia la década del 60 y del 70 se experimentó el PSSC. Sin embargo en 1978 las investigaciones realizadas por Ausubel, han demostrado que todos los esfuerzos de renovación no lograron los resultados que se esperaban.

Todas las propuestas tenían una idea fundamental que consistía en dar mayor énfasis a los procesos de la Ciencia que a los contenidos. Se argumentaba que una de las causas del fracaso escolar de los alumnos, era la excesiva transmisión científica que daban los profesores y en la mayoría de los casos no era del interés de los estudiantes.

Por eso se decidió hacer partícipe al estudiante del desarrollo de la programación de las ciencias, del trabajo de laboratorio, de manera que siguiera a través de su propia experiencia el proceso de descubrir las teorías, las leyes, en fin, el conocimiento.

La investigación educativa realizada durante los últimos 20 años y en particular la investigación en didáctica de las Ciencias, ha permitido una mejor comprensión de los problemas que se presentan en la enseñanza en el aprendizaje de las ciencias.

En el año de 1983 Osborne y en 1984 McDermot, explican la escasa efectividad de la enseñanza de las ciencias en cuanto a comprensión de los conceptos fundamentales.

Ellos investigaron no sólo los errores conceptuales sino también sus causas, constatando que los alumnos poseen ideas intuitivas, espontáneas (Preconceptos) difícilmente desplazadas por los conocimientos científicos enseñados en la escuela.

En 1986 R. Driver, muestra con sus investigaciones, que dichas ideas están dotadas de cierta coherencia interna, son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades, presentan cierta semejanza de concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento humano, son persistentes, o sea, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual. Según esto la adquisición de los conocimientos científicos exigiría la superación de ideas persistentes en la mente de los alumnos. El tratamiento a estos preconceptos ha generado propuestas que coinciden en sus aspectos fundamentales.

Osborne y Wittrock ,1985 proponen el modelo de aprendizaje generativo que se encuentra con el modelo de aprendizaje de las ciencias como cambio conceptual propuesto hacia 1982 por Postner y otros. Todos estos trabajos pueden enmarcarse en una perspectiva constructivista del aprendizaje, relacionando así los estudios de epistemología de trabajo científico hechos por Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin, etc., con los de epistemología genética de Piaget. Hudson en 1985, presenta una crítica a los resultados obtenidos con los currículos innovadores que pretendían encontrar en los trabajos de laboratorio la solución a los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias;

intentó mostrar los inconvenientes del aprendizaje por descubrimiento y su inadecuación para proporcionar una correcta imagen del trabajo científico. En este contexto, las prácticas de laboratorio, tal como son orientadas por los profesores y/o planeadas por los textos, no familiarizan a los alumnos con la metodología científica y no contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos. 1983, Ausubel.

La psicología cognitiva actualmente está dando gran importancia al aprendizaje de conceptos científicos. Numerosas investigaciones se han realizado sobre los conceptos erróneos o espontáneos de los alumnos generando información suficiente para constituir diversas teorías sobre el aprendizaje de conceptos científicos.

Estas conciben el aprendizaje como un cambio conceptual mediante el cual se da el paso de conceptos espontáneos a conceptos científicos. Es así que la idea central del aprendizaje como cambio conceptual radica en que el aprendizaje de conceptos científicos debe partir de la identificación de los conceptos espontáneos que ya posee el alumno. Para Vygostki por ejemplo, los conceptos científicos no pueden construirse sin los conceptos cotidianos. Estos conceptos han sido llamados por Osborne y Everyberg: La "Ciencia intuitiva con la que el alumno acude al aula".

Los investigadores han coincidido en demostrar que en los alumnos existen fuertes ideas previas, generalmente erróneas y a veces contradictorias con respecto a los fenómenos científicos que se pretenden enseñar. Estas ideas son muy persistentes al cambio permaneciendo inalteradas incluso después de largos períodos de instrucción.

Carlos Furió y Daniel Gil 1987, proponen la utilización del Programa-guía de actividades, aquí la participación del estudiante es directa y en la medida de lo posible lo coloca en situación de producir conocimientos, de explorar alternativas, superando la sola asimilación de conocimientos ya elaborados. Además favorece el trabajo colectivo y su

intercambio entre grupos. Su desarrollo implica la realización ordenada de las actividades propuestas, seguida, en general, cada una de ellas por una puesta en común, con reformulación del profesor que puede ayudar a clarificar y complementar el trabajo de los pequeños grupos.

También la evaluación es fundamental por ser continua, pero no sólo la evaluación del aprendizaje conseguido por los alumnos sino además de su interés por lo que está haciendo. Es importante la participación de los alumnos y el profesor.

Son muy numerosas las propuestas didácticas, aparecidas en estos últimos años, que contemplan la idea de investigación en el aula. Algunas plantean la investigación como un principio didáctico enmarcado en un modelo más general; como lo proponen en sus trabajos Cañal, P y Porlán, R.; García J. E. y García F.F.; otros plantean la investigación dentro de tradiciones psicopedagógicas centradas en el papel del alumno, como lo señalan Driver, R. y Oldham V.; otras aportaciones se refieren a aspectos más concretos relacionados con la investigación como metodología: Garret, R.M.; Gil, D y Martínez, J. Giordan A. y Devecchi, G.; Merchan F.J. y García F.F.. Rafael Porlán, señala un modelo didáctico basado en la investigación pero esta no solo se refiere al aprendizaje investigativo del alumno sino que conlleva una concepción del profesor como investigador en el aula.

En fin, es necesario aclarar que la construcción de conocimientos científicos plantea serias dificultades, donde no caben acciones simplistas ni mucho menos recetas para el trabajo en el aula, por lo que surge la necesidad de un trabajo colectivo, que integre coherentemente los resultados de la investigación didáctica a los procesos de enseñanza y aprendizaje en nuestras aulas de escuelas, colegios y universidades, de tal manera que poco a poco se logre romper con el paradigma de transmisión-asimilación y

se favorezca una nueva concepción educativa que propicie el desarrollo intelectual de nuestros pueblos.

### *1.2 Definición o Planteamiento*

En las instituciones escolares ya sea a nivel primario, secundario e inclusive universitario de nuestro país impera actualmente el paradigma de transmisión-asimilación, donde la reproducción memorística de conocimientos en Ciencias Naturales y concretamente en la enseñanza de la Física, hace que se mantenga una concepción de corte conductista en nuestras aulas.

A los docentes de Ciencias Naturales y en general, les preocupa la facilidad y el poco tiempo que logran mantenerse los conocimientos como producto de un aprendizaje donde prevalece la transmisión de gran cantidad de información científica que en realidad no es del interés y necesidad de los alumnos.

El aprendizaje memorístico de la Física es común en los estudiantes de los grados décimos y Undécimo por cuanto sólo interesa el manejo mecánico de fórmulas, es decir el reemplazo aritmético o numérico de ciertas cantidades para hallar un valor planteado como desconocido en cada una de ellas. Esto se ha comprobado en los estudiantes de Undécimo grado a quienes se les interroga sobre conceptos fundamentales y tratan de dar respuesta escribiendo una fórmula matemática donde se identifica como factor el concepto en cuestión, o simplemente responden escribiendo frases que no tienen relación con la pregunta mencionada. Esto demuestra que en Física los conceptos científicos se basan en definiciones operativas sin resaltar el aspecto físico de cada uno de ellos y el carácter de hipótesis que inicialmente debe tener toda definición.

Los profesores imponen sus teorías, sus conceptos, sus definiciones sin tener en cuenta la experiencia que tiene el alumno sobre determinados temas; haciendo que la clase sea una transmisión de contenidos que conducen a un aprendizaje memorístico y no participación del alumno. Un aprendizaje por un momento, para una evaluación, por una calificación cuantitativa, es por esto que se genera la siguiente pregunta:

¿De qué manera el uso del “programa-guía de actividades” propicia el aprendizaje significativo del concepto de fuerza eléctrica de los estudiantes de undécimo grado del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen ubicado en Floridablanca – Santander?

### *1.3 Objetivos*

#### *1.3.1. Objetivo General*

Proponer la estrategia, del uso del programa guía de actividades, para propiciar el aprendizaje significativo del concepto de fuerza eléctrica en los estudiantes de undécimo grado del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen.

#### *1.3.2 Objetivos Específicos*

1.3.2.1. Conocer y analizar las ideas que tienen los alumnos sobre fuerza y atracción entre cuerpos siguiendo una metodología cualitativa y utilizando como instrumentos cuestionarios con situaciones problema, gráficos, diálogos en clase, participación en los laboratorios de Física y el uso de la red de internet para buscar información.

1.3.2.2. Contrastar las ideas de los estudiantes para determinar las tendencias o modelos existentes en el aula.

1.3.2.3. Diseñar e implementar en el aula estrategias que tengan en cuenta las ideas disponibles en los estudiantes y propicien la elaboración de significados.

1.3.2.4. Evaluar el desarrollo y evolución de las ideas de los estudiantes siguiendo una metodología cualitativa y utilizando los instrumentos anteriormente mencionados.

#### *1.4 Justificación*

En un entorno cada vez más complejo, competitivo y cambiante, formar en ciencias significa contribuir a la formación de ciudadanos y ciudadanas capaces de razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar al máximo su potencial creativo.

Este desafío plantea la responsabilidad de promover una educación crítica, ética, tolerante con la diversidad y comprometida con el medio ambiente; una educación que se constituya en puente para crear comunidades con lazos de solidaridad, sentido de pertenencia y responsabilidad frente a lo público y lo nacional.

La propuesta que aquí se presenta, busca crear condiciones para que nuestros estudiantes sepan qué son las ciencias naturales y también para que puedan comprenderlas, comunicar y compartir sus experiencias y sus hallazgos, actuar con ellas en la vida real y hacer aportes a la construcción y al mejoramiento de su entorno, tal como lo hacen los científicos.

La importancia de la realización de este proyecto, está dada en primer lugar por su ubicación dentro de una línea de investigación relevante a nivel mundial y sustentada por

una serie de investigaciones y publicaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias y en especial de la física.

En la idea de superar la tradición mecanicista en el aprendizaje de la física, éste proyecto pretende mostrar la relevancia de una estrategia didáctica, el programa-guía de actividades para apoyar la construcción de un concepto físico: la fuerza eléctrica.

Desde el punto de vista teórico, el proyecto podrá ampliar el conocimiento elaborado en otras investigaciones, acerca de las concepciones de los alumnos sobre el concepto en estudio.

De otra parte, la metodología empleada para indagar las concepciones de los estudiantes, los instrumentos elaborados y el programa-guía propuesto, serán aportes para enriquecer los procesos de investigación en este campo y apoyar los trabajos en el aula en esta perspectiva de la construcción del conocimiento en física.

Además, la solución al problema del aprendizaje memorístico de los conceptos físicos, será una alternativa importante para la educación secundaria que debe favorecer el aprendizaje significativo en el campo de las ciencias.

Al desarrollar este proyecto como una investigación en el aula de clase, basada ante todo en las acciones que allí se llevan a cabo, se propiciará lo que debe el maestro hacer siempre que termine alguna actividad en el aula: Hacer una auto-reflexión sobre los logros obtenidos a nivel de enseñanza, de aprendizaje tanto a nivel del maestro como del alumno, con el fin de relevar procesos de enseñanza tradicionales que no han dado resultado en la enseñanza de la Física.

Con esto se favorece el desarrollo de actividades que despiertan la creatividad en el alumno y por consiguiente su interés por la Ciencia, por el trabajo científico, y en

definitiva que se logre un aprendizaje que perdure en el tiempo con el fin de que sea lo básico para comprender otros contextos dentro del saber Científico de su interés.

Con el tiempo se ha desarrollado la tendencia al desprendimiento en parte de la psicología cognitiva para pasar a la psicología constructivista en el campo educativo. Esto lleva al educando no solo a aprender contenidos sino también estrategias a través de los diferentes materiales de instrucción enfocados al desarrollo de competencias. Este desarrollo ha de ser la base de todas las áreas del conocimiento.

De esta manera, cada día se propende por la enseñanza de las Ciencias desde un currículo que tome en cuenta una metodología para resolver problemas del mundo real más allá de los contenidos.

### *1.5 Limitaciones*

Entre las limitantes que puedan presentarse en el desarrollo de la investigación se tienen:

1. El acceso a un computador con Internet por parte de todos los estudiantes, para que puedan buscar información actualizada.
2. Falta de acompañamiento de los padres hacia sus hijos, para el desarrollo y acceso a los materiales que puedan utilizarse.
3. Disponibilidad de tiempo extra clase, por parte de los estudiantes sobre los que se realiza la investigación, para que investiguen y preparen las actividades.

## **2. Marco Teórico**

### *2.1 Marco Epistemológico*

Las aportaciones de la filosofía y de la Epistemología de las ciencias, con los trabajos de Bachelard ,1938, Kuhn, 1962, Lakatos, 1978, Feyerabend, 1981, Toulmin, 1977, si bien son divergentes en muchos aspectos, han permitido establecer un cierto acuerdo sobre una serie de puntos básicos acerca de la educación científica.

Se rechaza el inductivismo y se reafirma la importancia de los aspectos claves del trabajo de los profesores de Ciencias que deben ser: El planteamiento preciso del problema, la formulación de hipótesis, el diseño y realización de experimentos, la verificación de resultados a la luz de los esquemas conceptuales de partida, etc.

Esto implica que la observación no proporciona acceso automático a un conocimiento factual seguro y que se ha de interpretar a la luz de las creencias teóricas actuales: de esta manera un hecho experimental cobra significado a la luz de la teoría.

Se cuestiona a la Ciencia como método para alcanzar la verdad y como único procedimiento útil. Así, no hay ningún método de la ciencia aplicable para siempre. Se da mayor importancia a la idea de la ciencia como empresa humana, fruto del genio creativo de los que la producen y la valoración de sus implicaciones sociales y culturales.

Una visión evolutiva de la Ciencia que le concede una gran importancia al contexto concreto en que se desarrollan las teorías le asigna un papel importante a los criterios de evaluación de la comunidad científica frente a las reglas formales lógicas.

Esta visión se dirige más al proceso de cambio conceptual que a la relación entre la teoría y los hechos en que se fundamenta.

La Ciencia aporta su estructura, sus métodos, sus fundamentos y su historia como objeto del análisis epistemológico. Pero lejos de construir una reflexión pura, la epistemología influye tanto en la enseñanza como en el aprendizaje científico, lo que conlleva una retroalimentación, por vía indirecta, sobre la propia ciencia.

Algunos epistemólogos, que realizan su obra mucho antes de que se pudiera hablar de una comunidad científica en didáctica de las ciencias, apostaron por este tipo de relaciones: relaciones entre epistemología y aprendizaje científico. Tal es el caso, de Bachelard, 1987, su análisis crítico del desarrollo del espíritu científico le permitió profundizar en las orientaciones en relación con la enseñanza/aprendizaje de las ciencias, las cuales en una etapa como la presente de auge constructivista gozan de plena actualidad.

Todo ello viene a corroborar la fecundidad potencial de la reflexión epistemológica y a un tiempo, las raíces filosóficas de esa nueva corriente de investigación en la educación científica. Por otra parte la obra de Piaget ha reforzado las conexiones entre epistemología y aprendizaje científico. Aun cuando Piaget no prestó demasiada atención a lo que él mismo denominó aprendizaje en sentido estricto, el desarrollo de su programa de investigación sobre epistemología genética pone de manifiesto su interés por el aprendizaje en sentido amplio, es decir como progreso de las estructuras cognitivas mediante mecanismos de equilibración, 1995, Puche. Sin prescindir del método histórico-crítico en el análisis de la evolución de la Ciencia y del ideal científico, Piaget introduce el método psicogenético que procura una explicación causal de los mecanismos intelectuales analizando su formación. Con esta original aportación

piagetiana un esquema simple de relaciones entre epistemología y aprendizaje científico se hace circular: La epistemología es al aprendizaje lo que el aprendizaje es a la epistemología. Otros elementos del pensamiento de Piaget, como su visión constructivista del aprendizaje y su valoración del análisis crítico de la historia de la ciencia en calidad de guía adecuada para orientar su didáctica, no han hecho más que contribuir a esa conexión recíproca, 1981, Piaget.

Posteriormente el desplazamiento experimentado en la psicología del pensamiento de la forma al contenido, de la sintaxis a la semántica o de los procesos de razonamiento a la representación, ha ejercido, sin duda una influencia decisiva en la investigación sobre la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias. En uno y otro caso se ha recurrido explícitamente a la llamada nueva filosofía de la Ciencia en busca de inspiración, 1998, López.

La conexión entre la reflexión sobre la construcción de la ciencia y la reflexión sobre su aprendizaje justifica, pues, por su propia naturaleza, la relación existente entre filosofía de la Ciencia y educación científica.

Es importante traer para nuestro análisis la conexión en el sentido físico-epistemología y la conexión en el sentido Epistemología-física que Einstein destaca en los siguientes términos: “La relación recíproca entre epistemología y la ciencia goza de una naturaleza destacable. Dependen ambas la una de la otra. La Epistemología en ausencia de contacto con la Ciencia se convierte en vacía. La ciencia sin Epistemología es aun cuando ello sea solamente pensable primitiva e intrincada” 1998, López.

Teniendo en cuenta el análisis del hecho científico, se identifica el fundamento del conocimiento en Ciencias. Parece evidente que la experiencia cotidiana y la Científica

son cosas fundamentalmente distintas. Esta diferencia la debe admitir también quien basándose en teorías quiere demostrar que es únicamente de grado.

La experiencia científica conduce por ejemplo frente a la naturaleza exterior, hacia un complejo mecanismo, que ni éste mismo, ni sus partes y supuestos hechos puedan tener lugar en la experiencia cotidiana, 1977, Russell. Allí no hay átomos, ni cuantos, ni moléculas, ni masas, tampoco hay interés alguno de sustituir por oscilaciones, ondas o fotones, los colores y los sonidos. Allí no hay partículas elementales, positrón, neutrino, polinización, ni lluvia de rayos cósmicos en X, Y, Z. Nuestro mundo cotidiano es pintoresco y sonoro, lo que nos rodea es por lo menos medianamente concreto, se halla articulado en una unidad de cosas y acaeceres con cuya destrucción inicia su trabajo la ciencia.

En un extremo la concepción es que las mentes son muchas y la naturaleza de los hechos es una. Cada uno de nosotros ocupa su propia posición en el mundo y tiene por lo tanto su propia perspectiva del mismo. El punto de partida es la consideración de la posición que se ocupa en el espacio y en el tiempo, dos de nosotros no podemos hallarnos exactamente en el mismo lugar al mismo tiempo. Las relaciones entre nuestras posiciones respectivas son comprensibles debido a que cada persona se puede situar en un mundo común. Los hechos son en efecto el punto de referencia común o mejor el fundamento a partir del cual un conocimiento determinado es posible. Sin esta seguridad, la afirmación de nuestro conocimiento del mundo no sería común.

A juicio de Kuhn, el lenguaje puro de observación en el que los hechos quedan registrados con fidelidad, requiere de una teoría de la percepción y de la mente, que hoy es inconclusa. Considera que los avances en psicología han restado terreno a las pretensiones del empirismo, así como al positivismo lógico.

Toda tentativa encaminada a lograr un lenguaje auténtico de la observación de los hechos, desde el comienzo presupone un paradigma, tomado ya sea de una teoría científica corriente o de alguna fracción de la conversación cotidiana y a continuación, se trata de eliminar de él todos los términos no lógicos y no perceptuales.

Como resultado de la experiencia encarnada en paradigmas de los científicos, la cultura y, finalmente, la profesión, el mundo de los científicos ha llegado a estar poblado de hechos como planetas y péndulos, condensadores y minerales compuestos. En comparación con objetos de percepción inmediata, tanto las indicaciones del metro como las impresiones de un hecho en la retina son según Kuhn, constructos elaborados a los cuales la experiencia sólo tiene acceso directo cuando el científico, para los fines específicos de la investigación clasifica las que puedan estar disponibles.

Para la teoría del conocimiento en la perspectiva de Kuhn, la alternativa no es una visión "fija" hipotética, sino la visión que a través de un paradigma, convierta en otra cosa a la piedra que se balancea, por ejemplo, en un péndulo.

Otro aspecto de la crítica de Kuhn a la teoría del conocimiento empirista hace ver que ni los científicos ni los profanos aprenden a ver el mundo gradualmente o concepto por concepto, sino en una dimensión holística.

Por ejemplo, los seguidores de Copérnico que le negaban al sol su título tradicional de planeta, no solamente estaban aprendiendo el significado del término planeta o lo que era el sol, sino que en lugar de ello, estaban cambiando el significado de planeta para poder continuar haciendo distinciones útiles en un mundo en el que todos los cuerpos celestes, no sólo el sol estaban siendo vistos de manera diferente a como se veían antes.

Así pues los paradigmas consiguen determinar tanto la selección de hechos relevantes para el campo de la investigación, así como grandes campos de la experiencia de la que toma parte una cultura.

Finalmente, Kuhn enfatiza que sólo después de que la experiencia haya sido determinada en esta forma, puede comenzar la búsqueda de una definición operacional, dice:

“El Científico o filósofo que pregunta qué mediciones o impresiones de la retina hacen que el péndulo sea lo que es, debe ser ya capaz de reconocer un péndulo cuando vea. Si en lugar del péndulo ve la caída forzada, ni siquiera podrá hacer su pregunta. Y si ve un péndulo pero lo ve del mismo modo en que ve un diapasón o una balanza oscilante, no será posible responder a su pregunta(...) las preguntas sobre las impresiones de la retina o sobre las consecuencias de manipulaciones particulares de laboratorio presuponen un mundo subdividido ya de cierta manera, tanto perceptual como conceptualmente. En cierto sentido, tales preguntas son partes de la ciencia normal, ya que dependen de la existencia de un paradigma y reciben respuestas diferentes como resultado del cambio de paradigma” 1982, Kuhn.

La física encarna, hoy más que nunca, los valores del conocimiento. Su separación, ya remota, del árbol de la filosofía no ha restado fuerza a su vocación por la comprensión de la totalidad. Identificada con sus orígenes y a la vez reteniendo su vocación filosófica, ha sido capaz de restringir convenientemente los dominios de análisis como una estrategia de avance y ha puesto en marcha una metodología de resolución de problemas y de construcción de conocimiento cuya característica fundamental es la de disponer de mecanismos autocorrectivos eficaces en orden a conseguir una representación cada vez más fiable de la real. Sin embargo y más allá de la cuota de progreso que un

enfoque de este estilo haya podido aportar a otras disciplinas, la física en su parte de electricidad alberga en su seno un potencial de conocimiento transponible insuficientemente explotado.

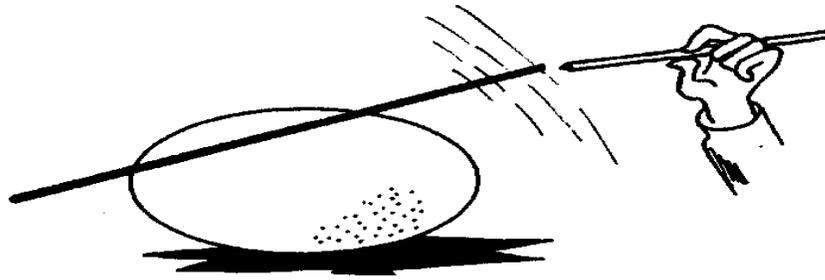
## *2.2 Carga Eléctrica y Fuerza Eléctrica*

Los antiguos griegos sabían ya, hacia el año 600 a. de Jesucristo, que el ámbar frotado con lana, adquiriría la propiedad de atraer cuerpos ligeros. Al interpretar hoy esta propiedad decimos que el ámbar está electrizado o que posee carga eléctrica, o bien que está cargado eléctricamente. Estos términos derivan de la palabra griega elektron, que significa ámbar.

Es posible comunicar carga eléctrica a cualquier sólido material frotándolo con otra sustancia. Así, un automóvil adquiere carga por efecto de su roce con el aire; se desarrolla carga eléctrica en una bobina de papel que se imprime en una rotativa; un peine se electriza al frotarlo con el cabello. En realidad todo lo que se necesita para producir carga eléctrica es contacto íntimo. El frotamiento sirve sólo para establecer buen contacto entre muchos puntos de las superficies.

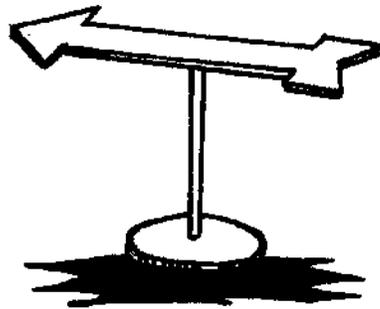
La idea de fuerza eléctrica se tuvo en cuenta inicialmente como una atracción, como la propiedad que adquiriría al ámbar después de ser frotado con lana, para atraer los cuerpos ligeros. Después, el estudio a fondo del comportamiento de las cargas eléctricas (o cargas electrostáticas) conduce a la teoría completa del electromagnetismo, 1978, Kip. Aun cuando el electromagnetismo como rama organizada de la Física haya surgido sólo en el siglo XIX, varios fenómenos relacionados con él se observaron ya en épocas bastante remotas.

Los historiadores no están seguros acerca de donde se observaron sus primeras manifestaciones, pero no cabe duda como lo he anotado al principio, de que fueron los griegos quienes primero hicieron algunos descubrimientos, de los cuales quedaron algunos informes. El filósofo y matemático Tales de Mileto (640-548 a.C.) de la ciudad de Mileto, observó que un pedazo de ámbar que se frotaba en una piel de gato adquiría la propiedad de atraer cuerpos livianos. Los filósofos griegos, admirados ante esta capacidad de actuar a distancia que llamaron la "atracción", que trataron de explicarla por medio de algún mecanismo, 1995, Serres. Unos le atribuyeron origen divino, otros creían que los cuerpos atraídos servían de alimento al ámbar, otros suponían la existencia de una "simpatía" entre los cuerpos que atraían y los atraídos, etc. Lucrecio, en su obra sobre la naturaleza de las cosas, y más adelante Plutarco, dedicaron parte de sus trabajos a explicar esta propiedad del ámbar y de otras sustancias que tenían el mismo comportamiento. Casi 2.500 años después, en el siglo XVI, el inglés Gilbert (1.544-1603) inspirándose en el nombre griego del ámbar (electrón: ηλεκτρον) comenzó a usar palabras como electrizar, electrización, electricidad, etc., al referirse a los cuerpos que se comportaban como el ámbar. Descubrió después de realizar experimentos muy cuidadosos (que podemos repetir en el laboratorio de física o el aula de clase -*ver figura 1.-*), que cierta categoría de cuerpos, al frotarse pueden atraer a cualquier otro cuerpo, aunque estos otros no sean livianos.



*Figura 1.* Experimento de Gilbert sobre electrización por frotamiento

Para comprobarlo, Gilbert colocó un cuerpo cualquiera sobre un soporte apropiado (*ver figura 2*) que permitiera que este cuerpo girase fácilmente y acercó a él un objeto frotado. Decía Gilbert que si el cuerpo se ponía en movimiento el objeto frotado debía estar electrizado.



*Figura 2.* El versorium de Gilbert

Repitiendo muchas veces los experimentos de Gilbert y otros semejantes, se concluía que podría aparecer entre dos cuerpos una fuerza de repulsión en lugar de una fuerza de atracción, si se colocaba en el soporte una varilla de la misma naturaleza que el cuerpo, después de frotarse ambos con un mismo material.

Se observó también que muchos otros cuerpos y no sólo unas cuantas sustancias, tenían comportamientos eléctricos semejantes al del ámbar y surgieron varias teorías que trataron de explicar estos fenómenos.

Dufay, físico francés, dedicado a observar la repulsión eléctrica, comprobó que un cuerpo "atraído" por otro electrizado, después de entrar en contacto con él, también se electrizaba y se producía el rechazo. Experimentando con una barra de vidrio frotada con una piel, comprobó que el vidrio rechazaba siempre a un grupo de sustancias y el ámbar a otro, pero que una sustancia de un grupo atraía siempre a otra sustancia del otro grupo. Concluyó entonces, que había dos tipos de electricidad, y los llamó "vítrea" (del vidrio) y "resinosa" (de la resina del ámbar).

Algunos años más tarde, Franklin (1707 -1790) formuló una teoría llamada "teoría del flujo único", mediante la cual explicaba los fenómenos de electrización por un flujo especial. Según él, un cuerpo que no presentaba comportamiento eléctrico, llamado cuerpo neutro, poseía este flujo en condiciones "normales".

Pero existía la posibilidad de que un cuerpo recibiera o perdiera cierta cantidad de este flujo al frotarlo con algo. En el primer caso, el cuerpo quedaría en un estado eléctrico que llamó positivo (igual al del vidrio frotado con seda) y en el segundo caso (igual al del ámbar frotado con una piel), su estado eléctrico se llamaría negativo.

Entonces siempre que por una frotación un cuerpo se electrizará positivamente, el otro se electrizará negativamente (como lo comprobó experimentalmente) pues cuando uno recibía flujo, el otro experimentaba una pérdida igual, existiendo siempre una conservación del flujo y no una creación o destrucción de él.

(Ver figura 3) Franklin, lo mismo que algunos de sus antecesores, llegó a la conclusión de que las "fuerzas" entre los cuerpos electrizados obedecen siempre a la ley citada: Los cuerpos cargados con electricidad del mismo nombre se repelen y los cargados con electricidad contraria, se atraen. La nomenclatura adoptada por Franklin se usa actualmente y sus observaciones sobre la conservación de la electricidad y la manera

como se comportaban los cuerpos electrizados se han confirmado experimentalmente, aun cuando la manera actual de describir los fenómenos sea diferente.

Cuando un cuerpo presenta un comportamiento eléctrico, decimos que posee carga eléctrica o que es una carga eléctrica. La concepción moderna de la constitución de la materia, conocida a través de los estudios de química, admite que toda la materia está constituida por átomos que a su vez son aglomeraciones de partículas: Los electrones, protones y neutrones.

El electrón según se ha comprobado experimentalmente es una partícula que posee comportamiento eléctrico igual al del ámbar frotado con una piel de gato, esto es, posee carga eléctrica negativa. Del mismo modo se descubrió que el protón posee carga eléctrica positiva y que el neutrón no tiene comportamiento eléctrico, 1976, Ribeiro.



*Figura 3.* Electrización por frotamiento, cuerpo electrizado positivamente,  
Ilustración realizada por J.A. Pacheco alumno de undécimo grado

La materia en su estado normal o neutro contiene cantidades iguales de electricidad positiva y negativa. Cuando dos cuerpos se frotan entre sí, una cantidad de los electrones de un cuerpo pasa al otro. El cuerpo que pierde electrones queda cargado positivamente y el que los recibe, negativamente. Ya sabemos que los protones y neutrones están localizados en el núcleo del átomo y no se desplazan de su posición por el simple roce de un cuerpo con otro. En esta forma, por la frotación sólo los electrones pueden cambiarse entre los dos cuerpos.

Un átomo normal que no haya sido perturbado, es neutro. Un átomo que pierde electrones se llama ion positivo, y uno que gana electrones, ion negativo. El proceso de ganar o perder electrones se llama ionización.

Así con esta descripción nueva de los hechos a través del modelo atómico, se ve que la carga eléctrica se conserva en un sistema aislado, como pensaba Franklin pues la carga total no varía, existiendo sólo intercambio de electrones entre un cuerpo y otro. La frotación entre los cuerpos es una forma de hacer que ellos se aproximen lo suficiente como para que los átomos de unos puedan interactuar con los del otro, perdiendo electrones el átomo que ejerce menor fuerza. Así, se comprobó que no es difícil que un cuerpo pueda perder o ganar electrones debido a la frotación, electrizándose positiva o negativamente, lo cual depende del cuerpo con el cual se frotó.

Pasaron algunos años y en 1784 Charles Augustín de Coulomb (1736-1806) es quien hace el primer estudio cuantitativo de la ley que rige las fuerzas que se ejercen entre cuerpos cargados y fue tanto su dedicación que llegó a medir dichas fuerzas utilizando la balanza de torsión del tipo empleado trece años después por Cavendish para medir fuerzas gravitatorias.

Coulomb encontró que la fuerza eléctrica de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales (esto es, cuerpos cargados cuyas dimensiones son despreciables comparadas con la distancia  $r$  que los separa) es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

En tiempos de Coulomb no se había definido ninguna unidad de carga ni tampoco un método para comparar una carga dada con una unidad. A pesar de ello, Coulomb ideó un método ingenioso para hallar cómo depende de su carga la fuerza ejercida por o sobre un cuerpo cargado. Para tal fin se basó en la hipótesis de que si un conductor esférico cargado se pone en contacto con un segundo conductor idéntico inicialmente descargado, por razones de simetría la carga del primero se reparte por igual entre ambos. De este modo dispuso de un método para obtener cargas iguales a la mitad, la cuarta parte, etc. de cualquier carga dada.

Los resultados de sus experimentos están de acuerdo con la conclusión de que la fuerza entre dos cargas puntuales  $q$  y  $q'$ , es proporcional al producto de éstas.

La expresión completa de la fuerza entre dos cargas puntuales es por lo tanto:

$$F = qq'/r^2$$

o bien

$$F = kqq'/r^2 \quad (1)$$

Donde  $k$  es una constante de proporcionalidad cuyo valor depende de las unidades en que se expresen  $F$ ,  $q$ ,  $q'$ , y  $r$ . La ecuación (1) traduce en símbolos matemáticos lo que se conoce hoy como ley de Coulomb: La fuerza de atracción o

repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de ellas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

La mejor comprobación de la ley de Coulomb se basa en la validez de muchas conclusiones que han sido deducidas de ella, más bien que experimentos directos con cargas puntuales, que no es posible hacer con gran precisión, 1985, Mason.

Se cumple la misma ley cualquiera que sea el signo de las cargas  $q$  y  $q'$ . Si estas son de igual signo, la fuerza es una repulsión y si son de signos opuestos una atracción, sobre cada una de las cargas se ejercen fuerzas de la misma magnitud y sentidos opuestos.

En el año de 1970 AbduSalam (Premio Nobel de Física), escribe lo siguiente respecto a la ley de Coulomb, “Obsérvese que la ley de Coulomb tiene la misma forma que la ley de Newton de la gravitación Universal”

$$F = G \frac{mm'}{r^2}$$

La constante eléctrica  $K$  corresponde a la constante gravitatoria  $G$ .

El concepto de fuerza eléctrica ha sido manejada de acuerdo a los diferentes experimentos realizados por estudiantes de nivel universitario (carreras de ingeniería) y estudiantes del nivel medio vocacional de secundaria, llegando a expresarse por la fórmula descrita en la ecuación (1) por cuanto se le da importancia al resultado de la operación matemática indicada en dicha expresión.

### *2.3 El Aprendizaje de los Conceptos Científicos*

El surgimiento del nuevo paradigma en relación con el aprendizaje significativo se nutre teóricamente de las aportaciones de la psicología del aprendizaje y en particular de la psicología cognitiva. Se distinguen dos maneras de explicitar la naturaleza y la evolución de las ideas científicas de los niños y adolescentes: las inspiradas en la epistemología de Jean Piaget y la relacionada con las investigaciones sobre las ideas previas, espontáneas y alternas de los alumnos, 1976, Ausubel.

La aportación más relevante de la epistemología de Piaget es su carácter constructivista; en contraposición a la concepción empirista plantea que el conocimiento no se adquiere interiorizando el entorno sino que es construido por quien aprende a través de su interacción con él, mediante un proceso de adaptación biológica.

Los rasgos característicos de este proceso de construcción de conocimientos a lo largo del desarrollo del niño son:

- **Carácter secuencia:** de manera que puede ser descrito como una serie de etapas definidas por la adquisición de un conjunto de habilidades y operaciones que son acciones reales interiorizadas, las cuales configuran una serie de estructuras intelectuales sucesivas y de carácter universal que procesan la información e influyen la interacción del niño con el entorno.
- **Dicha interacción ocurre por un mecanismo basado en los procesos de asimilación, acomodación y equilibración,** mediante los cuales el niño puede integrar la realidad en sus estructuras intelectuales, modificar éstas ante nuevos acontecimientos y mediante un proceso de autorregulación entre ambos factores lograr una maduración intelectual.

- El papel del medio social en la conformación de la lógica del niño y por lo tanto de la misma inteligencia, asignándole un papel fundamental en el desarrollo del pensamiento formal.

La influencia de la teoría de Piaget en la enseñanza de las Ciencias, llevó a propuestas para identificar y caracterizar el pensamiento concreto y el formal. Lo formal tiene relación con los rasgos más sobresalientes del trabajo científico y en particular con el método hipotético deductivo. Así, la formulación de hipótesis, el control de las variables, etc, exigen al alumno ir más allá de la realidad concreta y pensar en términos abstractos, interpretando los datos que ofrece la percepción a la luz de los esquemas conceptuales; surgió así un movimiento que enfatizaba el trabajo didáctico en los procesos, suponiendo que una vez adquiridas las habilidades lógicas necesarias, el alumno sería capaz por sí mismo de llegar a las conclusiones correctas, situado frente a un determinado problema.

Algunas investigaciones, sin embargo, han mostrado las deficiencias de este modo de enfocar el aprendizaje, sosteniendo, que un mismo alumno puede razonar frente a unos temas de modo concreto y frente a otros de modo formal, lo cual muestra la influencia del contenido y de la familiaridad que el alumno tenga en torno a este. De esta manera, es necesario prestar una mayor atención a los conocimientos previos de los alumnos. Aquí la aportación de Ausubel es de gran importancia. El aprendizaje verbal significativo lo define como el esfuerzo del alumno para relacionar los nuevos conocimientos con los que ya posee en su estructura cognitiva. Describe el aprendizaje en términos de dos procesos: La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. La asimilación de nuevos conocimientos requiere el establecimiento de relaciones significativas con la estructura cognitiva preexistente, que debe poseer conceptos capaces

de incluirlos y de dar lugar a dichas relaciones. Si estas ideas generales no están presentes, el aprendizaje puede tener lugar de modo repetitivo.

Para Ausubel, el desarrollo intelectual está más relacionado con la idiosincrasia del individuo y es más independiente de los contenidos y del contexto concreto; es decir el desarrollo de los conceptos en un individuo no es predecible a partir de esquemas de carácter general.

La contribución más importante de la teoría de Ausubel ha sido pues el acento puesto en el poder del aprendizaje significativo en contraste con el aprendizaje mecánico y la claridad con que describe el importante papel que juega el conocimiento, 1992, Novak.

Vigotsky, aporta en particular sobre la formación de conceptos que permiten explicar la naturaleza y evolución de las ideas alternativas de los alumnos y la relación entre el aprendizaje espontáneo y escolar asignándole un papel muy importante a la escuela y a la interacción con el adulto en el desarrollo cognitivo del alumno.

También es importante hacer referencia a las concepciones del aprendizaje basados en el procesamiento de la información, que enfatiza en el estudio de los procesos asociados a la atención y a la memoria; aquí se comprende el aprendizaje como un proceso que consta de varias etapas: atención selectiva; intervención de la memoria; incorporación del material aprendido a los conceptos ya existentes y a la recuperación de la información.

Finalmente por tener notable influencia en las actuales orientaciones constructivistas del aprendizaje se destaca entre los varios modelos propuestos dentro de esta corriente psicológica, el de Osborne y Wittrock en 1983, del aprendizaje generativo cuyos aspectos centrales son:

- La atención es de naturaleza selectiva y está condicionada por las ideas previas.
- Los estímulos externos que llegan al alumno no poseen significado por sí mismo: es el mismo alumno quien crea modelos y explicaciones que organizan la información.
- El alumno establece vínculos entre los estímulos seleccionados y parte de su memoria y los utiliza para producir activamente significados.
- El alumno es responsable de su propio aprendizaje.

#### *2.4. La Enseñanza de las Ciencias*

Pérez Gómez, se refiere al profesor reflexivo y crítico colocándolo como el modelo de profesor y asegura que el análisis de los pensamientos del profesor es una manera de reflexión-acción-reflexión; por lo tanto: los pensamientos del profesor son el conjunto de procesos básicos que pasan por la mente del profesor cuando organiza, dirige y desarrolla su comportamiento preactivo (programación) e interactivo (actuación) en la enseñanza. De esta manera el profesor desarrolla de forma activa sus propias construcciones mentales sobre la educación y éstas guían las percepciones de los sucesos y acciones que tienen lugar en el aula. De este modo toma decisiones y procesa la información que recibe.

El profesor define (procesa) una situación de enseñanza y esta definición afecta a su conducta en el aula (toma decisiones). La actuación del profesor hace que el alumno se haga partícipe de toda acción en el aula.

La mayoría de los modelos didácticos renovadores que se utilizan hoy en la enseñanza de las ciencias, aportan enfoques, secuencias de instrucción y estrategias didácticas diferentes. En todos la instrucción parte de las ideas y creencias de los alumnos.

Osborne y Wittrock, 1983, constataron que los alumnos poseen concepciones resistentes al cambio. Además constituyen en muchos casos un esquema conceptual coherente y con amplio poder explicativo. Estas concepciones interfieren en el aprendizaje de las ciencias ya que en general, no son congruentes con los conceptos, leyes y las teorías científicas, siendo responsable en parte de la dificultad que encuentran los alumnos en estas asignaturas y de su bajo rendimiento comparado con otras áreas.

Si bien proliferan estudios relacionados con las ideas y esquemas conceptuales de los alumnos en los diferentes niveles educativos, no ocurre lo mismo con los trabajos encaminados hacia la elaboración, puesta en práctica y evaluación de propuestas didácticas concretas.

Cuando realizamos una planificación curricular tenemos en cuenta principalmente tres factores:

- La problemática científica, que se deriva de la temática a estudiar (los contenidos del tema).
- Las ideas o concepciones de los alumnos: a los que va dirigida la enseñanza.
- Las estrategias y proceso metodológico que seguimos.

Ya en el desarrollo de toda la planificación, se tienen las actividades que identifican el aprendizaje, rodeado de dificultades como el nivel del desarrollo cognitivo de los alumnos, sus destrezas, y actitudes ante la Ciencia, sus intereses, el clima del aula,

los recursos, etc. Precisamente ante toda gama de contrariedades los maestros actuamos en el aula, convencidos y comprometidos con un cambio en las actividades escolares porque entendemos el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal, 1995, Gil.

Para R. Driver, 1994, las características que debe tener una programación para propiciar un aprendizaje significativo en los estudiantes deben ser:

- Tener en cuenta los conocimientos previos, concepciones y motivaciones de los alumnos, además de crear un entorno adecuado y buenas experiencias de aprendizaje.
- Favorecer procesos que ayuden a los alumnos a ser responsables de su propio aprendizaje. Este tiene lugar cuando construyen de forma activa sus propios conocimientos.
- Presentar diversas estrategias didácticas dentro de un flexible programa de actividades. Es necesario disponer de un banco de actividades y recursos para ser utilizado según diferentes situaciones a fin de no dar lugar a la improvisación.
- Considerar que todos los trabajos que impliquen el tratamiento de situaciones problemáticas (trabajos prácticos, resolución de problemas, etc) son actividades que contribuyen en gran medida a que el aprendizaje sea significativo.
- Potenciar el diálogo y la discusión en el aula, ya que el conocimiento es construido por las personas a través de la interacción social.

Todo lo anterior implica que nuestra programación debe estar en continuo desarrollo; debe tener naturaleza de instrumento en construcción y adecuación

permanente a la realidad educativa y por lo tanto está sometido continuamente a evaluación, 1994, Driver.

#### *2.4.1. Fundamentos que orientan la Acción Formadora en la Institución.*

##### 2.4.1.1. Fundamentos Antropológicos

La naturaleza social del plantel, así como su esencia "humanizante", parte de una concepción del hombre como:

- Unidad bio-sico-social integrada por dimensiones cognitivas, actitudinales y procedimentales susceptibles de desarrollo en cada estadio de crecimiento, y a la vez transformador de su realidad social, es decir; creador de cultura.
- Ser de naturaleza dialéctica, presa de contradicciones internas y externas que le conducen al permanente cambio, a la construcción de nuevos valores y la transformación de valores existentes.
- Ser transformado y transformador, susceptible de ser "educado", de ser conducido por la sociedad hacia patrones de comportamiento y pensamiento armónicos con el ideal común. Su naturaleza inacabada le hace un ser cinagético, es decir, una entidad mental y física capaz de aprender en cualquier momento de su existencia.
- Organismo altamente desarrollado con la capacidad de mediatizar la realidad a través del lenguaje y el pensamiento, lo cual le permite transformar el mundo virtual y materialmente, con el objeto de responder a sus necesidades físicas y espirituales.

- Ser comprometido con la transformación del grupo, pues concibe la felicidad personal con la común, a la cual contribuye mediante el trabajo intelectual y material.
- Ser problematizador, que evoluciona cognitiva, afectiva y socialmente debido a que su naturaleza le permite enfrentar cada problemática cotidiana individual o comunitaria: El problema es la fuente natural de desarrollo. El problema, la incógnita, es la fuente de conocimiento: función primordial de la especie humana.

#### 2.4.1.2. Fundamentos Sociológicos

Esta concepción sociológica enfatiza el desarrollo de las capacidades del estudiante en torno a las necesidades de la sociedad, tanto local, como nacional y universal; en donde el Colegio Técnico como institución formadora de líderes y animadores de cambio social está destinada a configurarse como un agente de transformación y a elevarse como una edificación cultural educativa que vincule el mundo real y su posible desarrollo sostenible en procura de alcanzar los ideales de felicidad comunes.

De ésta forma el currículo se construye desde la problemática cotidiana, los valores sociales y las posiciones políticas, buscando el desarrollo del individuo en la sociedad; en un primer momento para adaptarse a ella, pues ésta cambia constantemente; en un segundo momento, para transformarla, es decir, adaptarse en el presente para tener una visión de futuro e incidir en ella, cambiándola para el bien de todos.

El maestro en ejercicio es un investigador, un facilitador y estimulador de experiencias, que a través de la ciencia y el conocimiento científico, en un trabajo de cooperación con los alumnos, contribuye a mejorar la calidad de vida de su sociedad.

Amparado en la Pedagogía Liberadora, desarrollada a partir de los años 60 por el brasileño P. Freyre, el Colegio Técnico aborda de manera integradora, en un contexto político-ideológico, los elementos o factores que intervienen en el establecimiento de un contacto directo entre el maestro en formación y el medio ambiente florideño, al tiempo que llama la atención acerca de la carga política imperante y el carácter, generalmente conflictivo de la relación pedagógica tradicional, que envuelve a la escuela como institución las relaciones de dominación existentes en el seno de la sociedad.

#### 2.4.1.3. Fundamentos Pedagógicos

Saber científico cuyo objeto de estudio es la naturaleza y evolución de la práctica educativa.

- Actitud problematizadora, reflexiva y práctica sobre el desarrollo individual y colectivo.
- Macro discurso orientador de las prácticas educativas especializadas.
- Sistema regulador de las relaciones existentes en los procesos educativos.
- Cuerpo sistemático de conocimientos que pretenden propiciar competencias en los agentes y sujetos educativos.
- Filosofía, investigación y técnica concretizada en la educación.
- Conduce a la práctica educativa hacia respuestas a necesidades de la sociedad en cuanto al individuo y del grupo al que pertenece.
- Cuerpo teórico-práctico de conocimientos sobre el quehacer educativo.

- Contempla un saber práctico, teórico y subsidiado de la práctica educativa.

#### 2.4.1.4. Fundamentos Epistemológicos

El Modelo pedagógico parte de las siguientes bases epistemológicas.

- El conocimiento es una construcción mental resultado de la actividad cognitiva del sujeto que aprende.
- Es una construcción propia, que surge de las comprensiones logradas a partir de los fenómenos que se quieren conocer.
- Existen realidades múltiples y socialmente construidas, no gobernadas por leyes naturales, causales o de cualquiera otra índole.
- Las construcciones sobre la realidad son ideadas por los individuos a medida que intentan darle sentido a sus experiencias, las cuales son siempre de naturaleza interactiva.
- Se conoce a partir de los conocimientos previos.
- La verdad es definida en función de la persona mejor informada cuantitativa y cualitativamente y que pueda comprender y utilizar dicha información para lograr consenso.
- En la relación sujeto-objeto, es imposible separar el investigador de lo que es investigado, quien conoce y lo que es conocido. Están vinculados de tal manera que los hallazgos de una investigación son, literalmente, una creación del proceso de investigación y los valores y creencias del conocedor se encuentran presentes y participan en el proceso.

- Se asume una metodología interpretativa, hermenéutica que involucra el análisis y la crítica en la construcción del conocimiento sobre la realidad.
- No se pretende la "explicación" de los fenómenos sino la "comprensión" de los mismos.
- Se busca darle sentido o significado a las interacciones en las cuales está comprometido el investigador.
- Se postula una epistemología dualista y objetivista y una metodología intervencionista que pretende explicar, predecir y controlar los fenómenos de la realidad.
- El individuo es una construcción propia que se va produciendo como resultado de la interacción de sus disposiciones internas y su medio ambiente y su conocimiento no es una copia de la realidad, sino una *construcción* que hace la persona misma. Esta construcción resulta de la representación inicial de la información y de la actividad, externa o interna, que desarrollamos al respecto (Carretero, 1994).
- Ninguna experiencia declara su significancia tajantemente, sino la persona debe ensamblar, organizar y extrapolar los significados.
- Un Aprendizaje eficaz requiere que los maestros en formación operen activamente en la manipulación de la información a ser aprendido, pensando y actuando sobre ello para revisar, expandir y asimilarlo.

#### 2.4.1.5. Corrientes Filosóficas

En la institución descansa el acervo filosófico acumulado por toda la historia de la pedagogía y de la filosofía en sí misma; ya que cada día de acción educativa en cualquiera de estos planteles está sustentada por una inconmensurable herencia del pensamiento

universal, cada acción está, voluntaria o involuntariamente, iluminada por concepciones del quehacer humano que cobran vigencia con cada nueva experiencia. Lo anterior, afirma una posición sincrética de la influencia de la historia sobre la existencia cotidiana en las instituciones.

Sin embargo, dentro del Proyecto Educativo Institucional y como producto de la reflexión de los diferentes protagonistas del proceso pedagógico acerca de las diferentes corrientes filosóficas orientadoras de la acción del plantel, se ha llegado al acuerdo de:

En primer lugar, la institución está inspirada en una posición humanista de su razón de ser como potenciadora de las cualidades esencialmente de los estudiantes. En cierta forma el antropocentrismo renacentista que concebía al ser humano centro del universo y constructor de su propio destino ha influenciado el sentir de la comunidad permeándose en los principios institucionales por medio de la determinación de objetivos que pretenden propiciar el enriquecimiento dimensional de los estudiantes como seres humanos perfectibles.

Aun dentro del perfil mismo del currículum institucional el racionalismo cartesiano y la duda metódica, pensamientos nacidos dentro del humanismo, se han tenido en cuenta para crear espacios dentro del plan de estudios que favorezcan el pensamiento crítico de los estudiantes y su inconformismo respecto al objeto de conocimiento.

Este humanismo se ha enriquecido en nuestra institución con los postulados filosóficos de Francis Bacon y John Locke en cuanto a lo que se refiere a la concepción realista del universo el cual es cognoscible por el sujeto a través de sus sentidos y sus experiencias y de las teorías e hipótesis que surgen de ellas. Estos postulados facilitan

espacios de reflexión en lo relacionado con la formación de estudiantes inconformes y dispuestos a un acercamiento objetivo de las entidades susceptibles de estudio.

No obstante, la tendencia materialista de estas dos corrientes asumidas dentro del Currículo más en un sentido epistemológico, el Colegio Técnico retoma principios del idealismo en el sentido en que se pretende lograr una educación enfocada en el enriquecimiento espiritual de los individuos. En la misma forma, el existencialismo ha aportado sus concepciones al bosquejo teleológico de la institución en lo relacionado con la forma como se ha de brindar a los estudiantes una formación concientizadora de su papel trascendente en su propia transformación y en la del mundo, favoreciendo el pensamiento crítico y pluralista y la libre expresión de la individualidad.

### **3. Metodología**

#### *3.1. Método y enfoque*

La investigación es una actividad que ha permanecido en la vida humana desde hace mucho tiempo y seguirá estando vigente. En la investigación científica se recurre a métodos, instrumentos y técnicas para dar respuestas a los problemas que se plantean en diversas áreas (Hernández, 2005).

Como en cualquier trabajo investigativo, la pregunta planteada debe guiarse mediante un enfoque de investigación, en este sentido después de realizar un análisis, se consideró el método cualitativo.

La metodología cualitativa representa una herramienta para llegar a un fin, alcanzar los objetivos propuestos; es importante tener en cuenta que aun cuando se sigue un solo enfoque, en ocasiones se llegan a emplear elementos cuantitativos, y viceversa; los estudios cualitativos centran los resultados en descripciones más que en datos estadísticos, es de carácter inductivo. El análisis cualitativo persigue ciertos propósitos, entre estos se destacan: comprender en profundidad el tema, describir el contexto, las experiencias de los sujetos de investigación, tomando en cuenta su pensamiento, sus expresiones; evaluar situaciones, hechos, etc. (Hernández, 2005).

El enfoque cualitativo se ocupa de entender la realidad, hace hincapié en la comprensión, el sentido; para explicar las acciones humanas. El modelo cualitativo presenta ciertas características: el contexto es la fuente primaria, los datos se recogen a través de pruebas, entrevistas u observaciones, más que cuantificar, en los participantes

es importante lo que piensan y el significado que adquiere la investigación de acuerdo con Fraenken y Wallen citados por Vera Velez (1999).

En cuanto al proceso de investigación, da la oportunidad de que el problema se reformule en sus inicios, la muestra que se toma es seleccionada, es decir, dirigida y enfocada al propósito de la investigación, la hipótesis puede ser descartada o modificada, la recolección de datos se va realizando de forma continua y el análisis es sumamente descriptivo, el estudio ha de ser minucioso y detallado y las conclusiones se van infiriendo a medida que avanza el proceso investigativo (Vera, 1999).

En cuanto a las formas que puede tomar la investigación cualitativa Vera Vélez (1999) señala las siguientes:

1.- Observación participativa: En este tipo el investigador se involucra directamente en la situación o problemática.

2.- Observación no participativa: en esta forma el investigador solo se limita a observar y tomar datos. Los métodos pueden ser simulaciones y estudio de casos.

3.- Investigación etnográfica: se combinan ambos tipos de observaciones, se trata de recopilar la mayor información del fenómeno, incluyendo entrevistas para obtener detalles de lo que se investiga. Cabe decir que es importante utilizar diversos instrumentos para probar su validez y confiabilidad.

En cuanto al aspecto epistemológico de la investigación cualitativa, González Ávila nos menciona dado que se pretende generar conocimientos, el proceso implica irse construyendo e interpretando y solo se podrá lograr de forma progresiva y con las significaciones de los participantes, que se da un proceso interactivo entre investigador e investigado, comprendiendo todos los factores y los diálogos que se generan son

relevantes, el significado aun cuando se trate de un solo participante se convierte en un hecho significativo, aquí no importa la cantidad para legitimar la investigación.

Sobre la ética en la investigación cualitativa, como en la investigación científica se basa en el ejercicio de la libertad, verdad y justicia, aunque cabe decir que también tiene valores específicos como: reconocer la subjetividad, se acepta que el investigado es un sujeto activo, motivado e intencional por lo tanto el diálogo es constante y toma diversas formas.

Por otro lado como se usará una muestra dirigida, permite elegir los participantes con las características adecuadas y de la cual necesitamos información valiosa para alcanzar los objetivos, y principalmente, la investigación bajo este paradigma favorece la interacción del investigador, el diálogo, el contexto y las descripciones precisas que se realicen permiten recabar datos para comprender la realidad y no generalizar.

Resignificando los fundamentos teóricos del constructivismo en el Colegio Técnico Microempresarial El Carmen, se tiene en cuenta que desde esta perspectiva, los propósitos de aprendizaje, se caracterizan por:

- Desarrollar procesos que tienden a la construcción permanente de sentidos en ambientes facilitadores de sentidos.
- Desarrollar esquemas conceptuales y de competencias que lleven a la solución de problemas a través de proyectos formulados en concordancia con los principios institucionales, la legislación nacional y las lecturas de contextos.
- Los objetivos de enseñanza se construyen con los estudiantes a partir de sus intereses, sus saberes, su motivación, sus necesidades y el estado de desarrollo cognitivo.
- Plantean la necesidad de problematizar la realidad en búsqueda de construir

- socialmente alternativas de solución empleando esquemas de pensamiento individual.
- Tienen a promover el desarrollo de las competencias básicas propuestas en los estándares de calidad y aquellas propias de cada disciplina del conocimiento.
  - Se enfatizan los objetivos que propenden por aprender a aprender y estimular la reflexión crítica.

Los contenidos de aprendizaje del modelo del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen:

- Se basan en los problemas que ofrece la realidad (información, necesidades, valores, competencias, actitudes, necesidades de tipo social /personal).
- Los contenidos son también procesos sobre ejes temáticos. Son extraídos de los estándares y los lineamientos que nos plantea el ministerio sobre disciplinas del conocimiento.
- Se presentan al alumno organizados lógicamente teniendo en cuenta una secuencia psicológica apropiada “ motivación más pre-conocimientos más estadios de desarrollo más intereses”
- Los contenidos se presentan en forma de sistemas conceptuales jerarquizados no aislados, en lo que institucionalmente se llama la ruta básica, distribuidos por ejes o bloques temáticos en plena relación con las preguntas (Problemas) que alimentan los proyectos de aula.

La metodología utilizada en el Colegio Técnico Microempresarial El Carmen es por procesos activos del sujeto que aprende, con el profesor como facilitador de espacios significativos, los cuales se administran en la forma de proyectos de aula.

Las metodologías relacionan nuevos conocimientos con conocimientos previos. (Mayéutica/ Dialógico liberador, lectura realidad-texto, lúdica, mapas conceptuales, indagaciones)

Utiliza implicaciones afectivas del estudiante, en cuanto a su proximidad afectiva con temas problemáticos de su realidad inmediata, local, nacional e internacional.

Se trabaja a partir de la indagación-investigación (Proyecto Pedagógico de Aula de carácter investigativo)

El éxito de la metodología depende del grado de habilidad que tiene el maestro para adaptar su discurso a los pre-saberes, intereses. Motivaciones, necesidades, etapas de desarrollo y entornos significativos del maestro en formación.

En este trabajo se ha considerado la intervención en el aula como una investigación-acción en la enseñanza de la Física, además de estar acorde con la metodología aplicada en la institución.

La investigación-acción considera desde el punto de vista epistemológico en la espiral autorreflexiva, el cómo relacionar el entendimiento retrospectivo con la acción prospectiva. Para nuestro caso la investigación acción implica la intervención controlada y el respectivo juicio práctico, es decir, la elaboración de un programa-guía de actividades de intervención activa y de juicio práctico conducido por los estudiantes y el docente comprometidos no sólo a entender el mundo de la física, sino también a cambiar el ambiente tradicional para entender dicho mundo.

En el plano de la espiral autoreflexiva de este trabajo, la tensión entre el entendimiento retrospectivo y la acción prospectiva se concreta en cada uno de los momentos del proceso de investigación-acción, cada uno de los cuales mira hacia atrás, hacia el momento anterior, de donde se extrae su justificación y también hacia adelante al momento siguiente que es su realización.

El desarrollo del programa-guía de actividades es una propuesta para organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos y responde a una investigación dirigida en dominios conocidos por el profesor (director de la investigación) y en la que los resultados pueden ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, por los obtenidos por científicos que le han precedido.

El programa-guía de actividades responde al principio de trabajo de investigación dirigida. Un trabajo de investigación en el que constantemente se comparan los resultados de los distintos grupos de trabajo que forman los estudiantes y se cuenta con la inestimable ayuda de un experto (lo hace el profesor). La constante comparación origina la evaluación que es esencial en este proceso de investigación-acción que en nuestro caso particular es investigación en el aula.

Toda actividad en el aula está centrada fundamentalmente en el alumno y guiada por el profesor. El aprendizaje de las ciencias es un proceso constructivo, en el que se adquieren nuevos conocimientos mediante la interacción de las estructuras presentes en el individuo con la nueva información que le llega; de forma que los nuevos datos en cuanto que se articulan con la información preexistente, adquieren un sentido y un significado para el sujeto que aprende. Así, el saber se construye a través de la reestructuración activa y continua de la interpretación que se tiene del mundo.

Efectivamente, la actividad en el aula se caracteriza por ser una investigación del principio didáctico básico que nos permite dar sentido y organizar la actividad educativa.

La utilización de los programas-guía como estrategia de enseñanza, favorece tanto la construcción y la consolidación de los conocimientos como la familiarización con algunas características del trabajo científico. El Programa-Guía de Actividades cumple así con las características necesarias y suficientes para una acción didáctica en la cual participa el alumno de manera ordenada y responsable, encuentra un programa de actividades flexible, seleccionadas con cuidado y en el que no se da la improvisación, su desarrollo implica el diálogo y la discusión en el aula de clase. Se parte de la planificación, se pasa a la acción, luego la observación y finalmente se reflexiona de acuerdo con una evaluación objetiva.

Además favorece la interacción y la creatividad al proponer el trabajo del programa en pequeños grupos, facilitando la verificación de ideas entre los grupos y la discusión de cada actividad en común con la guía del profesor.

Con el programa-guía, se tienen en cuenta actividades que realizan los estudiantes y los sitúa en la medida de lo posible en situación de producir conocimientos, de explorar alternativas, superando la sola asimilación de conocimientos ya elaborados (Furio, 1987).

En el desarrollo de la investigación en el aula intervienen:

- El estudiante, como protagonista, del aprendizaje.
- El docente, como investigador y facilitador del aprendizaje.
- El contexto en que se produce el proceso, los materiales didácticos,

los aspectos organizativos y el clima del aula.

La función genérica de investigación y coordinación por parte del profesor afecta tanto a la fase de planeación como la de acción y demás. Así, el docente desarrolla, de hecho, diversos tipos de tareas:

- Globalmente diseña la secuencia de actividades.
- Propicia el planteamiento de situaciones-problema que estimulen el aprendizaje basado en la investigación en el aula.
- Elabora estrategias que facilitan la explicitación de las concepciones de los alumnos y su confrontación con las nuevas informaciones.
- Selecciona y organiza las informaciones que intervienen como contenidos en el proceso de la enseñanza, incorporando recursos adecuados.

La motivación del estudiante se refuerza, en último término, si se consigue un clima en el aula que posibilite su participación no sólo en el desarrollo de las diversas actividades programadas sino también en la toma de decisiones relacionadas con determinados aspectos de la propia dinámica de la enseñanza.

Este clima debe permitir respetar, a un tiempo, los ritmos individuales de aprendizaje y la dinámica general de trabajo del aula, a través de la interacción entre el proceso personal y el proceso colectivo de construcción del conocimiento.

Finalmente, el docente investigador en el aula de clase de física:

- Plantea problemas, propone estrategias, evalúa logros.
- Da participación a los estudiantes involucrados en el tratamiento de un problema.

- Evalúa los logros: analiza la evolución de las ideas de los estudiantes confrontándolos con los compañeros, los textos y su propia experiencia.

Para esta investigación, se han tenido en cuenta:

*La planificación:* El punto de partida es que debemos estar seguros que la adquisición de aprendizaje significativo requiere que los alumnos estén interesados y tengan inquietud por aprender. Los alumnos exponen sus ideas y modelos explicativos que poseen en relación con el tema de estudio. Es esencial provocar la inquietud por aprender lo cual implica que el alumno en cierto modo se compromete a participar activamente y a profundizar sobre él mismo. Además de motivarles surgen las ideas que constituyen un buen instrumento de diagnóstico para el profesor, que le permite elegir y orientar situaciones problemáticas.

*La acción:* Se fomenta la discusión e intercambio de ideas. Aunque en un principio puedan ser ambiguas e imprecisas, sirven de hilo conductor para interpretar observaciones y experimentos. Sin ellas la utilización de los instrumentos de investigación resulta carente de interés intelectual para el alumno y favorece su utilización mecánica. La formulación de hipótesis facilita la construcción de ideas y conceptos interpretativos, pues a través de los instrumentos de investigación los alumnos objetivan lo que piensan. Aquí los estudiantes deben comprobar la coherencia de sus hipótesis, muchas veces requieren nuevos conceptos para interpretar la situación planteada. Al final los alumnos tienen un nuevo concepto, principio o procedimiento.

*La observación:* Se plantean nuevos problemas para así favorecer y entender el significado del concepto. Se da a los alumnos oportunidades para usar las nuevas ideas de varias formas y adquirir confianza en las mismas. En algunas situaciones problemáticas se requerirá nueva información, reiniciándose otra vez el ciclo de aprendizaje. También se diseñan actividades que muestren la utilidad de los principios físicos y contribuyan a que los alumnos vean la relevancia y utilidad de lo aprendido.

El profesor participa investigando las diferentes situaciones problemáticas presentadas de acuerdo al desarrollo de las actividades de los alumnos, con el fin de verificar el nivel de aprendizaje de ellos. Por eso es conveniente que de las situaciones presentadas por cada uno de los alumnos se lleve un diario donde se anotan los alcances, los logros, las dificultades, y las propuestas inmediatas sobre el tema que se está tratando y las actividades desarrolladas individualmente. Con esto el profesor es un investigador.

*La reflexión:* Al final del proceso se hace reflexionar a los alumnos sobre el cambio o evolución en sus ideas, realizando comparaciones entre su pensamiento actual y el inicial.

Conviene por lo tanto, recoger las ideas primitivas para así poder observar la evolución de las mismas a partir de la instrucción. Se necesita hacer comparación antes y después de la temática a tratar, es una buena técnica para que el alumno pueda reflexionar sobre su grado de aprendizaje, 1995, Meneses. Igualmente el profesor investigador hace la reflexión a partir de las observaciones realizadas durante el desarrollo de la actividad propuesta, comparando las situaciones anteriores con las situaciones nuevas que presenta ahora el alumno, con el fin de encontrar la evolución de sus ideas respecto a la temática tratada.

### 3.2. Muestra

Durante esta investigación (de tipo cualitativo) se utilizará un tipo de muestra no probabilístico o dirigida, también llamada “guiada por uno o varios procesos,” pues es la que más se ajusta al tema de investigación.

Existen varios tipos de muestra dirigida, de los cuales algunos se pueden tener en cuenta en nuestro trabajo investigativo, ya que sus características conceptuales y procedimentales son de utilidad para recopilar la información necesaria, sin embargo, se han elegido dos de ellos que son los más adecuados y eficaces para la investigación, ellos son:

- La muestra de participantes voluntarios, ya que de acuerdo con el problema a investigar se eligieron como participantes a estudiantes de último grado de secundaria del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen, ubicado en Floridablanca, departamento de Santander, Colombia. Estos estudiantes aceptaron libremente la invitación a participar en el proceso investigativo (Hernández, 2005).
- La muestra de casos - tipos, pues uno de los objetivos del muestreo en la investigación cualitativa es la profundidad, riqueza y gran calidad de la información recopilada.

La presente investigación se realizará en el Colegio Técnico Microempresarial El Carmen que está ubicado en la zona urbana del municipio de Floridablanca, departamento de Santander, Colombia. Localmente la institución se encuentra situada en la siguiente dirección de nomenclatura: Carrera 10A No. 46 – 19 Barrio El Carmen.

Es una institución de carácter público, integrado por cuatro sedes y con un total de 2743 estudiantes en todos los establecimientos educativos. Atiende población en edades de 5 a 18 años, ubicada en los siguientes grados escolares: preescolar, educación básica primaria (1° a 5°) educación básica secundaria (6° a 9°), educación Media Técnica (10 y 11°). Conformada por un grupo de docentes especialistas en diferentes áreas del conocimiento.

El Colegio Técnico Microempresarial El Carmen fundamenta su formación en una filosofía humanista que busca el desarrollo integral de hombres y mujeres con o sin limitaciones. Forma personas integrales teniendo en cuenta todas las dimensiones: Físicas, intelectual, laboral moral y religioso (respetando la libertad de cultos) comprometiéndose con el bienestar del desarrollo de valores de la familia, la escuela y su entorno. Desarrolla una pedagogía activa que busca que el estudiante aprenda haciendo. Atendiendo la propuesta del Ministerio de Educación Nacional “El Saber y El Saber Hacer”.

Para esta actividad específica se va a trabajar en la Sede A, la cual alberga los estudiantes de educación básica secundaria y educación Media Técnica, es decir, de sexto grado a once grado (6° a 11°), para un total de 1150 estudiantes. De esta población estudiantil el 9,4 % pertenecen al grado undécimo (es decir 105 estudiantes). Se tomó una cantidad de 35 alumnos, pertenecientes al grado 11-1.

Como se afirmó anteriormente, la realización del estudio se efectúa con el consentimiento de los participantes, y la selección de la muestra se hace de manera consciente y estructurada, teniendo en cuenta las características de desarrollo de los jóvenes a nivel cognitivo, afectivo y social, intereses y expectativas propios de la población juvenil. Igualmente se cuenta con el apoyo de los docentes de la institución

como facilitadores y dinamizadores de los procesos pedagógicos que se realizan en la institución y que conciernen a la presente investigación.

### *Instrumentos*

Las técnicas e instrumentos utilizados por la investigación cualitativa tienen como fin recabar datos que informen de la particularidad de las situaciones, permitiendo una descripción exhaustiva y densa de la realidad concreta objeto de investigación.

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (1991), un instrumento de medición deberá “reunir dos requisitos esenciales: confiabilidad y validez” (p. 235). La elaboración de los instrumentos que proporcionan los datos para este estudio se realizarán de acuerdo a las sugerencias de diferentes autores, para lograr que la información obtenida sea lo más útil y veraz posible.

Después de analizar diversos métodos y técnicas existentes utilizadas para realizar un estudio investigativo, se optó por el método de la encuesta, que consiste en medir comportamientos, pensamientos, o condiciones objetivas de la existencia de los participantes en una investigación, a fin de establecer una o varias relaciones de asociación entre un fenómeno y sus determinantes; la técnica de la entrevista, que consiste en reunir el punto de vista personal de los participantes acerca del tema en estudio, por medio de un intercambio verbal personalizado entre la muestra seleccionada y el investigador, y el instrumento llamado grupos de enfoque que es una especie de entrevista grupal donde un moderador pone un tema en cuestión con una intencionalidad definida y va encaminando al grupo hacia la producción de la información que se necesita.

La entrevista es un sistema de comunicación a través del cual la conversación establece intercambios de información y puntos de vista con el objetivo de obtener información o comprender algún comportamiento o problema (Cázares 2000).

Dentro de los elementos a considerar dentro de la entrevista como lo explica Cázares (2000) están: a) La elección de un lugar tranquilo sin interrupciones, b).-El tiempo de duración donde lo recomendable sería entre 20 minutos y una hora como máximo, c).- Elaborar una guía o esquema de la entrevista donde se localiza la información que se quiere dar o recibir, situación a analizar, contenidos o datos con los que el entrevistador.

Cázares (2000) menciona algunas reglas útiles a tener en cuenta en todas las entrevistas para lograr éxito en la ejecución de la misma: crear un clima cordial, plantear con claridad los temas, diseñar un modelo-esquema que sirva de guía y escuchar con atención. La entrevista se conforma por tres momentos 1).- El inicio a fin de favorecer la confianza del entrevistado para introducir de forma breve al tema de manera cordial y breve, 2).- El núcleo de la entrevista donde se realiza el análisis del tema y 3).-El cierre de la entrevista siendo este el momento de realizar un resumen, aclarar algún aspecto que no esté claro y llegar a un compromiso si fuese necesario. Lo ideal es que al término de la entrevista tanto el entrevistado como el entrevistador genere un sentimiento positivo en la elaboración de la misma (Cázares 2000).

El tema elegido fue "la fuerza eléctrica", adaptado a las exigencias y limitaciones del programa dado por el Ministerio de Educación Nacional.

En cuanto a objetivos a cubrir, se centran en los que se consideran como el conjunto mínimo que presenta coherencia interna.

### 3.3. Fases de la Investigación

El desarrollo de esta investigación en el aula contempló cinco fases de acuerdo con la espiral propuesta por K. Lewin para el proceso de la investigación-acción.

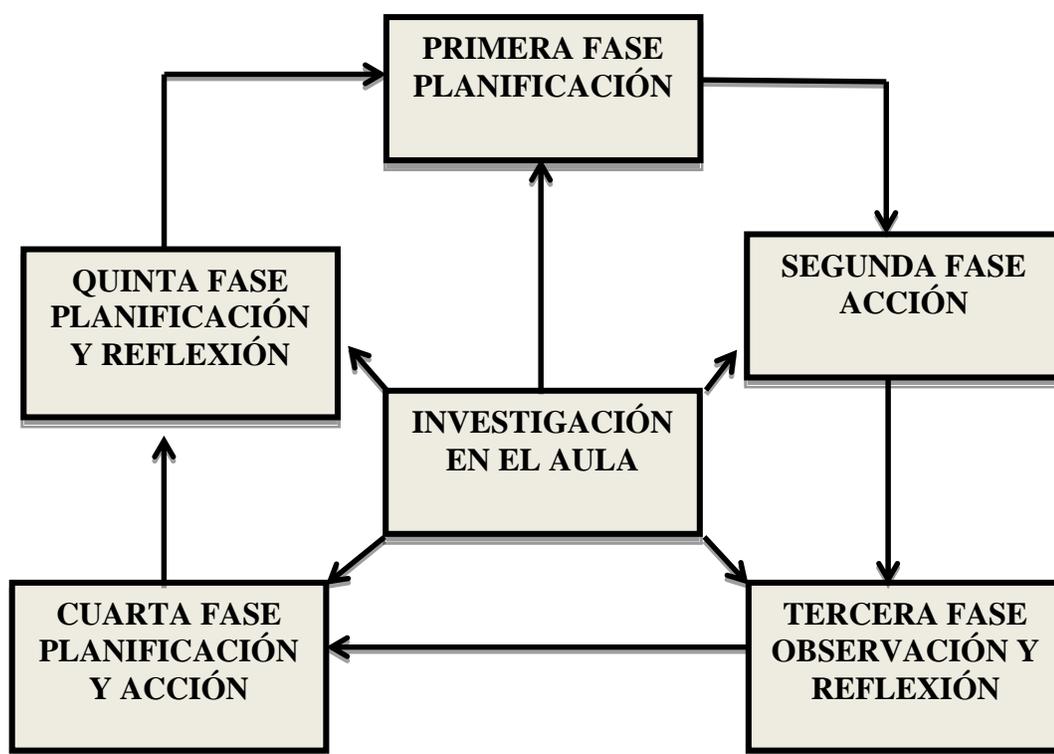


Figura 4. Fases de investigación en el aula

3.3.1. *Planificación:* Se inició la actividad teniendo en cuenta lo que el alumno sabe acerca de fuerza, movimiento, carga eléctrica; con base en las ideas que tienen los alumnos respecto a estos temas, se diseñó el programa-guía de actividades.

Para la exploración de las ideas previas de los estudiantes sobre los conceptos de fuerza, electrostática y carga eléctrica, se diseñaron tres pruebas para problematizar y hacer pensar al estudiante. Ver anexos.

*La prueba No. 1*, compuesta por un cuestionario de tres preguntas con respuesta abierta para que el alumno diera explicaciones a sus afirmaciones. Se refiere a los conceptos de fuerza y movimiento; el propósito de esta prueba es conocer qué saben los alumnos a nivel de undécimo grado sobre el concepto general, después de haber cursado la mecánica del grado décimo. Cuando se le pregunta a un estudiante: ¿Qué es fuerza? su respuesta es: fuerza es igual a masa por aceleración, porque así lo dice la ley de Newton.

A la vez, muchos estudiantes demostraron que tienen dificultades en torno a las fuerzas que se ejercen en una situación de equilibrio estático. Parece subyacer la idea de que ha de estar clara la capacidad de moverse de un objeto para aceptar que ejerce una fuerza. Conocer las ideas intuitivas de los alumnos acerca de fuerza y movimiento, es una base para tratar posteriormente el concepto de fuerza eléctrica.

*Prueba No. 2*: Se refirió a ¿Qué sabemos de electrostática?, formada por tres preguntas de opción múltiple, la primera pregunta estuvo dedicada a la interpretación de un fenómeno electrostático sencillo; la segunda pregunta se trató de un fenómeno de atracción por inducción y los estudiantes debían interpretarlo a través de una pregunta abierta; la tercera pregunta trató sobre la carga eléctrica de un cuerpo, se afirma que un cuerpo A está cargado positivamente y el cuerpo B está cargado negativamente, los alumnos deben explicar cada afirmación.

*Prueba No. 3*: ¿Qué sabemos de carga eléctrica?. La primera pregunta se refirió a dos cuerpos cargados por frotamiento mutuo, se separan durante un rato y se vuelven a juntar, el estudiante debe decidir sobre la carga final de los cuerpos una vez juntados. La segunda pregunta presenta el fenómeno de inducción eléctrica teniendo en cuenta dos esferas neutras y un cuerpo cargado negativamente, el alumno debía explicar qué sucede con el ordenamiento de las cargas eléctricas. La tercera pregunta presentó una esfera

neutra y una barra con carga negativa, el alumno debía indicar cómo se distribuyen las cargas positivas y las cargas negativas de acuerdo al fenómeno de inducción.

3.3.2. *Acción:* En el aula de clase y el laboratorio de Física, se realizarán las actividades que determinan el desarrollo del programa guía de actividades en varios períodos de clase. Anexo 4.

3.3.3. *Observación y reflexión:* Cada actividad desarrollada será analizada con el fin de hacer los cambios que sean necesarios; todos participan: los alumnos y el profesor investigador quien llevará su diario de las actividades y los alumnos su cuaderno de trabajo y anotaciones de sus aportes y juicios valorativos. Una evaluación de cada parte, conducirá a un trabajo escolar de acuerdo a las necesidades inmediatas en el proceso de aprendizaje del alumno.

3.3.4. *Planificación y acción:* Después de analizar las actividades realizadas por los alumnos se procedió a verificar, mediante comparaciones entre las ideas previas y las que posee actualmente respecto al concepto de Carga Eléctrica y en especial Fuerza Eléctrica, con el fin de cualificar la evolución que han tenido las ideas de los estudiantes; para que haya efectividad es necesario que cada alumno exprese sus conceptos, y por lo tanto se utilizará un cuestionario, un temario de problemas y dos prácticas de laboratorio.

3.3.5. *Observación y reflexión:* Con la información dada por los alumnos en sus respuestas a las preguntas del cuestionario, la solución de problemas y las conclusiones de las prácticas de laboratorio; se realizó un análisis con las ideas iniciales a la actividad

realizada y se pudo cualificar cómo han evolucionado las ideas sobre fuerza eléctrica y qué niveles de elaboración tenían hasta el momento. Para una mayor información se realizó una evaluación del programa guía de actividades.

## 4. Análisis de Resultados

### 4.1. Primera fase - Planeación.

#### 4.1.1 Análisis e interpretación de las ideas de los estudiantes.

##### 4.1.1.1 Primera prueba. ¿Qué sabemos de fuerza y movimiento?

###### *Primera pregunta*

Unidad de análisis. Relación entre fuerza y reposo cuando un cuerpo está quieto.

Categorías.

A. No hay fuerza en el auto porque no se mueve.

B. El auto no tiene fuerza porque existen fuerzas verticales y horizontales tales que se cancelan.

C. En el auto hay fuerzas pero todas se cancelan y por eso está en equilibrio.

La explicación de impulso y movimiento es correcta por cuanto con la aplicación de éste a un cuerpo en reposo se obtiene movimiento. 20estudiantes, de los treinta y cinco, que corresponden a un 57.14% responden la opción A porque fuerza es sinónimo de movimiento y el movimiento es consecuencia de la aplicación de una fuerza. No se refieren a la fuerza normal y al peso del auto. Otros relacionan la cancelación de fuerzas o suma algebraica con el reposo cuando se obtiene como resultado cero, pero admiten que al estar el auto quieto si existen fuerzas pero opuestas entre sí, tal que al aplicar la primera condición de equilibrio dan cero. Por lo tanto equilibrio equivale a quietud a reposo, con

otras palabras los objetos inmóviles no ejercen fuerzas. Es importante que sólo el 14.28% habla del peso del cuerpo y la normal al estar quieto.

Tabla 1  
*Frecuencia por categorías, pregunta 1, prueba 1*

Pregunta 1	No. de Alumnos	Porcentaje
A	20	57.14
B	10	28.57
C	5	14.28

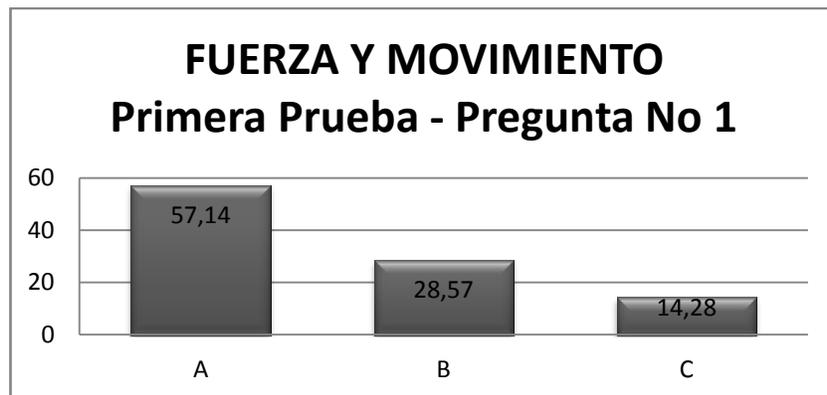


Figura 5. Porcentajes de las categorías, pregunta 1, prueba 1

*Segunda pregunta.*

Unidad de análisis. Relación entre fuerza y movimiento, cuando un cuerpo está en movimiento.

Categorías.

A. El auto tiene una fuerza que es igual al producto de su masa por su aceleración y lleva el mismo sentido del movimiento.

B. La fuerza del auto es la del motor en el sentido de su movimiento.

C. Si hay fuerza en el auto porque está en movimiento.

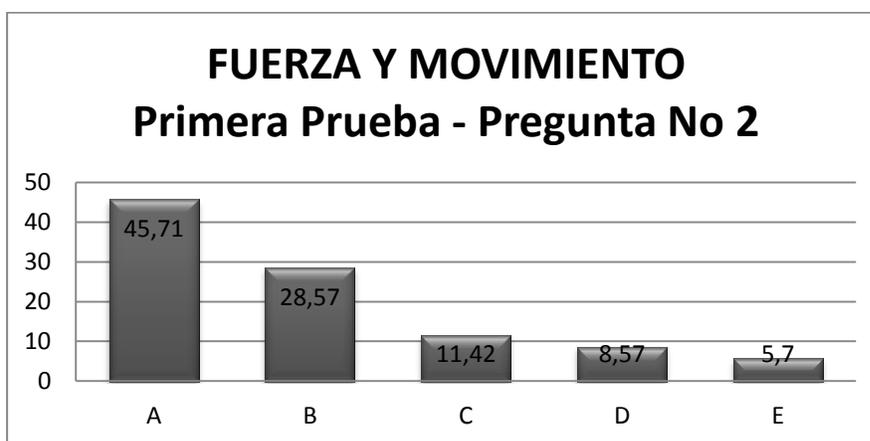
D. En el auto posee una fuerza dinámica.

E. No responden.

Tabla 2

*Frecuencia por categorías, pregunta 2, prueba 1*

Pregunta 2	No. de Alumnos	Porcentaje
A	16	45.71
B	10	28.57
C	4	11.42
D	3	8.57
E	2	5.7



*Figura 6. Porcentajes de las categorías, pregunta 2, prueba 1*

*Interpretación de la información.* Casi el 90% de alumnos tienen un enfoque relativamente Newtoniano de fuerza y movimiento, asocian el hecho de ejercer fuerzas a algo activo (personas, animales, motores). Esta es una forma de pensar muy resistente a la instrucción ya que afirman que así lo han aprendido, el 45,71% se aferra a la segunda ley de Newton, aunque se les colocó como ejemplo el caso de un carrito que desciende

un plano inclinado tal que su velocidad es constante debido a la acción conjunta de la fricción y la componente del peso; pero se obtuvo como conclusión, que existe fuerza cuando se produce movimiento.

Al hacer referencia a la segunda ley de Newton, definen a la fuerza como aquello capaz de producir aceleración y en consecuencia la fuerza del movimiento es igual a masa por aceleración. El 11.42% se refieren a la fuerza que traen los objetos en movimiento, según sus afirmaciones los objetos en movimiento poseen una fuerza que los hace mover y sus propiedades se dan de acuerdo a cada cuerpo. Otra respuesta que se puede considerar es la referente a que al estar en movimiento el auto, se debe a que posee una fuerza dinámica porque las fuerzas de reposo se anulan al sumarlas algebraicamente. En este caso tienen sus preconcepciones fijadas fuertemente y provienen de una errónea interpretación de la realidad. Los alumnos no interpretan el movimiento del auto de acuerdo a la ley del movimiento de Newton porque la desconocen debido a que al hacer mención de la fuerza no tienen en cuenta que a mayor masa habrá menor aceleración y viceversa.

*Tercera pregunta.*

Unidad de análisis. Interpretación de la fuerza aplicada y su consecuencia en un cuerpo.

Categorías.

A. En el auto existe una fuerza de resistencia y por eso no lo moverá el hombre, son fuerzas contrarias.

B. Existe una fuerza de inercia que depende del peso que lo fija al piso y es mayor que la fuerza de empuje del hombre, el rozamiento del auto es mayor.

C. La fuerza del auto es mayor que la del hombre porque el auto tiene mayor masa, hay fuerza de acción y de reacción.

D. La fuerza del peso del auto es mayor que la que le aplica el hombre, la fuerza es de contacto.

E. Otra respuesta

Tabla 3  
*Frecuencia por categorías, pregunta 3, prueba 1*

Pregunta 3	No. de Alumnos	Porcentaje
A	5	14.28
B	15	42.85
C	8	22.85
D	5	14.28
E	2	5.71

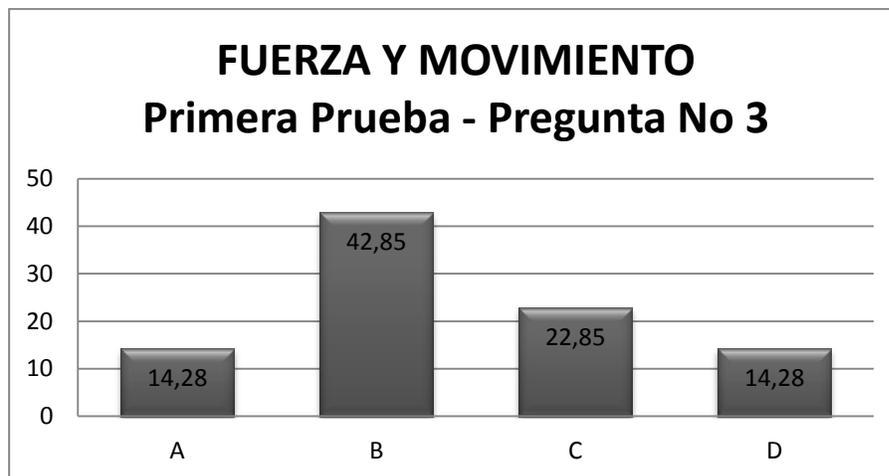


Figura 7. Porcentajes de las categorías, pregunta 3, prueba 1

*Interpretación de la información:* Las respuestas tienen en común el hecho de que el auto ejerce mayor fuerza que la ejercida por el hombre; se distingue una fuerza de acción del

hombre y una fuerza de reacción del auto, haciendo referencia a la ley de Newton de la acción y de la reacción. Esto indica que siguen limitados al texto que habla de esta ley. El 42,85% de los alumnos coinciden con la opción B, dando explicaciones que tienen que ver con la acción y la reacción, por lo tanto la intervención de dos cuerpos. En esta afirmación, se refieren a la existencia de rozamiento en el auto; también relacionan los alumnos que responden la opción D, el peso del auto y el peso del hombre. La opción C, complementa la existencia de la fuerza en el auto pero mayor que la del hombre y por lo tanto no se mueve el auto. Esto explica el hecho del movimiento de un cuerpo debido a una fuerza sólo cuando una fuerza aplicada es mayor que la ejercida por el cuerpo que la recibe. Por tanto la interacción entre los cuerpos implica la existencia de una fuerza por el contacto entre los cuerpos, son irrelevantes los valores de las masas que interactúan.

La otra respuesta dada por los alumnos se refiere al caso en el cual afirman que la fuerza ejercida por el hombre o acción debe tener otra fuerza ejercida por el auto: de reacción para que los cuerpos se muevan; afirman que se cumple la ley de acción y de reacción.

#### 4.1.1.2 Segunda prueba. ¿Qué sabemos sobre electrostática?

##### *Primera pregunta*

Unidad de análisis. Interpretación de la electrización por frotamiento como intercambio de cargas entre cuerpos frotados.

Categorías.

A. Por efecto aparecen cargas en el lapicero donde no las había tenido.

B. Entre lapicero y trapo hay un intercambio de cargas eléctricas.

C. El efecto de frotamiento entre lapicero y trapo de lana hace que el fluido eléctrico que está en el lapicero salga originando un campo eléctrico alrededor de él.

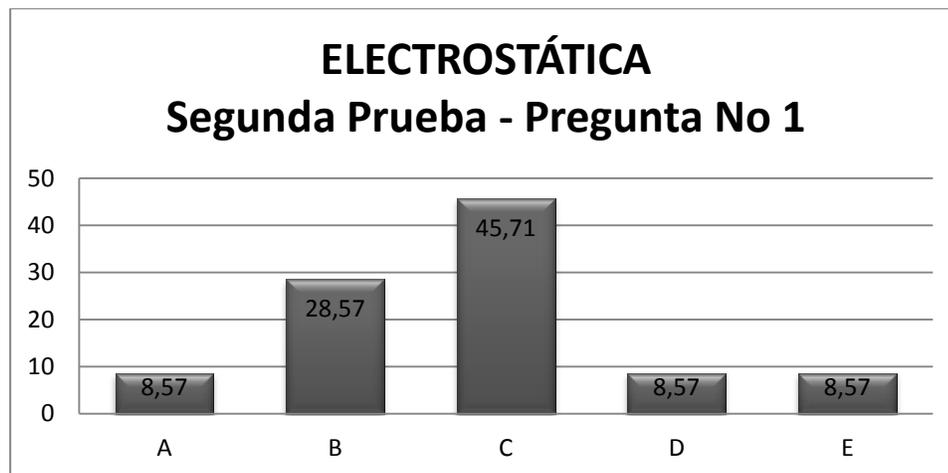
D. El trapo de lana le pega carga eléctrica al lapicero.

E. No contestaron o tienen explicaciones sin sentido

Tabla 4

*Frecuencia por categorías, pregunta 1, prueba 2*

Pregunta 1	No. de Alumnos	Porcentaje
A	3	8.57
B	10	28.57
C	16	45.71
D	3	8.57
E	3	8.57



*Figura 8. Porcentajes de la categorías, pregunta 1, prueba 2*

*Interpretación de la información:* Todas las respuestas tienen en común que el frotamiento crea un campo eléctrico en el cuerpo frotado y debido a este campo eléctrico puede atraer a otras cargas por ejemplo papelititos blancos que tienen carga positiva.

Dan una explicación de campo eléctrico haciendo referencia a un campo de fuerza que influye sobre los cuerpos que existen alrededor del cuerpo que tiene campo eléctrico. En realidad no hay una concepción de Campo Eléctrico que se ajuste al concepto de su

Taller (Práctica) a pesar que todos los alumnos han cursado asignaturas donde necesariamente han tratado y aplicado dicho concepto; pero en algunos casos se remiten al libro o texto guía porque lo leyeron así, de esta manera se puede comprobar que en esta respuesta se quedan en lo memorístico. 16 alumnos que son el 45,71% responden la opción C, porque creen que al frotar el lapicero con la lanilla o trapo las cargas negativas del trapo fluyen hacia el lapicero; la palabra fluyen lo entienden como el movimiento de las cargas en línea recta. Otras respuestas se refieren a la creación de campo eléctrico en el lapicero por el frotamiento. El frotamiento lo relacionan con el desorden de las cargas en el lapicero y por lo tanto la creación del campo eléctrico.

*Segunda pregunta.*

Unidad de análisis. Influencia del objeto cargado por inducción y por emisión de carga.

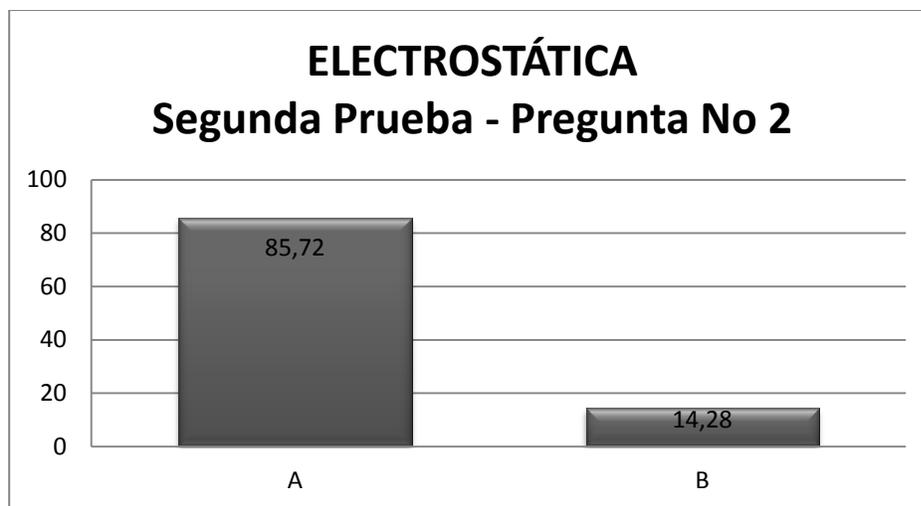
Categorías.

A. No hay atracción entre la barra de madera horizontal y la bolita de poliuretano porque la barra no es conductora, entonces no hay transporte de carga.

B. Si hay atracción entre la barra de madera horizontal y la bolita porque el plástico atrae a la madera y la madera a la bolita.

Tabla 5  
*Frecuencia por categorías, pregunta 2, prueba 2*

Pregunta 2	No. de Alumnos	Porcentaje
A	30	85.72
B	5	14.28



*Figura 9.* Porcentajes de la categorías, pregunta 2, prueba 2

*Interpretación de la información:* En esta respuesta demuestran la aplicación del concepto del flujo de cargas eléctricas, por cuanto al darle a la madera la característica de no conductora se debe a que por ella no pueden pasar las cargas eléctricas. Olvidan la existencia del fenómeno de inducción eléctrica, en otras palabras confunden el concepto de flujo de cargas eléctricas con el concepto de inducción eléctrica.

Algunos alumnos condicionan el paso de cargas eléctricas de la bolita la madera y el plástico sólo si están en contacto entre sí, porque el plástico atrae a la madera y ésta a la bolita. Treinta alumnos (el 85,72%), interpretan el fenómeno no como un movimiento de cargas entre los extremos de la barra de madera. No tienen una idea clara del fenómeno de inducción eléctrica que no se explica en la pregunta. En consecuencia, los alumnos no asimilan en su esquema conceptual que toda la materia es de naturaleza eléctrica y por eso a la hora de interpretar los fenómenos se tienen concepciones cercanas a la teoría del fluido único. Otras respuestas relacionan la carga del plástico y la bolita afirmando que tienen la misma carga; una respuesta errónea consiste en asegurar que no hay atracción

porque el plástico no produce campo magnético y finalmente, porque el plástico no está cargado.

*Tercera pregunta.*

Unidad de análisis. Carga positiva o carga negativa de un cuerpo.

Categorías.

A. Un cuerpo está cargado positivamente cuando tiene mayor cantidad de protones en su estructura interna. Un cuerpo tiene carga negativa cuando tiene mayor número de electrones.

B. Los cuerpos positivos y los cuerpos negativos se pueden atraer por tener carga eléctrica contraria.

C. Los cuerpos se pueden atraer por el campo eléctrico de cada uno.

D. Los cuerpos se atraen por el campo magnético que tienen.

E. No contestaron

Tabla 6  
*Frecuencia por categorías, pregunta 3, prueba 2*

Pregunta 3	No. de Alumnos	Porcentaje
A	18	51.42
B	7	20
C	4	11.42
D	3	8.51
E	3	8.51

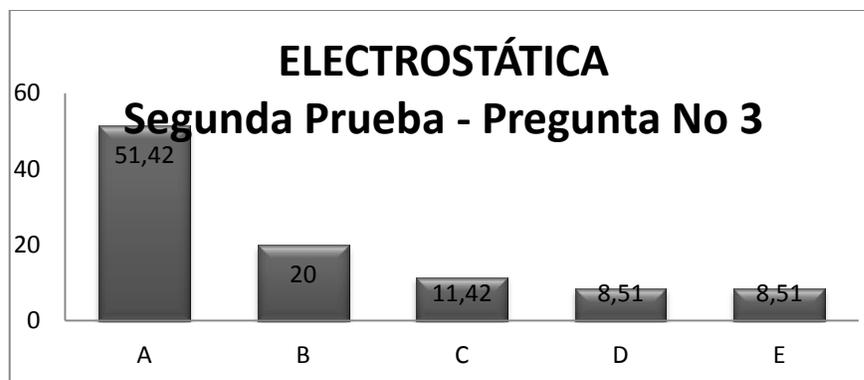


Figura 10. Porcentajes de la categorías, pregunta 3, prueba 2

*Interpretación de la información.* Más del 90% alumnos se refieren al concepto de carga eléctrica positiva de un cuerpo, ella existe porque el cuerpo tiene exceso de protones, de análoga manera identifican a un cuerpo cargado negativamente por el exceso de electrones en su composición. El 51.42% lo aseguran como única razón, dos alumnos trazan líneas de campo eléctrico entre los dos cuerpos, no dan explicaciones de estas líneas, sólo se limitan a responder que así las han graficado siempre porque el profesor de taller así les dijo y les hizo la gráfica. Es una respuesta de tipo memorístico por ser el resultado del transmisionismo en el aula de clase. El 11,42% de los alumnos afirman que se produce un campo eléctrico alrededor de cada cuerpo debido a su carga y dependiendo de la distancia con otros cuerpos se pueden atraer entre sí. Un alumno afirma que por estar los cuerpos muy separados no existe entre ellos fuerza eléctrica. Tres alumnos confunden el concepto de campo eléctrico con el concepto de campo magnético, aseguran que los cuerpos se atraen por el campo magnético que tiene cada uno. Aseguran que el campo eléctrico sólo existe en una carga eléctrica en reposo, pero cuando existen varias cargas positivas o negativas en el cuerpo produce un campo magnético. Es evidente

que los alumnos saben en su mayoría cuando un cuerpo está cargado positivamente y cuando un cuerpo está cargado negativamente.

#### 4.1.1.3 Tercera prueba. ¿Qué sabemos de carga eléctrica?

*Primera pregunta.*

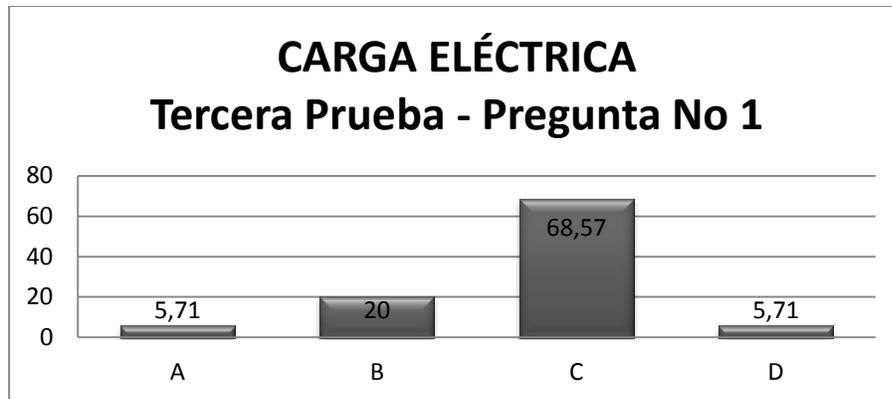
Unidad de análisis. Reconocimiento sobre el frotamiento mutuo entre dos cuerpos y su consecuencia: La producción de cargas iguales y de signo contrario.

Categorías.

- A. El cuerpo A tiene sólo carga positiva.
- B. El cuerpo B tendrá la misma carga que A.
- C. Al frotar los cuerpos y después separarlos no sufren alteraciones, las cargas vuelven a su equilibrio.
- D. No contestaron

Tabla 7  
*Frecuencia por categorías, pregunta 1, prueba 3*

Pregunta 1	No. de Alumnos	Porcentaje
A	2	5.71
B	7	20
C	24	68.57
D	2	5.71



*Figura 11.* Porcentajes de la categorías, pregunta 1, prueba 3

*Interpretación de la información.* El 68,57% de respuestas se refieren a la opción C dando justificación en las cuales afirman que si se frota entre sí los cuerpos a los dos les pasará lo mismo, tendrán la misma cantidad de carga eléctrica o el mismo nivel eléctrico, porque al separarlos no habrá alteraciones y a la vez las cargas vuelven rápidamente a su equilibrio.

Respecto a la opción A, dan como razón que las cargas positivas que le hacen falta a A las adquiere por el exceso que tiene el cuerpo B. Se toma el efecto de frotamiento como no necesario para hacer equilibrio eléctrico entre dos cuerpos.

La opción B, no hay alteraciones porque los cuerpos al frotarlo y separarlos se obtiene equilibrio rápidamente; indican entonces que al frotar dos cuerpos se tendrá como consecuencia inmediata el contacto entre los dos y no con otros cuerpos.

Como razones no significativas se tienen las que afirman sobre el frotamiento como un acto de desequilibrio de carga y con el tiempo vuelven al equilibrio; por lo tanto no le dan existencia a la propuesta.

*Segunda pregunta.*

Unidad de análisis.

Interpretación de la atracción entre cargas eléctricas y la electrización por contacto para dos cuerpos.

Categorías.

- A. En todas las esferas se manifiesta carga negativa por el efecto de inducción.
- B. En todas las esferas se manifiesta carga positiva porque la varilla tiene carga negativa.
- C. En la esfera de la izquierda se tiene carga positiva y en la esfera derecha se tiene carga negativa por el efecto de inducción.
- D. Las dos últimas esferas quedan con carga positiva porque *se* retiran y la varilla tiene carga negativa.

Tabla 8  
*Frecuencia por categorías, pregunta 2, prueba 3*

Pregunta 2	No. de Alumnos	Porcentaje
A	11	31.42
B	11	31.42
C	8	22.85
D	3	8.57

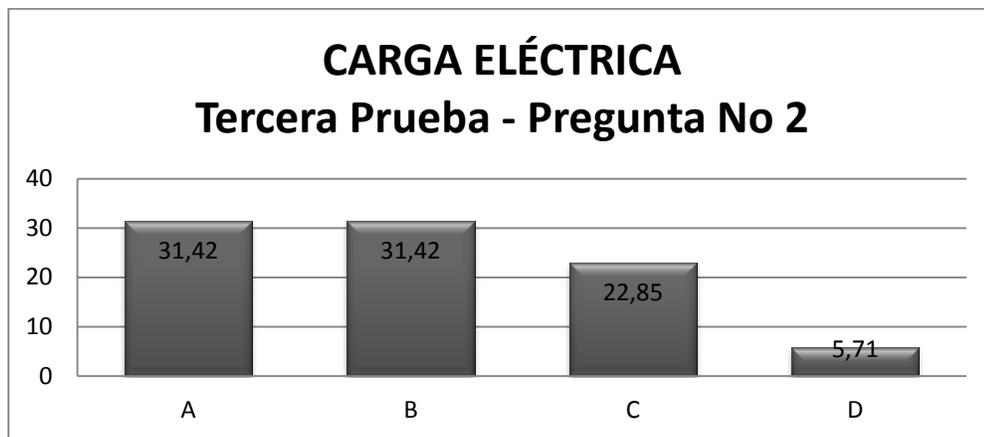


Figura 12. Porcentajes de la categorías, pregunta 2, prueba 3

*Interpretación de la información.* Los alumnos en un porcentaje del 62.84% responden la secuencia incorrecta y dan como razones que al acercar las esferas existirá solamente un

ordenamiento de cargas, pero no tienen en cuenta el contacto entre ellas, finalmente concluyen que los cuerpos permanecen neutros.

Para la secuencia correcta que presenta el 22.85% escriben como razón el hecho de que las esferas crean entre ellas un campo eléctrico y las cargas se reordenan porque se mueven al crear las esferas el campo eléctrico, no mencionan la fuerza eléctrica. Dos alumnos no contestan porque no existen fuentes que produzcan electricidad.

Con esto se comprueba que los alumnos no identifican la atracción entre cargas eléctricas de igual o diferente signo. Tampoco reconocen la electrización por contacto.

*Pregunta tres.*

Unidad de análisis. Interpretación de la inducción eléctrica entre dos cuerpos.

Categorías.

A. Las cargas se reordenan por efecto de la inducción eléctrica, la esfera queda positiva.

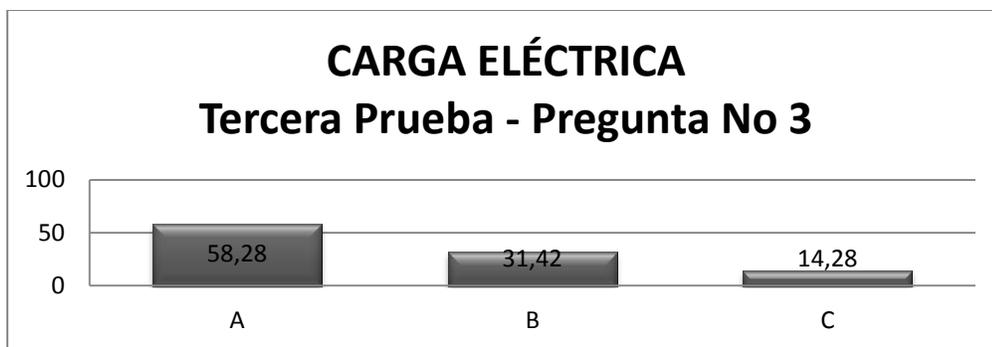
B. La esfera queda lo mismo porque los campos eléctricos de la esfera y de la barra no tienen alteración.

C. No contestaron

Tabla 9

*Frecuencia por categorías, pregunta 3, prueba 3*

PREGUNTA 3	No. Alumnos	Porcentaje
A	19	58.28
B	11	31.42
C	5	14.28



*Figura 13.* Porcentajes de la categorías, pregunta 3, prueba 3

*Interpretación de la información.* A los alumnos se les presentó una secuencia para que utilizando el signo más (+) o el signo menos (-) localizaran las cargas positivas representadas con el signo más y las cargas negativas representadas en el signo menos.

La opción A se refiere a la razón dada por el 58,28% de los alumnos para justificar la secuencia gráfica hecha y corresponde a la respuesta correcta que se esperaba. Con esto vemos que la mayoría de los alumnos identifica la inducción eléctrica entre dos cuerpos y a la vez la atracción entre dos cargas eléctricas especialmente una positiva y una negativa, porque explican el reordenamiento de cargas debido a la carga que existe entre los cuerpos, es importante la referencia a la fuerza eléctrica entre las cargas eléctricas como origen de la inducción eléctrica entre los dos cuerpos.

En la opción B, hacen referencia a los campos eléctricos tanto de la esfera como de la barra pero no explican la inducción ni se refieren a las cargas eléctricas; la secuencia presentada no es correcta. Los campos eléctricos no sufren alteraciones entre cuerpos cargados en la inducción eléctrica, si los cuerpos se tocaran los campos eléctricos tendrían influencia. No se tiene claridad de la inducción eléctrica porque la relacionan con

el campo eléctrico entre las cargas que varía entonces existirá inducción, y sólo aceptan variación cuando los cuerpos tienen contacto.

## *4.2. Segunda fase – acción*

### *4.2.1. Diseño e implementación del programa de actividades sobre fuerza eléctrica.*

Nuestro mundo actual abarca toda una cultura y necesariamente una de sus partes corresponde a la actividad cotidiana que está rodeada de dispositivos eléctricos de toda clase, aparatos de sonido, computadoras y mucho más. Conviene comprender qué hace mover todos estos aparatos y encontramos a la electricidad entonces nos preguntamos en primer lugar: ¿Qué es la electricidad?

La experiencia en la actividad docente muestra que el aprendizaje de conceptos fundamentales de electricidad en el ciclo de la enseñanza media vocacional presenta algunas dificultades debido a la no consideración de las ideas previas de los estudiantes; la no consideración de la evolución histórica de la disciplina y la diferencia entre la experiencia vital de los alumnos y los conceptos básicos de la disciplina muy alejados de su experiencia cotidiana.

Esta guía (ver anexo 4 y 5) se ha elaborado teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes sobre electricidad especialmente las relacionadas con su experiencia cotidiana. En esta guía se considera la electricidad en reposo. Conocemos que la materia exhibe sus características básicas mediante interacciones entre los objetos materiales. La interacción que al cabo de los siglos ha llegado a conocerse como eléctrica, proviene de una propiedad fundamental de la materia que llamamos carga. Con esta guía nos proponemos ordenar el trabajo de los estudiantes para lograr un análisis cualitativo del

concepto de fuerza eléctrica entre dos cargas, luego su análisis cuantitativo, finalmente la observación de la fuerza eléctrica en un montaje experimental; para llegar a una comprensión del concepto de fuerza eléctrica de tal manera que no sea para el momento de actividad escolar sino que perdure como fundamento científico en el conocimiento que tiene el estudiante.

#### *4.3. Tercera Fase – Observación Y Reflexión Sobre La Implementación Del Programa*

##### *Guía de Actividades*

##### *4.3.1. Sesión 1. Carga Eléctrica.*

Después de dar las explicaciones sobre el desarrollo de la actividad en el aula de clase, el 80% de ellos se dedicaron a utilizar el texto guía aunque se había advertido que no se debía acudir al texto; otros al sentirse en desventaja solicitaron permiso para ir a la biblioteca del colegio a traer un libro de física. Se hizo la observación sobre la no utilización del texto guía para desarrollar la guía.

Los alumnos tomaron una actitud nerviosa porque se enfrentaron a un examen final sobre la electricidad, algunos iniciaron dando conceptos en voz alta en un grupo, en otro grupo comprendieron que se trataba de expresar sus conceptos teniendo en cuenta lo visto en su práctica de electrónica.

Transcurridos unos cincuenta minutos, los alumnos de los siete grupos de cinco integrantes cada uno estaban trabajando con mucho interés. Su disposición por parte de cada uno para enlazar cada concepto del nuevo material con los conceptos que ya tiene fue patente. Con esto, los alumnos demuestran una estructura cognitiva apropiada por cuanto puede relacionar algunos conceptos de su experiencia con nuevos conceptos que le presenta la guía de trabajo.

Después de los primeros noventa minutos, se trabajó la idea cualitativa de carga eléctrica, las formas de cargar un cuerpo y la idea cualitativa de atracción o repulsión entre cargas eléctricas. Los alumnos siguen pegados a los conceptos dados por el texto, al expresar sus definiciones ante los demás grupos daban razones a sus afirmaciones que así lo expresaba el libro, dos grupos expresaron sus opiniones según su experiencia y conocimiento adquirido en el taller de su especialidad. Curiosamente dos grupos exponen conceptos contradictorios, los integrantes que son seis en total dan razones afirmando que lo aprendieron así en sus prácticas de taller de electrónica.

Las afirmaciones se refieren a: La carga de un cuerpo es la masa que compone el cuerpo. Un cuerpo está cargado positivamente cuando lo acercamos a un cuerpo que esté con carga positiva. Un cuerpo está cargado negativamente cuando lo acercamos a un cuerpo que está con carga negativa. Un cuerpo es buen conductor porque está compacto. Un cuerpo es buen conductor porque es metálico. Un cuerpo no es buen conductor o aislador porque no es metálico. Siempre relacionan el buen conductor con un metal y sólo con el metal.

Las anteriores afirmaciones son hechas por dos grupos de estudiantes (cada uno de cinco) y centran sus razones de manera categórica en que así lo han comprobado en el taller y el profesor de taller así lo dijo.

Los demás alumnos hacen aclaraciones, haciendo un llamado de atención a sus compañeros sobre el error que cometen al mantener sus afirmaciones, se establece un debate y se comprometen a consultar en algunos textos que profundicen el tema para llegar al convencimiento y aceptar que están metidos en el círculo vicioso de su error.

El debate sirve para detectar interpretaciones de los estudiantes de Undécimo Grado sobre el concepto de carga eléctrica y sus manifestaciones. Considero que éste es

el primer paso que pone en marcha un proceso en el que se trabaja con las representaciones de los estudiantes con el fin de hacerlas evolucionar, teniendo en cuenta que éstas no suponen un conocimiento estático, sino mutable a través de su reorganización conceptual, en tanto sean utilizadas para construir o reconstruir nuevos significados.

Los alumnos hacen comentarios de la actividad realizada las cuales se pueden sintetizar en lo siguiente:

- Es una actividad que dinamiza la clase TTL (Tiza-Tablero y Labio) hasta eliminar la exposición impuesta por el profesor.
- Le permite a cada alumno pensar sobre la experiencia que tiene de los temas a tratar en una clase.
- Sirve para corregir errores de conceptos de carga eléctrica de cuerpos con carga positiva, de cuerpos con carga negativa y los conceptos de buenos y malos conductores; que se tenían desde las prácticas de taller.
- La clase se convierte en un debate dónde se puede ver quienes saben de verdad los conceptos y quienes tenemos errores y los alumnos participan y el profesor modera.
- Los conceptos tratados en la clase son aprendidos fácilmente y de manera precisa que de seguro a uno no se le olvidarán.
- Es un método didáctico propio para la clase de física que ante todo debe ser práctica.
- Es una metodología en la clase que nos anima a ponernos pilas y leer el libro para la próxima clase y opinar bien, y no quedar mal porque hemos olvidado muchas cosas.

Algunas dificultades que se presentaron para el desarrollo de la guía fueron relacionados con la actitud de algunos alumnos al condicionar su trabajo como una actividad de grupo que obligadamente implica una calificación; otros inicialmente la identificaron como un examen en grupo que puede rajarse o corchar.

También algunos estudiantes sin leer la guía de trabajo vieron como única vía de solución acudir al texto guía por eso su primera acción fue pedir permiso para salir del salón y prestar un texto de física en la biblioteca del colegio para dar respuesta a las preguntas propuestas.

Esta parte de la guía se desarrolló durante cuatro horas de clase; los alumnos se dividieron en siete grupos de cinco cada uno y de acuerdo a los siguientes pasos:

- I. Escribir las respuestas a las preguntas de acuerdo a los conceptos que saben los alumnos. Cada grupo discute y trabaja.
- II. Cada grupo lee la respuesta acordada y explica sus razones.
- III. Conclusión teniendo en cuenta cada pregunta.

#### *4.3.2. Sesión 2. Fuerza eléctrica.*

Todos los alumnos llegaron con texto en mano, aunque su uso no lo hicieron de entrada; con más tranquilidad se dedicaron a dar respuesta a cada pregunta, en realidad demostraron más seguridad y orden. El ambiente de trabajo fue más ágil, las experiencias de la primera sesión fueron tenidas en cuenta.

Respecto al concepto de carga puntual fue rápida la deducción y el acuerdo. La interacción entre cargas, especialmente entre dos cargas. Inicialmente se presenta la duda de cómo puede existir interacción entre dos cargas puntuales, saben que son atraídas entre sí pero no identifican la fuerza; saben que hay una proporcionalidad inversa entre la

fuerza de atracción cuando una carga puntual es positiva y la otra carga puntual es negativa y la distancia entre las dos cargas especialmente la distancia al cuadrado. Esta duda pertenece al grupo que da sus conceptos y no permite que les hagan cuestiones, se consideran únicos en el conocimiento de la electricidad, en otras palabras se oponen al cambio de sus concepciones.

Los demás grupos hicieron su análisis teniendo en cuenta que así como existe una fuerza gravitacional entre dos cuerpos, según la ley de Gravitación Universal de Isaac Newton, suponen que se cumple lo mismo entre dos cargas puntuales. Por lo tanto utilizan la ley de Gravitación Universal como la simulación de la atracción entre dos cargas eléctricas puntuales.

Para la definición operativa de fuerza eléctrica toman como referencia la ley de Gravitación Universal de Isaac Newton; sus razones, hay una de importancia para el caso: El año pasado el profesor de taller les aseguró que la ley de Gravitación Universal era lo mismo que la ley de Coulomb.

El debate se hace con orden y los estudiantes participan con más seguridad, se aclaran muchas dudas, se hace precisión de algunos conceptos, se utilizan gráficas para indicar el vector fuerza eléctrica, finalmente mediante un análisis cualitativo del concepto de fuerza eléctrica, sus elementos, la variación de estos elementos y la influencia en la fuerza eléctrica. La ley de Coulomb se da como una conclusión al concepto de fuerza eléctrica; los estudiantes utilizan gráficas para trazar la fuerza eléctrica y terminan enunciando la ley de Coulomb.

Los comentarios respecto a la actividad de esta segunda sesión se resumen en los siguientes puntos:

- Esta segunda parte fue más dinámica porque ya sabíamos la metodología para desarrollar las actividades propuestas.
- Nos sentimos más seguros para participar con las opiniones de acuerdo a los conceptos que sabemos sobre las cargas eléctricas.
- Estábamos convencidos que la ley de Gravitación Universal de Newton era la misma ley de la fuerza eléctrica pero para cargas eléctricas que se atraen o se rechazan.
- Entendimos mejor los conceptos porque se hicieron explicaciones por medio de gráficas, así se aprende con más precisión.
- Con esta metodología aprendemos para no olvidar y para aplicar ya con los conceptos claros en nuestras prácticas y nuestra casa.

Los estudiantes se adaptaron rápido a la actividad, hubo más interés y mejor participación espontánea porque ya no acudían a sus apuntes para dar respuestas o para expresar su razón a las afirmaciones sobre la fuerza eléctrica.

Un grupo de cinco estudiantes siguen aferrados a la creencia que la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales depende de la masa de las cargas porque a mayor masa se tiene mayor carga, porque así lo describe la ley de Gravitación Universal, por lo tanto la fuerza eléctrica puede ser una fuerza de Gravitación pequeña. La otra razón a la cual acuden es a la explicación dada por el profesor de teoría de la electricidad en el taller.

Los estudiantes plantean ejemplos para refutar la opinión sobre la fuerza eléctrica como la de indicar que dos cuerpos pueden tener mucha masa pero no necesariamente estar cargados, pueden estar neutros eléctricamente. Con este ejemplo los alumnos

aceptan que su afirmación es errónea y en realidad la fuerza eléctrica no depende de las masas de las cargas eléctricas.

Para terminar se hace una descripción gráfica del vector fuerza eléctrica, para casos especiales de tres cargas y cuatro cargas.

#### *4.3.3. Sesión 3: Desarrollo experimental de fuerza eléctrica.*

Los estudiantes en cada grupo exponen sus ideas sobre el experimento que construirán para aplicar lo aprendido de fuerza eléctrica. Escriben un proyecto teniendo en cuenta: Nombre del experimento, objetivo, procedimiento o ejecución, análisis de datos obtenidos y conclusión. Finalmente se hace una cartelera por grupo la cual describe el concepto y representación de fuerza eléctrica.

Las propuestas fueron tomando forma en las dos primeras horas de actividad; en las otras escribieron la segunda parte, utilizando vocabulario propio de su nivel escolar.

Una primera dificultad consistió en la redacción del objetivo y la explicación de lo que se quiere comprobar. Las preguntas de cada grupo para aclarar sus dudas para elaborar la propuesta del experimento. Los estudiantes sugieren que en las próximas dos horas se dedicaran a la elaboración del experimento y luego los expondrán en la respectiva clase.

Los experimentos presentados fueron los siguientes:

- Las dos esferas.
- Las placas cargadas y la fuerza eléctrica.
- Las barras y la fuerza eléctrica.
- El parque de la fuerza eléctrica.
- Carga y fuerza eléctrica.

- Cargas positivas y la fuerza eléctrica.
- El frotamiento y la fuerza eléctrica.

Cada grupo expone lo realizado y da sus razones a cada paso elaborado. Los demás estudiantes deben dar sus conclusiones, escribirlas de acuerdo con cada trabajo presentado. La mayoría de estudiantes se limitan a demostrar que existe fuerza eléctrica utilizando las dos barras: Una de plástico transparente y la otra de material PVC; luego le siguen el uso de las dos barras y las dos esferas. Las barras son frotadas con un paño y son utilizadas de diferentes maneras por cada grupo.

Es interesante cada exposición y cada trabajo presentado; la conclusión que explican también es común en todos los grupos y se refiere a la característica dada a la fuerza eléctrica como una fuerza a distancia que depende de la naturaleza eléctrica de las dos cargas puntuales o cuerpos con carga eléctrica utilizados.

Las carteleras indican a la fuerza eléctrica como vector, la mayoría de los ejemplos los relacionan con la vida cotidiana, hacen una simulación de carga eléctrica positiva y carga eléctrica y la fuerza eléctrica de atracción con la atracción entre un hombre y una mujer.

En la explicación de las carteleras hay unificación de criterios y los conceptos son claros y precisos sobre la fuerza eléctrica, solamente se hacen aclaraciones sobre el significado de algunas frases utilizadas en las afirmaciones.

La opinión de los alumnos sobre la actividad desarrollada se identifica en dos afirmaciones:

- Permite la actividad exponer la creatividad de los alumnos.

- La actividad es la mejor manera de aprender los conceptos de física especialmente de la electricidad.

En cuanto a las dificultades que se hayan presentado, no fueron evidentes por cuanto ya todos los integrantes de los grupos sabían su trabajo y función que debían cumplir, nadie se quedó quieto, se llegó al nivel de competencia entre la mayoría de los alumnos. Cada uno quería exponer su trabajo de la mejor manera posible.

#### *4.4. Cuarta fase – Planificación y acción*

##### *4.4.1. Evolución de las ideas de los estudiantes.*

Con el fin de indagar si el aprendizaje logrado por ellos a través del desarrollo del programa-guía de actividades ha sido significativo, se diseñaron e implementaron dos actividades en las cuales tuvieron que aplicar los conceptos elaborados: Cuestionario y dos actividades prácticas.

##### *4.4.1.1 Análisis de los resultados del cuestionario*

Teniendo en cuenta el desarrollo del programa-guía de actividades se propusieron tres preguntas como evaluación final para analizar qué concepto tiene ahora el estudiante de undécimo grado sobre Fuerza Eléctrica después del proceso dado para favorecer su aprendizaje se ha tenido en cuenta lo que sabe cada uno sobre electrostática y fuerza eléctrica. (Ver Anexo 6 , Cuestionario Sobre Electrostática: Fuerza Eléctrica).

De los treinta y cinco alumnos, treinta y dos responden satisfactoriamente el cuestionario y sus razones tienen argumentos científicos, a la vez se fundamentan en estructuras matemáticas que evidencian su verdad.

Algunas afirmaciones sobre la existencia de la fuerza eléctrica dada por dos estudiantes: la fuerza eléctrica es una fuerza constante porque las cargas eléctricas no se mueve, están en reposo. Esto indica que los alumnos normalmente asocian la fuerza eléctrica entre dos cargas eléctricas con el reposo entre las dos cargas eléctricas, una noción bien adaptada al mundo con razonamiento.

Un estudiante hace una gráfica para asegurar que si existe fuerza eléctrica entre dos cargas eléctricas, porque se puede representar el vector fuerza que es el resultado de otros vectores fuerza entre dos cargas eléctricas en reposo. Lo que quiere decir con "fuerza eléctrica" no obstante, no es lo mismo que lo que entiende como tal un físico. De esta manera vemos que en casos como éste que las concepciones de los estudiantes tienen sentido dentro de su propia manera de ver las cosas. En este sentido, no están equivocados, simplemente interpretan de un modo diferente.

Es importante, que para comprender el pensamiento de los estudiantes debemos preguntarnos: ¿De qué manera tiene sentido esta idea?.

Los tres alumnos que no responden satisfactoriamente a la prueba aseguran que cada carga eléctrica posee una fuerza eléctrica pero al relacionar dos cargas eléctricas teniendo en cuenta esta característica no existe fuerza eléctrica. En diálogo con los alumnos existen a manera de razón que siempre trabajaron el concepto de fuerza eléctrica de esa manera y su aplicación utilizando el vector fuerza eléctrica de acuerdo a la Ley de Coulomb. Aquí se comprueba que las ideas de los estudiantes no pueden cambiarse fácilmente mediante la instrucción, no podemos asegurar que estas ideas son un conjunto

fijo o estático de nociones, se pueden calificar como una serie de posibles "modos de ver" de que disponen los estudiantes y que pueden ser ensayadas en situaciones novedosas; algunos investigadores las llaman herramientas para aprender y forman una base para adquirir nuevas comprensiones mediante una forma de razonamiento analógico.

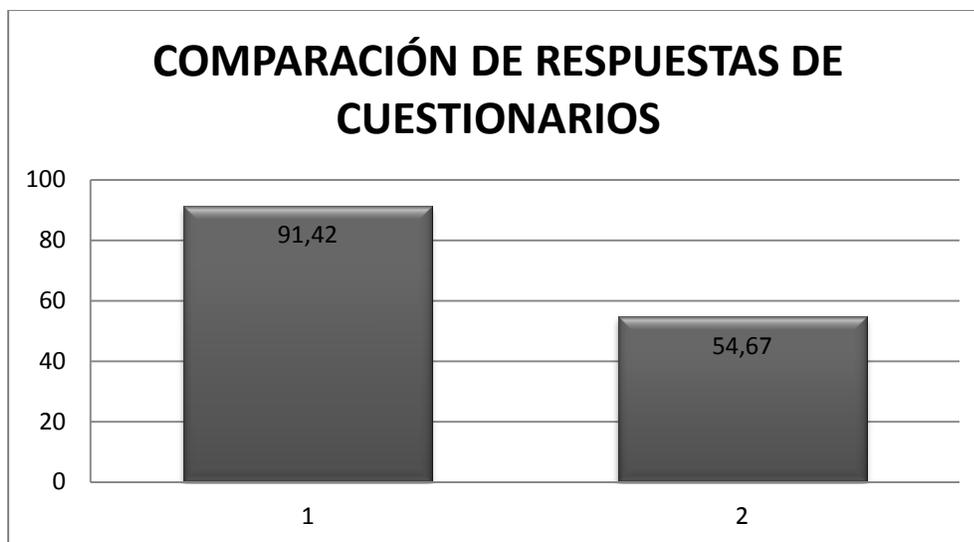
Los treinta y dos alumnos que dieron respuesta satisfactoria, han identificado la acción de una carga eléctrica sobre la otra carga eléctrica positiva colocada a una distancia  $r$ , teniendo en cuenta el significado vectorial de la fuerza eléctrica.

En general de la fuerza eléctrica han analizado: su existencia como una fuerza a distancia; su existencia en las cargas eléctricas; identificación de la fuerza eléctrica como un vector; reconocimiento de la fuerza eléctrica de una carga eléctrica sobre otra carga eléctrica.

Comparando las respuestas dadas en el primer cuestionario sobre electrostática con las respuestas dadas en el presente cuestionario sobre fuerza eléctrica se tiene en cuenta que el estudiante haya cambiado en parte o en gran parte o en total algunos criterios sobre carga eléctrica dados en sus respuestas, que daban a entender el concepto de fuerza eléctrica condicionado a la existencia de parámetros que no corresponden a las cargas eléctricas. La comparación gráfica se puede observar en la Figura No. 14.

Comparación de Respuestas de Cuestionario antes (2), con cuestionario (1) después de la guía de trabajo.

1. Cuestionario después de la guía de trabajo, porcentaje correspondiente a treinta y dos estudiantes que dieron respuestas correctas sobre fuerza eléctrica.
2. Cuestionario antes de la guía de trabajo, porcentaje correspondiente a diez y nueve estudiantes que dieron respuestas correctas acerca de la fuerza eléctrica.



*Figura No. 14.* Comparación de respuestas de cuestionario antes (2), con cuestionario (1) después de la guía de trabajo.

#### 4.4.1.2 Análisis de los resultados de las prácticas

La participación de todos los grupos (once grupos de tres y un grupo de dos estudiantes) en el desarrollo del trabajo dado en cada uno de los pasos de las guías de laboratorio, (Anexo 7 y 8) fue total, el ánimo de hacer las cosas de la mejor manera, el diálogo, el acuerdo, el desacuerdo y demás aspectos propios de un equipo de estudiantes que quiere encontrar algo parecido a un descubrimiento a partir del concepto de fuerza eléctrica comentado, discutido y analizado en el aula.

Todos los grupos realizaron las dos experiencias propuestas y escribieron como respuesta de cada práctica, lo siguiente:

### *Práctica A.*

La barra de vidrio ejerce mayor fuerza eléctrica sobre el hilo de agua que cae y la barra de PVC ejerce menor fuerza eléctrica sobre el hilo de agua que cae; porque la barra de vidrio recibe mayor carga eléctrica cuando es frotada con la seda.

La barra de vidrio ejerce mayor fuerza eléctrica de repulsión sobre el hilo de agua que cae porque la barra tiene mayor cantidad de carga eléctrica positiva debido al frotamiento realizado con la seda.

La barra de vidrio ejerce mayor fuerza eléctrica de repulsión sobre cada partícula o carga eléctrica negativa que compone el agua que cae como un hilito porque la barra de vidrio recibe con facilidad más cargas eléctricas positivas cuando se frota con la seda.

La barra de vidrio ejerce mayor fuerza de repulsión sobre el hilo de agua que cae porque, la barra de vidrio recibe con facilidad mayor número de protones o cargas positivas y como el agua tiene cargas positivas por ser agua entonces existe una fuerza de repulsión con la barra de vidrio. La barra de PVC ejerce también fuerza eléctrica, pero en menor intensidad que la barra de vidrio.

Todos los grupos en su conclusión escriben que sí existe fuerza eléctrica entre las partículas que componen el agua y cada barra que posee cargas eléctricas positivas debido al frotamiento efectuado con la seda.

### *Práctica B.*

Lo que sucede con cada barra, es que adquieren carga eléctrica por frotación y cada esfera de icopor tiene su carga eléctrica opuesta por lo tanto hay una fuerza eléctrica de atracción entre cada esfera y cada barra. El fenómeno físico presentado es la fuerza eléctrica de atracción.

Lo que sucede con cada barra es que ejercen una fuerza eléctrica de atracción sobre cada esfera, cada barra tiene cargas eléctricas y cada esfera tiene cargas opuestas y por eso hay fuerza de atracción porque las cargas de diferente signo se atraen. El fenómeno presentado es la atracción entre cargas eléctricas de diferente signo.

Lo que sucede con cada barra y cada esfera es que existe un compartir de cargas eléctricas con cada barra y el papel cuando se frota, cada barra queda con bastante carga eléctrica y como cada esfera de icopor tiene su carga eléctrica, entonces sucede una fuerza eléctrica de atracción entre las cargas eléctricas de la esfera y de cada barra. El fenómeno que sucede es la existencia de fuerza eléctrica de atracción.

Como conclusión los grupos coinciden en afirmar que siempre existe una fuerza eléctrica de atracción entre cargas eléctricas positivas y cargas eléctricas negativas, la fuerza eléctrica es una fuerza a distancia porque las cargas no necesitan de ponerse en contacto.

De acuerdo a las experiencias realizadas por los alumnos, queda demostrado que las prácticas o experimentos o laboratorios, en la enseñanza de la física permiten al estudiante obtener una visualización directa y sencilla de conceptos o fenómenos físicos que se van a explicar, que se están explicando o que se explicaron en un determinado bloque temático. En este sentido, dichas experiencias de laboratorio abarcan desde el uso de material y aparatos muy simples hasta el manejo de aparatos sofisticados en la propia aula.

Las prácticas realizadas por los alumnos donde identificaron la existencia de la fuerza eléctrica y a la vez la comprobaron; permitieron que se fomentara e introdujera una discusión dirigida en torno a la demostración, esto estimuló a todos los alumnos a participar, incitando a algunos bien pasivos, en un ambiente propicio a la interacción.

En fin el alumno es parte interactuante en el desarrollo de la práctica y eso hace romper la monotonía de la clase magistral, por lo tanto conlleva una mejor asimilación del concepto de fuerza eléctrica.

#### *4.5. Quinta fase – Observación y Reflexión*

##### *4.5.1. Evaluación del programa-guía como estrategia didáctica*

En cada sesión del desarrollo del programa-guía de actividades, se ha hecho una evaluación por parte de los alumnos. En esta parte se tiene en cuenta la opinión de los alumnos respecto al contenido, procedimiento seguido en el desarrollo y lo positivo y lo negativo del programa-guía en general.

Para los alumnos los contenidos seleccionados en el programa guía, han permitido identificar la relación entre la ciencia, por los conceptos tratados de manera clara y sencilla y la tecnología, porque se comprobaron algunos aspectos conceptuales por su significado permitiendo ver claramente su aplicación, eliminando su memorismo centrado en algoritmos matemáticos que no desarrollan una estructura conceptual coherente con las teorías científicas, ya que al encontrar situaciones cualitativas al principio, no respondieron porque no le habían dado importancia o respondieron erróneamente, porque sus conocimientos sobre cargas eléctricas y Ley de Coulomb los adquirieron operativamente (reglas, algoritmos, solución cuantitativa).

También identificaron la relación anterior con la sociedad porque los conceptos aprendidos los pueden tomar como fundamento para la solución de problemas cotidianos y domésticos de diversa índole, problemas relativos al medio, ambiente, procesos industriales y prevención en general. Estos alumnos, le han dado tanta importancia a los

conceptos de carga eléctrica y fuerza eléctrica, que los han tomado como el fundamento de la electricidad y en especial la electrónica, de tal manera que las incluyen de manera directa o indirecta en las actividades diarias.

Respecto al procedimiento utilizado para el desarrollo de programa guía, los alumnos resaltan la importancia de la actividad por el trabajo colectivo que se desarrolla en la clase, pero colectivo en el sentido en que la clase se estructuró en grupos de tres integrantes que abordaron las sucesivas actividades y a la vez potenciaron el intercambio entre sí, siendo cada vez más eficiente y rápido a medida que avanzaba el desarrollo de las experiencias propuestas. Además, en su mayoría expresan su conformidad y solicitan la continuidad de este trabajo porque lo ven como una actividad de clase novedosa en la cual se permite la participación de ellos permitiendo expresar y elevar su nivel de creatividad, demostradas en los trabajos elaborados al finalizar el programa-guía.

Otra cualidad que resaltan los alumnos sobre la unidad desarrollada es la secuencia ordenada y precisa, porque para cada actividad se llevó a cabo una puesta en común con el fin de aclarar posibles dudas y acordar algunos tópicos que pueden estar en divergencia. En todo el proceso al profesor lo catalogan como el guía principal que comparte el trabajo escolar con el alumno, constituyendo una sólida base científica y pedagógica para un eficiente aprendizaje de los conceptos en física.

Un 90% de los estudiantes han quedado con una actitud positiva hacia el aprendizaje de la Física, según la afirmación de que ellos son responsables de su propio aprendizaje, pero ante todo el profesor debe jugar un papel activo tal que al tener en cuenta las opiniones de cada uno de los integrantes de la clase respecto a los temas a tratar, se motivan a profundizar sus conceptos si son verídicos o a contrastarlos si son equivocados o adolecen de significado.

Es importante la actitud que tienen del aprendizaje eficiente cuando han recibido estímulos que les permite trabajar y despertar su atención, disponiendo así de su memoria para producir significados.

## 5. Conclusiones

Al seleccionar un tipo de investigación es importante establecer lo que se pretende analizar y encontrar en la investigación para determinar el tipo de enfoque que permita obtener el conocimiento adecuado, por ejemplo, si se desean conocer las costumbres, comportamientos y particularidades es mejor emplear la investigación cualitativa, por el contrario, si se pretende conocer el promedio, varianza, desviación, entre otros, conviene usar la investigación cuantitativa. Por lo anterior, si se puede usar la combinación entre los tipos de investigación esto proporcionaría un conocimiento más eficiente y eficaz del objeto de estudio.

Como profesionales de la educación este trabajo permitió el desarrollo del espíritu investigativo que ha estado presente desde hace mucho tiempo en la vida del ser humano, y es fundamental ya que a través de la actividad pedagógica de investigación, es posible dar respuestas a las problemáticas que cotidianamente envuelven el ámbito educativo.

En este proyecto de grado enfocado a buscar una estrategia que permita que el estudiante de undécimo grado del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen, adquiera un aprendizaje significativo en el tema de fuerza eléctrica se inicia con el análisis de las ideas previas de los estudiantes sobre fuerza y movimiento, electrostática y carga eléctrica, se realizó con unas pruebas objetivas, en donde los resultados obtenidos confirman la dificultad que tienen los alumnos para un aprendizaje significativo de los conceptos de carga eléctrica y fuerza eléctrica que conllevan a la no adquisición de conceptos básicos de electricidad. La mayoría de estudiantes exponen concepciones

erróneas sobre carga eléctrica y fuerza eléctrica que impiden la interpretación correcta de los fenómenos de inducción eléctrica o de movimiento de cargas.

Según los resultados obtenidos podemos asegurar que más del 80% de estudiantes no tienen en cuenta la naturaleza eléctrica de la materia, interpretando los fenómenos eléctricos con explicaciones obvias casi que mágicas donde el cuerpo cargado influye sobre todo lo que está a su alrededor.

Esta influencia se ejerce mediante un fenómeno de conducción de carga o transmisión del fluido eléctrico. Esta concepción no tiene nada que ver con la inducción eléctrica, tal y como se ha comprobado de manera empírica.

Sobre la carga eléctrica como fluido explican su concepción y a la vez consideran la carga como una masa que se conserva.

Sobre la fuerza eléctrica, los estudiantes explican su concepción como el campo de fuerza que existe entre por lo menos dos cargas eléctricas en reposo, a la vez confunden con el campo eléctrico, pero no la consideran como un vector que se puede representar. Algunos relacionan la fuerza eléctrica con el potencial eléctrico. Esto puede traer problemas cuando se tenga que interpretar fenómenos de movimiento de cargas o bien otros más complejos que tengan que ver con la interacción electromagnética.

A la vez y de acuerdo con el nivel de los estudiantes las concepciones sobre carga eléctrica y fuerza eléctrica no varían con la instrucción que tienen por cuanto su especialidad es la electrónica; pero si plantean un nuevo problema cuya solución permitirá avanzar en el objetivo de un aprendizaje significativo de estos conceptos.

Al aplicar el programa-guía de actividades se observa una buena aceptación por parte de los estudiantes y entre sus comentarios se tienen por ejemplo: los conceptos

tratados en la clase son aprendidos fácilmente y de manera precisa que de seguro a uno no se le olvidarán, con esta metodología aprendemos para no olvidar y para aplicar ya con los conceptos claros en nuestras prácticas y nuestra casa.

Al realizar la contrastación y análisis del aprendizaje antes y después de la actividad en el aula se encuentra que un 90% de los estudiantes han quedado con una actitud positiva hacia el aprendizaje de la Física, según la afirmación de que ellos son responsables de su propio aprendizaje, pero ante todo el profesor debe jugar un papel activo tal que al tener en cuenta las opiniones de cada uno de los integrantes de la clase respecto a los temas a tratar, se motivan a profundizar sus conceptos si son verídicos o a contrastarlos si son equivocados o adolecen de significado.

De acuerdo a las experiencias realizadas por los alumnos, queda demostrado que las prácticas o experimentos o laboratorios, en la enseñanza de la física permiten al estudiante obtener una visualización directa y sencilla de conceptos o fenómenos físicos que se van a explicar, que se están explicando o que se explicaron en un determinado bloque temático.

La elaboración del programa guía de actividades y su desarrollo en la enseñanza de la física particularmente para el concepto de fuerza eléctrica en un grupo de estudiantes de undécimo grado, favoreció a estos alumnos porque pudieron construir y afianzar conocimientos y al mismo tiempo se familiarizaron con algunas características del trabajo científico; su estructura dinámica se mantuvo porque las actividades fueron cuidadosamente estudiadas para cubrir el contenido programado.

Se ha comprobado que en las experiencias realizadas se potencia la demostración del fenómeno por parte del estudiante frente a la manipulación del mismo. Formalmente

se enmarcan dentro del desarrollo convencional de contenidos en el aula, pero diferenciándose de las clases tradicionales en que se posibilitan una participación y observación directa del estudiante dentro del aula, ayudando a la comunicación profesor-alumno y a romper la rutina en que pueden caer las clases donde sólo se utiliza palabra, tiza y tablero.

Además, se refuerza los principios y conceptos asegurando su comprensión. El estudiante descubre lo que ha entendido mal y se le permite corregir sus errores antes de proceder a estudios posteriores. Se resuelven problemas científicos de tipo cualitativo (manipulación de instrumentos, ejercicios sensoriales, simulaciones, etc.) fomentando la capacidad de razonamiento, el sentido práctico y al mismo tiempo la creatividad del estudiante.

Se realizaron varios cambios, es decir, se suprimieron algunas actividades y se incluyeron otras, porque ante todo la participación fue compartida entre los estudiantes y las observaciones que conforman la guía del docente.

Cada actividad fue evaluada, se contrastaba con la anterior para saber qué ventajas y desventajas presentaba y hacer los cambios convenientes. Fue un trabajo constante de investigación con el fin de favorecer el aprendizaje significativo del concepto de fuerza Eléctrica y generar actitudes positivas hacia este aprendizaje: ante todo fue una tarea creativa desarrollada como docente participante, tarea fundamentada en criterios epistemológicos y psicológicos para un cambio conceptual.

Mediante el programa – guía de actividades diseñado no sólo se pretendía que los estudiantes aprendieran significativamente el concepto de fuerza eléctrica, sino que se

fuera acostumbrando a otra forma de trabajo, en donde el auténtico protagonista sea él mismo.

Es importante explicar a los estudiantes que el cambio de metodología supone una modificación sustancial en la evaluación. No solo debemos valorar el aprendizaje de conceptos y estructuras conceptuales, sino también el aprendizaje de procedimientos, la adquisición de habilidades y estrategias en la resolución de problemas, la competencia en el uso de los métodos de la ciencia, la actitud hacia la física, etc. Sólo si el estudiante observa y se compromete con éste sistema de evaluación, modificará su actuación y podrá producirse el cambio metodológico.

El planeamiento, la organización, el desarrollo y la evaluación de la práctica pedagógica que se ha realizado con los estudiantes de undécimo grado del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen, ha dejado una serie de experiencias que enriquecen el quehacer como docente y como estudiante.

Finalmente algunos inconvenientes que se pueden presentar con el uso de programas guías, es la distribución del tiempo, se debe tener mucho cuidado en este aspecto y ser exigente en cada actividad porque sea como sea necesita dedicar tiempo para toda la programación.

Otro inconveniente es la tendencia a convertir la programación en una camisa de fuerza o en algo rígido para los estudiantes. Es necesaria la flexibilidad durante todo el desarrollo de la actividad. Otro aspecto que puede presentarse y puede ser inconveniente es primar la actividad del docente y olvidarse que debe primar la actividad de los estudiantes.

En realidad los peligros son muchos y es preciso ser conscientes de ellos, de aquí, el papel fundamental que debemos dar a una evaluación continua. Pero no sólo del aprendizaje de los estudiantes, sino también del interés por lo que se está haciendo.

Para finalizar se puede decir que cuando empleamos una nueva estrategia de enseñanza - aprendizaje en nuestros estudiantes, los docentes desarrollamos las siguientes características:

- La planificación y desarrollo de las actividades es congruente y flexible, brindando ambientes y experiencias de aprendizajes óptimos, donde el docente utiliza de manera asertiva, estrategias, recursos pedagógicos y tecnológicos que se ajustan a su contexto.
- Promueve la participación activa, mediante la interacción alumno – computador, haciendo uso de elementos interactivos (Si lo permite el medio).
- Atiende a la diversidad de los estudiantes porque busca estimular los diversos canales sensoriales mediante el uso de los elementos multimedia.
- El aprendizaje evoluciona a niveles de desarrollo superior porque exige de los estudiantes análisis, interpretación, deducción, argumentación, entre otras competencias de orden superior fundamentales en la construcción de conceptos.
- Interrelaciona los conocimientos adquiridos con los alcanzados en otras áreas y materias.
- La evaluación se evidencia como un proceso continuo y permanente, realizándose de manera formativa y sumativa; proporciona retroalimentación a través de las posibilidades de actividades en casa, el trabajo cooperativo y autónomo. Los estudiantes son participes activos del proceso evaluativo.

Por otra parte realizar éste trabajo permitió concluir que es factible mejorar aún más los procesos de enseñanza- aprendizaje, si nosotros los maestros utilizáramos distintas formas de transmitir el conocimiento, empleando diversas experiencias en las que se pongan en juego las diferentes capacidades y cualidades; así por ejemplo, un estudiante puede aprender más rápido y mejor si explotamos sus códigos lingüísticos, en el caso de que posea una mayor inclinación a desarrollar inteligencia de tipo lingüística, otro estudiante puede asimilar mejor el conocimiento, si le presentamos demostraciones físicas concretas o a través de imágenes, o bien, otro puede aprender mejor si socializamos las experiencias de aprendizaje, de tal suerte que tenga la oportunidad de interactuar con sus compañeros, otros tal vez puedan mejorar su interés y el placer al aprender si encontramos las formas de musicalizar, agregar ritmos y/o melodías al tema de aprendizaje, o darles la oportunidad de que ellos mismos lo hagan, en fin podrían existir una infinidad de posibilidades de mejorar nuestra tarea cotidiana, independientemente de la corriente pedagógica que manejemos, del tema y contenido que estemos trabajando.

En nuestra realidad educativa, no todo es válido ni todo es equivocado, debemos conocer las distintas teorías y experiencias educativas en el mundo para poder reformularlas o adaptarlas a nuestras necesidades.

En el proceso enseñanza aprendizaje se debe reconocer que todos somos diferentes, para así desarrollar diferentes estrategias para la adquisición de conocimiento ya que existen por lo menos ocho caminos diferentes para intentarlo promoviendo amplitud y posibilidades de interactuar de diversas formas con compañeros y objetos.

El conocimiento se construye a partir del diálogo pedagógico entre el estudiante, el saber y el docente y para que ello se presente, es condición indispensable contar con la mediación adecuada de un maestro, que favorezca de manera intencionada y trascendente el desarrollo integral del estudiante. Un enfoque que concluya que la finalidad de la educación no puede estar centrada en el aprendizaje, como desde hace siglos ha creído la escuela, sino en el desarrollo.

Hoy en día, un modelo pedagógico dialogante debe reconocer las diversas dimensiones humanas y la obligatoriedad que tenemos escuelas y docentes de desarrollar cada una de ellas. Como educadores, somos responsables frente a la dimensión cognitiva de nuestros estudiantes; pero así mismo, tenemos iguales responsabilidades en la formación de un individuo ético que se indigne ante los atropellos, se sensibilice socialmente y se sienta responsable de su proyecto de vida individual y social.

Después de realizar este proyecto de tesis, se pueden proponer los siguientes temas o preguntas de investigación relacionados con el estudio.

1. Como utilizar los experimentos realizados en la antigüedad, para enseñar el tema de electromagnetismo en undécimo grado?
2. Antología de los principales filósofos, que hacen parte de la historia de la electricidad.
3. Que experiencias significativas se pueden utilizar, para enseñar el tema de campo eléctrico?

4. Realizar un programa – guía para la enseñanza de las cuatro fuerzas de la naturaleza.

#### Recomendaciones

Partiendo de las conclusiones de este proyecto de investigación se recomienda que en el Colegio Técnico Microempresarial El Carmen se generen innovaciones en lo que respecta a estrategias metodológicas usadas por los docentes de matemáticas y física. Por ello es importante desarrollar en los procesos de enseñanza aprendizaje hábitos y habilidades que definan con exactitud el propósito requerido.

Implementar herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza aprendizaje, lo cual debe ser apoyado desde el Proyecto Educativo Institucional. Para ello debe existir una capacitación docente y así desarrollar en los maestros habilidades tecnológicas las cuales le permitirán dar un cambio en los métodos de enseñanza.

En esta investigación estuvieron vinculados los estudiantes de undécimo grado, jóvenes que culminan sus estudios de la media vocacional, esto me lleva a preguntarme; los jóvenes colombianos están culminando a cabalidad con su proceso educativo, es decir realizando sus estudios primarios, secundarios y los que nos garantizan un futuro más estable, los estudios universitarios?

Por tal razón es importante recomendar que se enfoque cierta atención al proceso de elección de carrera de los jóvenes del Colegio. Es importante tener en cuenta que la

educación se ha convertido en uno de los más importantes factores para el desarrollo de nuestra sociedad; pues desde hace varios años ha entrado en un área de gran magnitud con respecto a la obtención de empleos, y casi de carácter obligatorio para poder aspirar a ocupar un buen lugar laborar dentro de cualquier establecimiento empresarial.

Los jóvenes tienen una particular dificultad para proyectarse en el futuro, y en ésta etapa que terminan el colegio crece aún más la incertidumbre y hace que se inhibe la motivación para elegir una carrera u oficio.

La motivación es el impulso interno que orienta nuestra conducta y el motor de la acción y sin motivaciones nuestra verdadera vocación pierde nitidez, se generan dudas y surge el miedo a no poder lograr los objetivos.

En este capítulo se presentaron conclusiones, algunos temas futuros de investigación y recomendaciones que se dieron después del estudio realizado sobre estrategias para lograr un aprendizaje significativo del concepto de fuerza eléctrica con los estudiantes de undécimo grado del Colegio Técnico Microempresarial El Carmen.

## Referencias

- Álvarez, J. L., Jurgenson y Gayou. (2003). *Cómo Hacer Investigación Cualitativa. Fundamentos y Metodología*. Editorial Paidós Educador. México- D. F.
- Andres, M.M. (1990). *Evaluación de un plan instruccional dirigido hacia la evolución de las concepciones de los estudiantes acerca de circuitos eléctricos, en enseñanza de las ciencias*.
- Ausubel, David, Novak, Joseph, Hanesian, Helen. (1976). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitive*. Trillas S.A. Mexico D.F.
- Bachelard, G. (1987). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI. Madrid.
- Barral, F.M. (1990). *¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes, en enseñanza de las ciencias*.
- Cáarez, L. (2000) *Técnicas actuales de investigación*. Madrid España. Editorial Trillas.
- Cañal, P y Porland, R. (1992) *Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo en enseñanza de las ciencias*.
- Cerda, H. (2002). *Los Elementos de la Investigación, Como reconocerlos diseñarlos y construirlos*. Editorial Buho Ltda. Bogotá DC.
- Colombo de Cudmani L y Fonttdevila, P.A. (1992). *Concepciones previas en el aprendizaje significativo del electromagnetismo, en enseñanza de las ciencias*.
- Cubero, Rosario. (1997). *Como trabajar con las ideas de los alumnos*. Diada. Sevilla.
- Descartes, Rene. (1990). *Discurso del método*. El ancora. Bogotá.
- Driver, R. (1994). *Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias, enseñanza de las ciencias*.

- Driver, R. Gusne, E. Tiber, Ghen. (1995) *Las ideas científicas y la influencia en la adolescencia*. Editorial Martínez. Madrid.
- Flor, José Ignacio. (1998) *Recursos para investigación en el aula*. Diada. Sevilla.
- Furio, C. Gil, D. (1987). *El programa guía: una propuesta para la renovación de la didáctica de la física y de la química en el bachillerato*. Universidad de Valencia.
- Garret, R.M. (1990). *Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículo de ciencias*.
- Gil, D y Martinez, J. (1995). *Los programas guía de actividades: una concepción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. Investigación en la escuela*.
- Giroux, Silvain y Ginette Tremblay (2008). “*Fundamentos de la Investigación Educativa; capítulo 4: métodos y técnicas de muestreo*”. Fondo de cultura económica, p.p. 93 a 128.
- Giroux, S. y Tremblay, G. (2004). *Metodología de las Ciencias Humanas*. México, D.F Fondo de Cultura Económica
- González Ávila, M. (2002) Aspectos éticos de la investigación cualitativa [Versión electrónica]. *Revista Iberoamericana de Educación*. (29) Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/mgonzalez5.htm>
- González, M. (1997). *Metodología de la investigación social*. Agua Clara, España
- Guzmán, M. de (2007). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. Revista Iberoamericana de Educación, Núm. 43. Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie43a02.htm>
- Habermas, J. (1982). *Conocimiento e interés*. Taurus. Madrid.

- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, Pilar. (2010). *Metodología de la Investigación*. México. Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández Sampieri, (2005) *Metodología de la Investigación*. España: Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2008) *Metodología de la Investigación*. (Cuarta edición). España: Editorial Mc Graw Hill.
- Hewson, P.W y Beeth M.E (1998). *Enseñanza para un cambio conceptual: ejemplo de fuerza y movimiento en enseñanza de las ciencias*.
- Kip, Arthur. (1978). *Fundamentos de electromagnetismo*. MacGrawHill. Mexico.
- Kuhn, T.S. (1986). *La estructura de las revoluciones científicas*. Mexico.
- Ley General de Educación. (1994). *Ley 115 de 1994*. Colombia.
- LopezRuperez, F. (1998). *Una nueva fuente de inspiración para la educación científica, en enseñanza de las ciencias*.
- Martin Quero, J. y Solbes Matarredona, J. (1993). *El concepto de campo en la enseñanza de la física, en enseñanza de las ciencias*
- Mason, Stephen. (1985). *Historia de las ciencias, la unión de las fuerzas*. Alianza S.A. Madrid.
- Massons, J, Camps, J y Cabré R. (1995). *Electrostatica y EAO una experiencia de simulación, en enseñanza de las ciencias*.
- Meneses Villagra, J.A. (1995). *Secuencia sobre electromagnetismo*. Revista enseñanza de las ciencias. Valladolid.
- Miguel O, (1990). *Análisis comportamental de las leyes de Newton, en enseñanza de las ciencias*.

- Novak, J.D, Gowing, B. (1992) *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca. Barcelona – España.
- Osborne, Roger, Greyberg, Peter. (1983). *El aprendizaje de las ciencias implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Narcea. Madrid.
- Palacios, J. (1992). *La educación en el siglo XX (I). La tradición renovadora*. Editorial cooperativa laboratorio educativo. Caracas. Venezuela.
- Proyecto Educativo Institucional. Colegio Técnico Microempresarial El Carmen. Floridablanca. Santander.
- Puche, Guilleron. (1995) *¿Volver a Piaget?* Centro editorial. Universidad del Valle.
- Rodríguez Gómez, G., Gil Flóres, J., y García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. España: Editorial Aljibe.
- Salamanca, C. y Crespo, B. (2007). *El muestreo en la Investigación Cualitativa*. Departamento de Investigación de FUDEN. Consultado el 20 de abril del 2011.
- Sandoval, C. (2002). *Modulo Cuatro. Investigación Cualitativa. En: Especialización en Teoría, métodos y técnicas de Investigación Social*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES. Composición electrónica ARFO Editores e Impresores Ltda. Recuperada en 18 de Marzo de 2011 de [www.desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home\\_1/rec/arc\\_6667.pdf](http://www.desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_6667.pdf)
- Sebastia, J.M (1993). *¿Qué se pretende en los laboratorios de física universitaria?, en enseñanza de las ciencias*.
- Serres, Michael. (1995). *Historia de las ciencias*. Catedra S.A. París.
- Vasco, C.E. (2002). *Introducción a los estándares básicos de calidad para la educación*. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá. Colombia.

Vera Velez, L. (1999). La investigación cualitativa. Disponible en  
invcualitativa. /courses/UV.ED4024L.1013.2/invcualitativa (2).pdf

**¿QUE SABEMOS DE LA FUERZA Y EL MOVIMIENTO?**

**Señor Estudiante:**

Este cuestionario tiene como objetivo recoger información sobre lo que sabemos de fuerza y movimiento, por lo tanto Usted puede participar dando respuesta a cada una de las preguntas de acuerdo a sus propios criterios. Si necesita más espacio para escribir puede utilizar el reverso de las hojas.

**En cada caso si su respuesta es Si o No escriba su razón.**

1. El auto está quieto. Hay alguna fuerza en el auto?



---

---

---

---

2. El auto se mueve hacia la derecha. Hay alguna fuerza en el auto?



---

---

---

---

3. El conductor quiere mover el auto, pero el auto no se mueve a pesar de la insistencia del hombre. Hay alguna fuerza en el auto?



---

---

---

---

## ¿QUÉ SABEMOS SOBRE ELECTROSTÁTICA

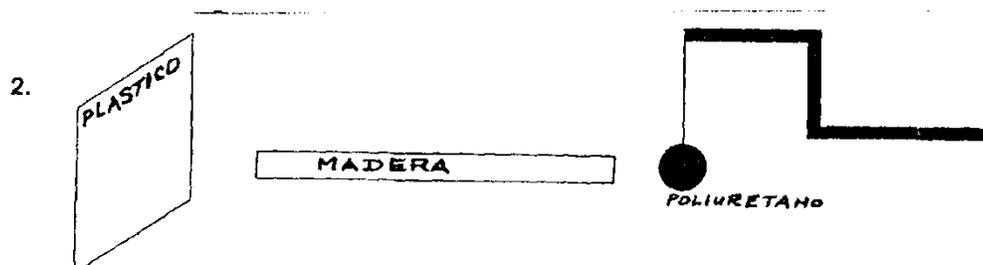
El efecto de frotamiento entre lapicero y trapo de lana hace que el fluido eléctrico que está en el lapicero se aparte o salga originando un campo.

### Compañero Estudiante:

Es importante que escriba todo lo que sabe sobre electrostática en las respuestas a las siguientes preguntas planteadas:

**1. Frotando el lapicero con un trapo de lana, el lapicero queda cargado. El fenómeno físico de cargar un cuerpo por frotamiento se debe a que:**

- a) Por el efecto de frotamiento aparecen cargas en el lapicero donde no las había tenido.
- b) Entre lapicero y tela hay un intercambio de cargas eléctricas.
- c) El efecto de frotamiento entre lapicero y trapo de lana hace que el fluido eléctrico que está en el lapicero se aparte o salga originando un campo
- d) El trapo de lana le pega carga eléctrica al lapicero.



Si se acerca la hoja al extremo de la barra horizontal, explique si la bolita, es atraída o no.

SINO \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

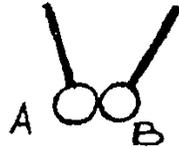
3. El cuerpo A está cargado positivamente y el cuerpo B está cargado negativamente. Explique esta afirmación



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

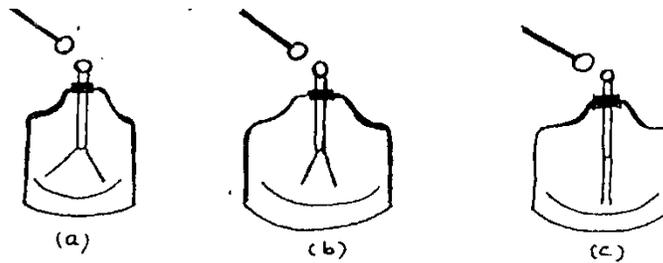
**¿QUÉ SABEMOS SOBRE CARGA ELECTRICA?**

1. Dos cuerpos A y B se frotran el uno contra el otro, se separan y después de un rato se les pone en contacto:

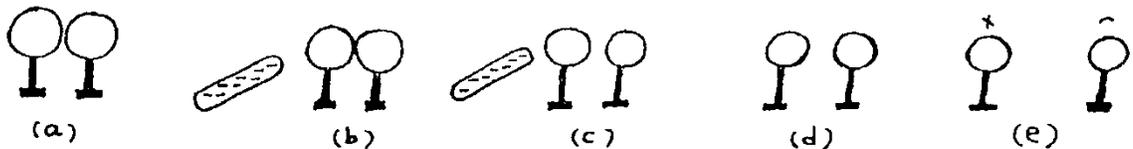


Después tomamos el cuerpo A y lo acercamos al electroscopio.

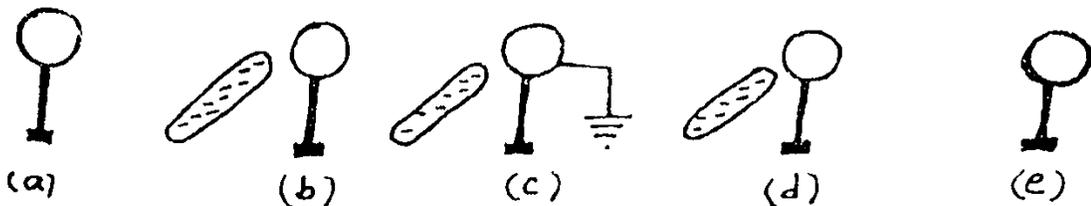
Cuál de las tres posibilidades sucederá?



2. En el punto a) se tienen dos esferas neutras en contacto sostenidas por pies aislantes: indique la atracción de cargas eléctricas colocando + o - en cada esfera. Explique al reverso de la hoja:



positivas y las negativas en las esferas. Utilice el reverso de la hoja:



## **PROGRAMA GUÍA DE TRABAJO**

### **Objetivos**

1. Identificar cualitativamente el concepto de carga eléctrica.
2. Describir cualitativamente la atracción o repulsión entre dos cargas eléctricas.
3. Analizar las propiedades de un cuerpo cargado eléctricamente y cuando es conductor o no conductor.
4. Analizar la existencia de la fuerza eléctrica entre dos cargas eléctricas y la aplicación de la ley de Coulomb.
5. Comprobar experimentalmente la fuerza eléctrica entre cuerpos cargados en montajes realizados por los estudiantes en el laboratorio.

### **Contenido**

#### **1. CARGA ELÉCTRICA**

- 1.1. Idea cualitativa de carga eléctrica.
- 1.2. Formas de cargar un cuerpo.
- 1.3. Idea cualitativa de atracción o repulsión entre cargas eléctricas.
- 1.4. Conductores, aisladores y semiconductores.

**DURACIÓN:** 4 horas.

#### **2. FUERZA ELÉCTRICA**

- 2.1. Idea cualitativa de carga puntual.

2.2 Análisis de la variación de los parámetros que intervienen en la interacción entre cargas.

2.3 Definición operativa de fuerza eléctrica. Ley de Coulomb.

Duración: 4 horas

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL DE FUERZA ELECTRICA

Duración: 4 horas.

## Anexo 5

### ACTIVIDADES

#### 1. Carga Eléctrica

##### 1.1 Idea cualitativa de carga eléctrica

Considere algunos ejemplos de lo que se entiende por carga eléctrica en la vida cotidiana y a partir de ellos establecer un concepto cualitativo de carga eléctrica.

##### 1.2 Formas de cargar un cuerpo

1.2.1 Enumere las distintas formas de cargar un cuerpo que conozca.

1.2.2 Indique para cada una de las formas de cargar un cuerpo las propiedades que determinan cuando un cuerpo queda cargado.

##### 1.3 Idea cualitativa de atracción o repulsión entre cargas eléctricas

1.3.1. Escriba las ideas cualitativas que tenga sobre la atracción entre cargas eléctricas.

1.3.2. Escriba las ideas cualitativas que tenga sobre la repulsión entre cargas eléctricas.

##### 1.4. Conductores, Aisladores y Semiconductores

1.4.1. Considere tres ejemplos en los cuales se tenga en cuenta la propiedad de conductor eléctrico. Explique sus razones respecto a la afirmación escrita en cada caso. Finalmente escriba ¿Por qué se llama conductor?

1.4.2. Ahora considere otros tres ejemplos que contemplen la propiedad de aislador. Explique sus razones en cada caso. Ahora escriba lo que se entiende por aislador.

1.4.3. Tenga en cuenta las propiedades que tiene un material semiconductor. Explíquelas y finalmente exponga su concepto.

#### 2. Fuerza Eléctrica

##### 2.1 Idea cualitativa de carga puntual

Escriba las características de carga puntual, ¿Por qué se llama carga puntual?

2.2 Análisis de la variación de los parámetros que intervienen en la interacción entre cargas.

2.2.1. Considere intuitivamente dos cargas eléctricas del mismo signo. ¿Hay atracción o hay repulsión entre ellas? Utilice un símbolo para representarla, escriba algunas condiciones para dicha representación.

2.2.2. Ahora considere dos cargas eléctricas de signo contrario. ¿Hay atracción o hay repulsión entre ellas? Utilice un símbolo para representarla, escriba algunas condiciones para dicha representación.

2.2.3. Si existe atracción o repulsión entre las cargas eléctricas. Entonces: ¿Qué parámetros se tienen en cuenta para la medida de la atracción o repulsión?

2.2.4. Explique la atracción o repulsión si una carga es más grande que la otra. ¿Qué influencia se tiene? ¿Aumenta o disminuye la atracción o repulsión?

2.3 Definición operativa de fuerza eléctrica. Ley de Coulomb.

2.3.1 De acuerdo a las respuestas anteriores, ¿Qué relación existe entre la atracción o repulsión y la cantidad de carga de cada una de las dos cargas que intervienen para la atracción o repulsión?

2.3.2 ¿Qué relación existe entre la atracción o repulsión y la distancia entre las dos cargas que intervienen?

2.3.3 ¿Cómo define la atracción o repulsión?

2.3.4 ¿Qué ley se enuncia según los parámetros anteriores sobre atracción o repulsión entre las cargas eléctricas?

2.3.5 Cualitativamente, ¿Cómo define la ley anterior?

2.3.6 ¿Cómo se llama esta ley?

### 3. Desarrollo experimental de fuerza eléctrica

3.1 Idéate y programa un experimento donde puedas observar la existencia de fuerza eléctrica. Identifícalo con un nombre

3.2 ¿Qué objetivo tiene tu experimento?

3.3 ¿Explique qué compruebas?

3.4 Según tu experimento: ¿cómo lo haces? ¿cómo lo ejecutas?. ¿qué aparatos especiales se deben tener?

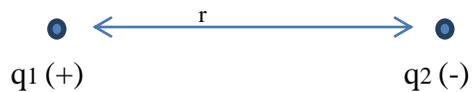
3.5 Escribe las conclusiones sobre la fuerza eléctrica: ¿qué has demostrado con tu experimento?

## Anexo 6

### Cuestionario sobre Electrostática: Fuerza Eléctrica

Para dar respuesta a cada pregunta, utilice gráficas y explique su respectiva afirmación:

1. Si las cargas eléctricas  $q_1 (+)$  y  $q_2 (-)$  se colocan a una distancia  $r$ , gráfica y analíticamente explique el fenómeno sucedido si se toma como referencia la carga  $q_1$  actuando sobre la carga  $q_2$ .



2. Gráfica y analíticamente explique el fenómeno sucedido si se toma como referencia la carga  $q_2 (-)$  actuando sobre  $q_1 (+)$ .

3. Existe alguna fuerza entre las dos cargas? Explique

## Anexo 7

### PRÁCTICA A

**OBJETIVO:** Identificar la fuerza eléctrica entre cargas eléctricas del mismo signo y de diferente signo.

#### 1. Materiales:

\* Una barra de vidrio (30cms de largo, 5mm de diámetro).

\* Una barra de P.V.C. (30cms de largo, 5mm de diámetro),

\* Un litro de agua.

\* Pañuelo de seda para frotar.

**2.Procedimiento:** Se coloca el agua dentro de un vaso y se hace caer formando un hilo de agua lo más delgado posible.

Luego se frota la barra de vidrio con la seda y se acerca al hilo de agua que cae.

Observar: ¿Qué sucede? Explique.

Seguidamente se frota la barra de P.V.C. con la seda y se acerca al hilo de agua que cae.

Observar. ¿Qué sucede? Explique.

**3.Análisis:** Comparar el caso presentado con la barra de vidrio que se acerca al hilo de agua que cae y el caso presentado con la barra de P.V.C. que se acerca al hilo de agua que cae.

¿Qué parámetros puede tener en cuenta?

#### 4. Conclusión.

## PRÁCTICA B

OBJETIVO: Identificar la fuerza eléctrica entre dos cuerpos cargados.

1. Materiales:

- \* Dos esferas de icopor de 1 cm de diámetro.
- \* Dos hilos de 30 cms de longitud.
- \* Una barra de vidrio (50cms de largo, 5mm de diámetro)
- \* Una barra de P.V.C. (50cms de largo, 5mm de diámetro)
- \* Hoja de papel blanco para frotar las barras.

2. Procedimiento: Colocar cada esfera colgando de cada hilo como si fueran péndulos simples y acercarlas hasta una distancia conveniente.

\* Frote la barra de vidrio con el papel y acérquela a una de las esferas. Observar:  
¿Qué sucede? Explique.

\* Repita lo anterior pero ahora acercando la barra a la otra esfera. Observar:  
¿Qué sucede? Explique.

\* Frote la barra de P.V.C. con el papel y acérquela a una de las esferas. Observar:  
¿Qué sucede? Explique.

\* Repita lo anterior pero ahora acercando la barra a la otra esfera. Observar: ¿Qué sucede? Explique.

\* Con una de las barras pásela por entre las esferas. Observar: ¿Qué sucede? Explique.

3. Análisis: Explique: ¿Qué sucede en cada caso con la barra? ¿Qué fenómeno físico se cumple? ¿Porqué?

4. Conclusión.

## Curriculum Vitae

Shaday Angélica Ramírez Carrillo

Correo electrónico personal: [shadayrc@hotmail.com](mailto:shadayrc@hotmail.com)

Originaria de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, Shaday Angélica Ramírez Carrillo, realizó estudios profesionales en Licenciatura en Matemáticas en la Universidad Industrial de Santander. La investigación titulada Estrategias para lograr un aprendizaje significativo del concepto de fuerza eléctrica es la que presenta en este documento para aspirar al grado de Maestría en Tecnología Educativa y Medios Innovadores en la Educación.

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor del campo de la Básica Secundaria y Media vocacional, específicamente en las áreas de Matemáticas y Física, desde hace 9 años

Actualmente, Shaday Angélica Ramírez Carrillo funge como Docente, realizando actividades de orientación, capacitación, instrucción y acompañamiento pedagógico y personal de sus estudiantes, además contribuye en la búsqueda de estrategias metodológicas que los motiven a amar la búsqueda del conocimiento.

