



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN.  
ESCUELA DE EDUCACIÓN.

**ESTUDIAR LAS RELACIONES ENTRE LAS REPRESENTACIONES  
MENTALES Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOBRE EL  
CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN ESTUDIANTES DE 2DO. AÑO  
DEL CICLO DIVERSIFICADO DE CIENCIAS Y EN ESTUDIANTES  
DE LA UNIVERSIDAD EN LA CARRERA DE FÍSICA LOS CUALES  
HAYAN APROBADO LAS MATERIAS DEL V SEMESTRE.**

**Tutor:** Enrique Silva.

**Autor:** Miguel Enrique Villalobos.

Caracas, mayo de 2.012.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE EDUCACIÓN



**ESTUDIAR LAS RELACIONES ENTRE LAS REPRESENTACIONES MENTALES Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOBRE EL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN ESTUDIANTES DE 2DO. AÑO DEL CICLO DIVERSIFICADO DE CIENCIAS Y EN ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD EN LA CARRERA DE FÍSICA LOS CUALES HAYAN APROBADO LAS MATERIAS DEL V SEMESTRE.**

*Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar como Licenciado en Educación.*

*Mención: Física*

**Tutor:** Enrique Silva.

**Autor:** Miguel Enrique Villalobos



## VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Educación en su sesión 1342 de fecha 06-10-08 para evaluar el Trabajo de Licenciatura presentado por **VILLALOBOS, MIGUEL ENRIQUE**, C.I. 3.222.774, bajo el Título: ESTUDIAR LAS RELACIONES ENTRE LAS REPRESENTACIONES MENTALES Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOBRE EL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN ESTUDIANTES DE 2DO. AÑO DEL CICLO DIVERSIFICADO EN CIENCIAS Y EN ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD EN LA CARRERA DE FÍSICA LOS CUALES HAYAN APROBADO LAS MATERIAS DEL V SEMESTRE para optar el Título de LICENCIADO EN EDUCACIÓN, dejan constancia de lo siguiente:

1. Hoy 08/05/2012 nos reunimos en la sede de la Escuela de Educación para que su(s) autor(es) lo defendiera(n) en forma pública.
2. Culminada la Defensa Pública del referido Trabajo de Licenciatura, conforme a lo dispuesto en el Art. 14 del "Reglamento de Trabajos de Licenciatura de las escuelas de la Facultad de Humanidades y Educación" adoptando como criterios para otorgar la calificación: rigurosidad en el razonamiento, coherencia en la exposición, claridad y pertinencia en los procesos metodológicos empleados, adecuación del sustento teórico, así como la calidad de la exposición oral y de las respuestas dadas a las preguntas formuladas por el jurado, **acordamos calificarlo como:**

APLAZADO  APROBADO  otorgándole la mención:  
SUFICIENTE  DISTINGUIDO  SOBRESALIENTE

3. Las razones que justifican la calificación otorgada son las siguientes: Desarrolla los aspectos necesarios para la realización de una investigación de esta naturaleza y que pueden servir para investigaciones futuras en el área.

Gloria Doguis P.  
Prof. Gloria Doguis

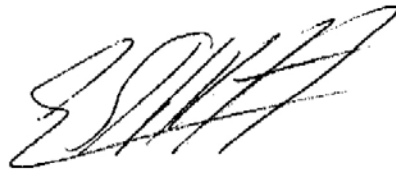
J. A.  
Prof. José Azuaje

Enrique Silva  
Tutor. Enrique Silva

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Profesor Enrique Silva, de la Universidad Central de Venezuela, adscrito a la Escuela de Educación, en mi carácter de tutor del trabajo de Grado titulado: "Estudio de las relaciones entre las representaciones mentales y la resolución de problemas sobre el campo electromagnético, en estudiantes de 2do año del Ciclo Diversificado de Ciencias y en estudiantes de la Universidad en la carrera de física, los cuales hayan aprobado las materias del V semestre", realizado por el bachiller Miguel Enrique Villalobos, C.I. 3.322.774, manifiesto que he revisado en su totalidad la versión definitiva de los ejemplares de este trabajo y certifico que se incorporaron las observaciones y modificaciones indicadas por el jurado examinador.

En Caracas a los 16 días del mes de Julio de 2012.



Prof. Enrique Silva

C.I. 6.253.388

## **DEDICATORIA.**

A la memoria de mi querida madre

Anandini Devi Dasi

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor Prof. Enrique Silva

A la Prof. Adelfa Hernández de Silva

Al Prof. José Luis Michinel

Al Prof. Renato Iraldi

Al Prof. Rafael Martín

Al Prof. Hely Cordero

Al Prof. Ernesto Fuenmayor

Al Prof. William Martínez

A mi compañero Juan Carlos Picalúa

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE EDUCACIÓN

**Tutor:** Enrique Silva.

**Autor:** Miguel Enrique Villalobos

**RESUMEN**

Se realizó una investigación con treinta y tres estudiantes. Específicamente, trabajamos con estudiantes de Física de la Universidad Central de Venezuela que cursaban la asignatura Mecánica y por lo tanto habían aprobado Física II, que es una introducción sobre electricidad y el magnetismo. También trabajamos con un grupo de estudiantes del Pedagógico de Caracas, que habían aprobado una materia equivalente a Física II, y con un tercer grupo formado por estudiantes recién egresados de bachillerato que habían estudiado sobre el tema cuando cursaron la Física de V año. Los estudiantes respondieron una prueba donde se les pide que expongan sus ideas sobre el campo electromagnético y donde hay preguntas conceptuales y problemas. Se pudo observar en la gran mayoría de los estudiantes un escaso dominio conceptual y por consiguiente falta de precisión para analizar los fenómenos electromagnéticos. Se han presentado algunas estrategias instruccionales dentro de un Modelo Didáctico, para llevar a los estudiantes desde los modelos conceptuales que ellos manejan hasta los modelos conceptuales aceptados por la comunidad científica en relación con el Electromagnetismo. Se presentan algunas de estas estrategias, basadas en las ideas de Vigotsky, donde se hace énfasis en la interacción social para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Descriptores: Modelos Mentales, Modelos Conceptuales, Estrategias Instruccionales.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE EDUCACIÓN

**Tutor:** Enrique Silva.

**Author:** Miguel Enrique Villalobos

**ABSTRACT**

A research with thirty three students was conducted. In particular, we worked with students from the Universidad Central de Venezuela, who were taking the subject Mecánica, thus they had already passed Física II, which is an introduction to electricity and magnetism. Also, we worked with students from the Pedagógico de Caracas, who had passed an equivalent subject to Física II, and with a third group formed by students who had recently graduated from High School who had studied the matter in the subject Física in the fifth year (last High School year). The students took a test where they were asked to expose their thoughts about the electromagnetic field, to answer conceptual questions and to solve conceptual problems. The results showed that most of the students had a weak conceptual understanding and lack of accuracy to analyze the electromagnetic phenomena, and suggest the necessity of designing instructional strategies that improve the student's approach to the conceptual model accepted by the scientific community. Some of these strategies are presented, based on Vigotsky's ideas, where the emphasis is put in the social interaction for improving the students' learning.

**Keywords:** Mental Models, Conceptual Models, Instructional Strategies.



## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN EN ESPAÑOL.....	iii
RESUMEN EN INGLÉS.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.	
EL PROBLEMA.....	4
Planteamiento del problema.....	4
Limitaciones del estudio.....	6
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II.	
MARCO TEÓRICO.....	8
Antecedentes.....	8
Aspectos epistemológicos.....	11
Aspectos relacionados con la Física.....	12
Consideraciones acerca del lenguaje.....	14
Aspectos cognitivos.....	16
Antecedentes de propuestas instruccionales.....	23
CAPÍTULO III	
MARCO METODOLÓGICO.....	27
Tipo y diseño de la investigación.....	27
Tipo de Población.....	27
El Instrumento.....	28
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS.....	32
Presentación de las Respuestas de los Estudiantes.....	32
Análisis de los Resultados.....	50
CAPÍTULO V	
PROPUESTA.....	54
Justificación.....	54
Introducción.....	54
Objetivo.....	55
Actividades.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS.....	73
ANEXO 1. INSTRUMENTO.....	71
ANEXO 2. RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES.....	72

## INTRODUCCIÓN

Ante el impacto creciente de la tecnología, la cual invade cada vez más nuestras actividades, tanto en el campo laboral como en nuestros hogares, con el avance de la informática, el advenimiento de Internet, de las posibilidades de aplicación de los nuevos dispositivos electrónicos en el entretenimiento, de los avances en las aplicaciones médicas, en las comunicaciones, etc., es una necesidad de la sociedad que las personas en general, no sólo las que se ocupan en áreas científicas y tecnológicas, puedan conocer apropiadamente aspectos básicos de la ciencia. La educación ha de evolucionar para satisfacer esta necesidad, ello conlleva a una transformación de sus métodos, nutrida de los avances multidisciplinarios tanto de las ciencias naturales como de las ciencias sociales y de la tecnología.

Nos encontramos con que los estudiantes, desde su infancia, mucho antes de comenzar sus cursos de física y estudiar los temas que tratan con el electromagnetismo, tienen contacto con la luz eléctrica, los aparatos de sonido, las computadoras y los medios de comunicación, que están llenos de una jerga tecnológica que se hace parte del lenguaje cotidiano.

Cuando los jóvenes abordan sus primeros cursos donde se trata el tema de la electricidad, ya tienen algunas ideas acerca del tema, en ellos existen conceptos previos, no científicos, inducidos por el ambiente social y cultural. Agravado esto con que también en los libros de texto que se han usado para la instrucción se encuentran conceptos erróneos (conceptos alternativos).

En nuestro país, entre otros, Michinel J.L. y D'Alessandro-Martínez (1993), quienes, utilizando técnicas de análisis de contenido, estudiaron las interpretaciones ya existentes sobre el concepto de energía y otros conceptos relacionados que se encuentran en los libros de texto usados comúnmente en cursos preuniversitarios y en los primeros cursos universitarios que se han impartido en Venezuela, encontraron un conjunto de interpretaciones que expresan las deficiencias del autor con

respecto a las teorías físicas vigentes y la permanencia de la concepción mecanicista de la energía y de la teoría del calórico, o bien del sublenguaje inherente a ellas.

En el exterior se encuentran trabajos como el de J. Hubisz (2003) quien llevó a cabo una investigación cuyo objetivo fue revisar y criticar los libros de texto en los Estados Unidos, sobre la ciencia física, destinados a los estudiantes entre el 6° y el 9° grado de la escuela primaria; considerando el grado de veracidad en relación con la ciencia, adherencia a una representación realista del método científico junto con la pertinencia y efectividad pedagógica para el nivel al cual el material era destinado y encontró que ninguno de los 12 textos más populares examinados era aceptable.

También encontramos que W. J. Beaty (1996) ofrece una extensa lista y descripción de los conceptos alternativos que aparecen en forma recurrente en los libros de texto para el nivel K-6 de la escuela primaria norteamericana.

Con frecuencia nos encontramos que el dominio del conocimiento de las áreas científicas en los estudiantes es bastante deficiente y existe un gran interés en investigar acerca de cómo es posible facilitar en los estudiantes el cambio conceptual, necesario para llegar a plantearse adecuadamente los problemas y derivar significado de ellos.

En tal sentido, estamos interesados en realizar una investigación, que nos permita comprender las representaciones mentales y los conceptos de los estudiantes con respecto de un tópico específico de la física, como lo es el campo electromagnético y particularmente queremos indagar si son capaces de entender el carácter sistémico de un circuito eléctrico.

Desarrollamos esta investigación con estudiantes que salen de bachillerato o los que están estudiando en los primeros semestres de carrera en la universidad y que tienen que tener cierto dominio de la física, específicamente trabajamos con estudiantes de la carrera de Física en la Universidad Central de Venezuela que eran cursantes de la

asignatura Mecánica y por lo tanto habían aprobado Física II, la cual es una introducción en los temas sobre la electricidad y el magnetismo y también trabajamos con un grupo de estudiantes del Pedagógico de Caracas quienes habían aprobado la materia equivalente por sus contenidos a Física II, en su carrera, dichos estudiantes se preparan para ser profesores de Física a nivel de la Enseñanza Media

Quisimos trabajar con estudiantes de último año de Bachillerato pero para el momento de aplicar el instrumento aún no habían sido vistos los temas concernientes al campo magnético y nos vimos en la necesidad de solicitar la colaboración a estudiantes ya egresados de bachillerato.

La investigación, comprende en un primer capítulo lo referente al Planteamiento del Problema, los Objetivos de nuestra investigación y las Limitaciones que se tuvieron y por qué delimitamos el campo a estos tópicos. En un segundo capítulo se recogen los elementos de la fundamentación teórica que sustenta nuestras posiciones para realizar este trabajo, en un tercero el marco metodológico después la aplicación del instrumento, los resultados y al final una propuesta para mejorar la enseñanza de estos tópicos.

## **CAPÍTULO I.**

### **EL PROBLEMA.**

#### **Planteamiento del problema.**

La sociedad actual se sostiene, evoluciona y es cada vez más dependiente de los desarrollos tecnológicos, lo cual plantea la necesidad creciente de la alfabetización técnico científica de los ciudadanos, como afirma Milachay (2006), quien afirma que ante problemas como “¿Qué y cómo se debe enseñar a los alumnos para resolver los dilemas que surgen en la sociedad del conocimiento? ¿Qué decisiones deberían considerarse válidas en el contexto del problema señalado?”

Milachay plantea que es necesario que “los ciudadanos comiencen a recibir, en la etapa escolar, una formación adecuada y suficiente sobre la problemática de la gestión tecnocientífica para poder opinar y decidir ante situaciones de ámbito social que les acabarán afectando directa o indirectamente.” no obstante, diversos estudios nos muestran el bajo perfil académico de los estudiantes (Silva y Orellana 1985). Moravia Silva e Inés de Orellana, tras un estudio basado en una muestra nacional que medía el dominio acumulado de conocimientos (entre el primer grado de básica y el tercer año de bachillerato, hoy noveno grado) en Biología, Química, Ciencias de la Tierra, Matemática y manejo del Lenguaje en estudiantes que egresaban del noveno grado, llegaban a la conclusión de que los resultados de los escolares estaban muy por debajo de los objetivos del currículum.

En el área de la física y en particular (Sebastia, 1993), Sebastia realizó un estudio sobre la consistencia y estabilidad de las interpretaciones de estudiantes universitarios en relación con los circuitos eléctricos. La muestra estaba constituida por 273 estudiantes de Física e Ingeniería de la Universidad Simón Bolívar de Caracas (Venezuela); en ese estudio se encuentra la presencia de concepciones alternativas en los estudiantes, las cuales persisten a pesar del grado de instrucción.

Los temas sobre Electricidad y magnetismo deben ser manejados en el último año de Educación Media y obviamente en la Universidad; a partir de allí nos planteamos la necesidad de identificar los modelos conceptuales de los estudiantes, en relación con el electromagnetismo, con el fin de hallar indicios de cómo mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La ciencia ha construido un modelo conceptual del electromagnetismo, un modelo científico y por consiguiente, el sujeto debe aprender a usar ese modelo, ya sea que quiera hacer ciencia, que quiera trabajar en cualquiera de las múltiples ocupaciones que cada vez más requieren de preparación técnico-científica o como un habitante del mundo actual que debe comprender el impacto de los cambios científico- tecnológicos en el ambiente y en su vida.

Se plantea entonces la necesidad de un diseño instruccional que permita, dentro de un Modelo Didáctico, llevar a los estudiantes desde los modelos conceptuales que ellos manejan hasta los modelos conceptuales aceptados por la comunidad científica en relación con el Electromagnetismo.

### **Limitaciones del estudio**

La pequeña muestra de estudiantes y el hecho de usar sólo un instrumento para recoger la información, junto con el poco tiempo, a nuestro juicio, dispuesto para hacer la presente investigación, hace que los resultados de este trabajo estén acotados y no se pretende que nos revelen modelos conceptuales de los participantes, sino que den pistas de cómo proseguir y mejorar la investigación en esta área.

## **Objetivo General**

Presentar una propuesta de estrategias metodológicas, basada en la indagación acerca de las formas de representación y los modelos mentales de los estudiantes sobre el Campo Electromagnético; que ayude a la internalización de los modelos conceptuales del Campo Electromagnético aceptados por la comunidad científica y correspondientes a su nivel, por parte de los estudiantes de último año del Ciclo Diversificado

## **Objetivos Específicos**

1.- Identificar formas de representación objetiva existentes en los estudiantes en relación con el concepto del Campo Electromagnético. Específicamente formas de representación proposicionales y gráficas.

2.- Diseñar y adaptar estrategias metodológicas, dentro de un Modelo Didáctico, que permita a los estudiantes mejorar su comprensión del modelo conceptual del Campo Electromagnético aceptado por la comunidad científica.

3.- Elaborar un modelo de Propuesta Pedagógica.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO.

#### Antecedentes.

Para el desarrollo de esta investigación fue necesaria la revisión de algunos antecedentes relacionados con el tema.

En primer lugar consideramos pertinente citar a Edward F. Redish (1998) en sus reflexiones acerca de los trabajos de Millikan, cuando señalaba que:

... Si deseamos entender lo que está sucediendo en nuestros salones de clase tenemos que comprender a nuestros estudiantes suficientemente bien como para entender el proceso a través del cual ellos atraviesan cuando están aprendiendo algo. Desde Platón, los maestros han estado desarrollando principios de enseñanza-aprendizaje efectivos, basados sobre indicios sobre el comportamiento humano. En el siglo XIX los psicólogos comenzaron a traer herramientas científicas para tratar con el problema...

Previamente Redish (1994), hablando de la importancia de los estudios cognitivos para la enseñanza de la Física, comenta:

... En la primera mitad del siglo XX los estudios sobre el pensamiento estaban grandemente limitados por las ideas conductistas en la forma de que uno debería todas sus teorías en términos de observables directos... Los escolares cognitivos comenzaron a hacer verdadero progreso cuando comenzaron a estar deseosos de formular cómo la gente estaba pensando en términos de patrones mentales o modelos que no podrían ser observados o medidos directamente.

Estas ideas se ven reflejadas en el trabajo de Marco A. Moreira e Ileana Greca (1996) quienes hacen una importante contribución con un trabajo pionero: *Un Estudio Piloto sobre Representaciones Mentales, Imágenes, Proposiciones y Modelos Mentales respecto al concepto de Campo Electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y físicos profesionales.*

El método utilizado en líneas generales es cualitativo: son entrevistas de lápiz y papel, no estructuradas, y registros de comentarios de los estudiantes durante las clases.

Greca y Moreira trabajaron con tres grupos diferentes:

a – Con 31 estudiantes de Ingeniería, que han visto por primera vez, en la Universidad, Electricidad y Magnetismo; suponen que estaban en situación de formación del concepto de campo electromagnético.

b – Con 7 estudiantes de postgrado de un curso de Física - Maestría y Doctorado - de distintas áreas, que suponen poseen un modelo de campo electromagnético.

c – Con 5 físicos profesionales, también de distintas áreas - tanto teórica como experimental - que utilizan habitualmente el concepto de campo.

Los investigadores obtuvieron los siguientes resultados:

- La técnica utilizada sirve para detectar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes.

- Los modelos resultarían de una articulación de distintos conceptos que permitirían entender significativamente el fenómeno, explicar, predecir, y por lo tanto resolver los problemas eficientemente.

- Cuando no se construyen modelos, los conceptos no serían aprendidos significativamente.

- No existirían diferencias cualitativas en la forma de utilización de modelos entre los alumnos que los consiguieron construir y los físicos.

- En general, el material instruccional - libros, listas de ejercicios centradas en utilización de fórmulas - no facilitaría la construcción de modelos.

Marco A. Moreira e Ileana Greca (1998) llevan a cabo otro estudio para mejorar la caracterización del estudio piloto. Fue realizado en los dos semestres lectivos de 1994, con estudiantes de Ingeniería que cursaban “Física II”, donde los alumnos verían por primera vez el concepto de “Campo Electromagnético”, el primero semestre con 31 estudiantes y el segundo con 24 estudiantes. Su objetivo fue detectar el

tipo de representación mental usaban los estudiantes para resolver problemas y para abordar la comprensión de la teoría.

Concluyen que los resultados de su investigación sugieren que las representaciones mentales son importantes para el sujeto, en el momento de hacer y aprender física. Nos dicen que los estudiantes deberían comprender las teorías científicas como un tipo de modelo diferente al suyo, pero que tienen que asimilar, generando una representación interna del mismo. Sugieren que se puede ayudar a los estudiantes a entender cómo los científicos generan sus propias representaciones y “Así el formalismo que ciertamente es indispensable adquirirá sentido, dejando de ser tan sólo fórmulas que caen en el vacío”.

Otro trabajo que tiene relación directa con nuestra investigación es el realizado por Paula Vetter Engelhar y Robert J. Beichner (2004). Su investigación, fue realizada utilizando dos versiones de una prueba de 29 preguntas de selección múltiple para descubrir concepciones alternativas entre los estudiantes.

Ellos encuentran, entre otras cosas que, hay una dificultad importante por la confusión de términos, generalmente asociados con la corriente. Los estudiantes le asignan propiedades de energía a la corriente y luego asignan esas propiedades a voltaje y resistencia. También encuentran que los estudiantes no tienen un claro entendimiento de los mecanismos que operan en los circuitos eléctricos, entendiéndose como el resultado de la confusión entre fenómenos electrostáticos y electrodinámicos. Que son capaces de traducir un circuito real en un circuito esquemático pero que se les dificulta traducir uno esquemático en uno real.

A continuación presentamos otros de los elementos de carácter teórico que hemos considerado relevantes para nuestro trabajo, agrupados por aspectos para su mejor interpretación.

## Aspectos epistemológicos

David Hestenes (1996) nos señala que la práctica científica involucra la construcción, validación y aplicación de modelos científicos, así que la instrucción en ciencias debería estar diseñada para ocupar a los estudiantes en hacer y usar modelos. Los modelos científicos son unidades coherentes de conocimientos estructurados, ellos son usados para organizar la información concreta dentro de un todo integrado, a menudo por el uso coordinado de leyes generales o principios.

Para hablar de modelo con el propósito de la instrucción, debe hacerse de la manera más precisa posible, Hestenes (1996) nos da la siguiente definición: “Un modelo en física es una representación de estructuras en un sistema y/o de sus propiedades”.

Debemos entender que la Ciencia para comprender los objetos del mundo real construye modelos conceptuales que permiten interpretar las observaciones. Luego este modelo conceptual ha de tener una representación interna en el sistema mental del sujeto, un modelo mental.

En el proceso de creación de modelos nos encontramos, no solamente con la misma información expresada en forma diferente pero dentro del mismo contexto, sino también información expresada de una nueva forma dentro de un contexto nuevo.

En otras palabras, no se trata únicamente de aprender a usar unas cuantas reglas y a operar ciertos algoritmos para así procesar y transformar la información en conocimiento científico, en otras palabras seguir secuencias lineales de procesamiento, sino que el proceso de creación implica saltos no continuos y no lineales que permitan organizar las representaciones dentro de nuevos contextos, saltos de un nivel de representación a otro, análogos a los saltos discontinuos entre los niveles de energía dentro de un átomo.

Cuando Niels Bohr (1885-1962) presenta su teoría, los saltos del electrón entre un nivel y otro no pasan por una zona de transición o un continuo de energía, no es posible encontrar electrones en niveles

intermedios, sino que pasan abruptamente de un estado a otro. Quizás inspirado por su filósofo favorito: Soren Kierkagard (1813-1855), quien habla de los saltos cualitativos en el conocimiento.

Por otro lado la visión del mundo que tenemos implica, aparte de las concepciones que tenemos sobre la realidad, también nuestras motivaciones, sensaciones, sentimientos y deseos.

La experiencia del atardecer es diferente de su descripción y el experimentar sensaciones de diferentes grados de placer o desagrado es mucho más que información.

Lo que queremos de la vida en los niveles sensorial, mental, intelectual, espiritual; es la motivación fundamental para el proceso de aprendizaje. Éste, por consiguiente va a ser afectado por las sensaciones que experimentamos al interaccionar con nuestros educadores, con las personas de nuestro medio ambiente, con las ideas a que somos expuestos. De cómo hemos organizado nuestras prioridades para aceptarlas o rechazarlas. De cuán altas son nuestras barreras ante lo que es incompatible con nuestra concepción de la realidad. De cómo se defiende nuestro sistema, de nuestra resistencia al cambio.

### **Aspectos relacionados con la Física**

Dimitris Psillos (1997) nos refiere en su trabajo sobre la enseñanza introductoria de la electricidad que los estudiantes demuestran dificultades de aprendizaje en primer lugar respecto a desarrollar el razonamiento sistémico, él nos dice que los estudiantes tienden a usar el razonamiento lineal y causal para entender el funcionamiento de los circuitos eléctricos.

Un razonamiento causal es aquél que se caracteriza por asociar «causas» y «efectos» a los fenómenos que acontecen. Una concepción causal espontánea responde a una determinada visión del mundo, a un modo de ver y explicar cómo se desarrollan los acontecimientos, y está presente en la manera habitual de expresarse las personas y en los mecanismos de acción que describen.

Psillos (1997) expresa:

“En circuitos simples los modelos causales son del tipo fuente-consumidor, semejando desde una perspectiva científica una visión en términos de la energía de la operación de un circuito simple. A menudo siguiendo con la introducción de la resistencia se desarrolla un modelo secuencial de acuerdo al cual, cualquier perturbación que viaje en una dirección afecta los componentes del circuito en sucesión.”

Así que se concibe que la corriente es consumida, a su paso por las resistencias o bombillos. Esto está indudablemente asociado con las experiencias cotidianas en nuestro mundo actual donde observamos que los aparatos eléctricos “gastan” energía eléctrica.

Este razonamiento lineal es diferente al razonamiento sistémico donde se percibe al circuito como una unidad integrada, como un sistema cerrado dentro del cual todos los componentes interactúan con cada uno de los otros y donde cualquier perturbación se extiende en todas direcciones.

El discurso cotidiano y el de la física relativos a la electricidad y los aparatos eléctricos son sensiblemente diferentes; los términos básicos de la física para la electricidad, la intensidad, la tensión y la resistencia, por ejemplo, son usados cotidianamente en el discurso de la vida diaria, pero con significaciones bien diferentes a la física. Existen diferencias innegables entre los lenguajes por vinculación a las significaciones dadas, por ejemplo, para los términos básicos de la física mencionados arriba, no es posible dar una conclusión que se mantenga, sean cuales sean los lenguajes.

Es posible afirmar que las significaciones de las palabras para la intensidad, en las lenguas europeas, están generalmente más próximas de la significación física de la energía que de la intensidad. En otros términos, la palabra intensidad dentro del lenguaje cotidiano comprende un gran abanico de significaciones con una predominancia por la idea de energía.

Así que es posible una mala comprensión en las clases de física, si el profesor no es advertido de las diferencias existentes entre su manera de

hablar de los fenómenos eléctricos y la de los estudiantes. Además, Psillos afirma que los estudiantes confunden aspectos de corriente y energía, además, que el voltaje es considerado una propiedad de la "corriente" la cual indica su "fuerza" y que todos los conceptos científicos colapsan ante la noción global e indiferenciada de "corriente-energía". Además, afirma que los estudiantes no comprenden que hay aspectos comunes entre la atracción-repulsión de los cuerpos cargados y el brillo de un bombillo, por ejemplo.

Esa división de los fenómenos electromagnéticos entre electrostática y electrodinámica, magnetostática y magnetodinámica no parece ayudar a una comprensión integrada. Además se encuentra como otra fuente de dificultad el uso de modelos macroscópicos, donde existen mecanismos microscópicos subyacentes, además resulta difícil establecer relaciones entre los modelos cualitativos y cuantitativos.

### **Consideraciones acerca del lenguaje**

La necesidad de interactuar con los otros seres que él reconoce y que lo reconocen a él, lleva al sujeto al aprendizaje del lenguaje.

Cuando un individuo es capaz de interactuar con otros seres a través del lenguaje ha dado un salto cualitativo en su aprendizaje, en la interacción con la sociedad de individuos y su cultura.

Henri Atlan (1991) nos habla del lenguaje como lugar de articulación entre lo físico y lo psicológico. Desde la articulación entre el nivel molecular y el nivel celular de los seres vivos hasta las relaciones entre niveles de integración diferentes de un sistema autoorganizado en el que se puede considerar el lenguaje como el lugar de articulación entre sus niveles.

"... Por lo demás, lo mismo que con la biología molecular, entre química y biología, el propio lenguaje se ha convertido rápidamente en un nivel de organización, intercalado entre los niveles cuya articulación asegura en tanto que objeto de observación, de experimentación y de teorización, objeto de una disciplina sobre un campo del saber".(p. 72)

Wittgenstein (1889-1951) decía en su *Tractatus Lógico Filosófico* (1921) que los límites del lenguaje son los límites del pensamiento, que los límites del lenguaje son los límites del mundo. Sólo podemos concebir aquello a lo que podemos acceder a través del lenguaje. Un aspecto relevante de su segunda posición filosófica, que aparece *Investigaciones Filosóficas* (1953), publicada póstumamente, es su intención de mostrar que los conceptos tienen significado dependiendo del contexto al cual pertenezcan, él llama a dichos contextos “juegos de lenguaje”. El lenguaje se expresaría como una pluralidad de “juegos de lenguaje”.

El lenguaje, es capaz de atravesar varios niveles de abstracción y las metáforas son cierta clase de operadores que vinculan diferentes niveles y estadios de ese lenguaje.

Muchos de los conceptos básicos que utilizamos todos los días se entienden normalmente por medio de conceptos metafóricos, como tiempo, cantidad, estado, cambio, acción, causa, propósito, medios, modalidad, hasta el concepto de categoría misma.

Stephen W. Gilbert (2000) señala que según Lakoff:

"Estos son conceptos que entran normalmente en la gramática de una lengua, y si son verdaderamente metafóricos por naturaleza, entonces la metáfora se vuelve central para la gramática".

La metáfora es por naturaleza, más que lingüística, fundamentalmente conceptual. El lenguaje metafórico es una manifestación superficial de una metáfora conceptual. A pesar de que mucho de nuestro sistema conceptual es metafórico, una parte significativa no lo es. La comprensión metafórica se basa en la comprensión no-metafórica.

Gilbert acota la siguiente oración, que nos parece que aclara muy bien el carácter de las metáforas: "George W. Bush nació en tercera base y piensa que consiguió un triple".

La ciencia habla su propio dialecto, usando extensivamente las metáforas conceptuales para traer a nuestra comprensión sus descubrimientos. Aprender ciencia implica entender y hablar el lenguaje de la ciencia, manejar su jerga conceptual y ser capaz de reproducir y



desarrollar el razonamiento matemático usado, tanto en la teoría como en la resolución de situaciones problemáticas. Enseñar ciencia implica llevar gradualmente a los estudiantes a la comprensión y el manejo de ese lenguaje. Ese proceso implica llevarlos de la mano en su aprehensión de los modelos conceptuales aceptados por la comunidad científica.

### **Aspectos cognitivos**

Hemos visto como para muchos estudiantes, la forma de estudiar es concebida como: tomar notas en clase de cada ecuación que el profesor escriba en la pizarra, que por cierto están también en el libro de texto, aprenderlas de memoria, junto con la lista de fórmulas que están al final de cada capítulo. Hacer suficientes problemas del final de cada capítulo para reconocer qué fórmula puede ser usada en cuál problema. Pasar los exámenes, seleccionando las fórmulas correctas para resolver los problemas planteados. Finalmente borrar toda la información del cerebro para tener espacio para los materiales de las nuevas materias.

Creemos que para dar respuesta a esta situación, como educadores, debemos profundizar en las formas en que los procesos de adquisición y organización del conocimiento operan en el sistema mental.

El estudio de los procesos mentales implicados en el conocimiento nos lleva al campo de la Psicología Cognitiva, que surge desde la década 1950-1960 como una respuesta al Conductismo

Ausubel (1983) plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización.

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente

específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición.

Nos parece relevante citar a Moreira y Greca (1994), quienes acotan:

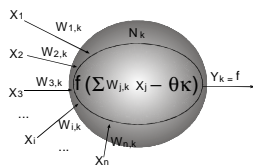
“Alrededor de 1956 surge lo que se llama Psicología Cognitiva, tanto en respuesta al fracaso del conductismo como por urgentes necesidades tecnológicas provenientes de la inteligencia artificial.

Su objetivo es hacer una ciencia objetiva de la mente (manteniendo así cierta continuidad con el conductismo pero afirmando que es posible estudiar esa "caja negra" de la mente en un nivel propio. (...) Para los psicólogos cognitivos la mente es un sistema simbólico. (...) La realización de funciones cognitivas complejas (percepción, memoria, lenguaje, pensamiento) exige que el sistema cognitivo sea capaz de representar y utilizar de manera adecuada información estructurada.”

Exponen que según la teoría de los Modelos Mentales del psicólogo y lingüista Phillip Johnson-Laird, hay tres tipos de representaciones: proposicionales, los modelos mentales y las imágenes.

El sujeto, a través de estas representaciones es capaz de aprehender los conceptos que están detrás de una situación, independientemente del lenguaje natural. El sistema mental tiene su propio lenguaje y su propio conjunto de símbolos primitivos y opera a través de las representaciones proposicionales, siguiendo ciertas reglas. Las imágenes son representaciones analógicas de la información y los modelos mentales consisten tanto en representaciones analógicas como representaciones proposicionales integradas en forma dinámica.

Cuando en la actualidad estudiamos las redes neuronales artificiales, encontramos que tienen la propiedad de auto-organización: crean su propia representación de la información. Es posible lograr una especie de representación de un conjunto de patrones y luego el reconocimiento de los mismos entre una nueva data de prueba.



Esquema de una Neurona



Esquema de una Red Neuronal

De esa manera podemos apreciar lo pertinente de la analogía con un sistema computacional, que hace Johnson-Laird, en la cual los modelos mentales representan el uso de un lenguaje de alto nivel, al mover los bloques de representaciones tanto analógicos como proposicionales, usando las diferentes operaciones mentales en forma similar al modo como usamos las operaciones aritméticas y lógicas dentro de un algoritmo computacional. Johnson-Laird considera que el uso de los modelos mentales y las imágenes es para la mente como el uso de lenguajes de programación de alto nivel.

Cuando trabajamos escribiendo usando un procesador de palabras, una hoja de cálculo o cualquier otra tarea que cotidianamente realizamos con la ayuda de un computador, no tenemos que estar concientes del "código de máquina" que se está ejecutando en el interior del aparato, en forma análoga, el sujeto, usando sus modelos mentales, obtiene el poder de resolver un número mayor de problemas más fácilmente. Moreira y Greca (2004) nos dicen:

“Es posible pensar que la capacidad de formar modelos mentales y razonar mediante ellos provenga de la evolución de la habilidad de percepción de los organismos con sistema nervioso. Los seres humanos no aprehendemos el mundo directamente sino que lo hacemos a través de las representaciones que tenemos de él, pues la percepción implica la construcción de modelos mentales.”

Podemos pensar en el sistema mental como en una estructura conceptual dinámica que acepta o rechaza los nuevos objetos conceptuales de acuerdo a si pueden o no ser digeridos o asimilados por ella.

Al contacto con los objetos conceptuales se produce una “acomodación” que consiste en la apropiación de los mismos de parte del sistema mental y por consiguiente una identificación de los mismos con aspectos de la estructura del sistema y una modificación del sistema mismo que se ajusta para dar cabida al nuevo integrante.

Las experiencias diarias del estudiante con su medio ambiente y con otras personas lo van llevando a formarse sus propias explicaciones sobre el mundo. El sujeto construye sus propias representaciones de objetos y

procesos y esas representaciones deben permitirle hacer afirmaciones, predicciones y explicaciones que deben ser válidas a la luz del modelo conceptual aceptado por la comunidad científica.

El proceso interno de representación es invisible. Lo que es posible apreciar es la representación externa que expresa el sujeto de ese modelo mental, a esa representación externa la llamaremos el modelo conceptual del sujeto.

Las redes neuronales artificiales son un ejemplo elemental de cómo en un sistema complejo aparecen propiedades emergentes que no encontramos en las partes.

El individuo es también parte de la sociedad como sistema complejo en el cual se promueven y consolidan los procesos de enseñanza-aprendizaje, por esa razón estamos obligados a hacer referencia a los trabajos del psicólogo ruso Lev Vigotsky, (1896–1934), quien es uno de los psicólogos más importantes del siglo XX.

La idea fundamental de la obra de Vigotsky es que el desarrollo de los humanos debe ser explicado en términos de interacción social. El desarrollo consiste en la interiorización de instrumentos culturales (como el lenguaje) que inicialmente no nos pertenecen, sino que pertenecen al grupo humano en el cual nacemos. Los humanos nos transmiten estos productos culturales a través de la interacción social.

El "Otro", toma un papel preponderante en la teoría de Vygotsky. En sus estudios sobre el desarrollo infantil (Vygotsky, 1995. Pág. 117-151) él concluye que el proceso de formación de conceptos comprende tres fases: una primera donde los objetos individuales sólo están unidos en la mente del niño por impresiones subjetivas dentro de una "coherencia incoherente", una segunda que él llama "pensamiento por complejos" donde el niño puede apreciar también los "vínculos que existen realmente entre los objetos", pasando por un primer tipo de "complejo" que él llama "asociativo" donde el niño se basa en cualquier vínculo común que observa entre un grupo de objetos para agruparlos, que puede ser la

forma, el color o el tamaño, por ejemplo; Vygotsky nos dice: “En este estadio, la palabra deja de ser para el niño el ‘nombre propio’ de un objeto individual; se convierte en el apellido de un grupo de objetos relacionados.”

El segundo tipo de pensamiento consiste según Vygotsky “en combinar objetos, o las impresiones concretas que producen en el niño, en grupos que se parecen mucho a colecciones. Los objetos se colocan juntos basándose en algún rasgo que los diferencia y, por consiguiente, los complementa mutuamente.” (Vygotsky, 1995. Pág. 129) El niño hace una asociación por contrastes más que por semejanza, en ese proceso es capaz, según Vygotsky, de combinar esa forma de pensamiento de forma “asociativa” como se describió anteriormente y se produce una colección basada en principios mixtos, el niño no se apega a un único principio para construir su colección sino que va pasando de un rasgo distintivo a otro y el resultado es una colección por ejemplo de colores y formas.

El siguiente paso es el “complejo en cadena”, descrito como “una integración dinámica y esencial de eslabones en una sola cadena en la cual el significado se transmite de un eslabón al siguiente”. En este estadio, el final de la cadena puede no tener nada que ver con su principio. “Es suficiente que haya elementos intermedios para ‘pegar’ uno con otro los elementos de la cadena”. En este tipo de razonamiento puede que no haya un centro estructural.

Comentando sobre el “complejo en cadena”, Vygostky señala que “...nos brinda una oportunidad para comprender la diferencia esencial entre complejos y conceptos. En un complejo no hay organización jerárquica de las relaciones de las diferentes partes del objeto. Todos los atributos son funcionalmente iguales. Hay una profunda diferencia en lo que concierne a las relaciones de las partes respecto al todo y de las partes entre sí, según dichas relaciones aparezcan en complejos y en conceptos” Un objeto incluido en razón de uno de sus atributos ingresa al complejo no sólo como el portador de esa característica, sino como algo

individual con todos sus atributos. El rasgo aislado no es abstraído del resto por el niño, y no se le adjudica un papel especial, como en un concepto.

Un cuarto tipo de complejo, el “complejo difuso”, observado por Vygotsky se caracteriza porque los atributos se consideran similares, no porque sean genuinamente semejantes, sino porque a causa de una impresión no muy clara parecen tener algo en común.”El complejo difuso se caracteriza por la fluidez de cada atributo que une los elementos aislados. Por medio de vínculos difusos e indeterminados se forman grupos de objetos o imágenes perceptualmente concretos.” Un último tipo de pensamiento complejo que es llamado “pseudocconcepto”, se caracteriza porque el niño es guiado por “la semejanza concreta y visible”, Vygotsky nos señala que “Tomados fenotípicamente, pseudocconceptos y conceptos se parecen, como una ballena se parece a un pez”.

El conjunto de ideas del pensamiento de Vygotsky hasta aquí expresadas, lo lleva a la propuesta de lo que él llama “Zona de Desarrollo Próximo”. Él llama la “Zona de Desarrollo Próximo” a la diferencia entre lo que un aprendiz puede hacer sin ayuda y lo que puede hacer con ayuda. En el tema que nos ocupa, nos da un fundamento para aspirar a poder mejorar la resolución de problemas en los estudiantes gracias a la guía del profesor o en colaboración con compañeros más expertos.

Esta relación entre la formación de conceptos científicos y espontáneos se establece en la cita reseñada a continuación:

“...Aunque el concepto científico y el espontáneo se desarrollan en direcciones inversas, los dos procesos están íntimamente conectados. La evolución de un concepto espontáneo debe haber alcanzado un determinado nivel para que el niño pueda absorber un concepto científico afín. Por ejemplo, los conceptos históricos pueden comenzar a desarrollarse solamente cuando los conceptos cotidianos del pasado se hallan suficientemente diferenciados, cuando su propia vida y la vida de los que se encuentran a su alrededor puede ser incluida en la generalización elemental "en el pasado y ahora"; sus conceptos geográficos y sociológicos pueden originarse a partir del simple esquema de "aquí y en otra parte". Al elaborar su lento camino un concepto cotidiano despeja la trayectoria para el concepto científico y su desarrollo descendente. Crea una serie de estructuras necesarias para la evolución de los aspectos elementales y más

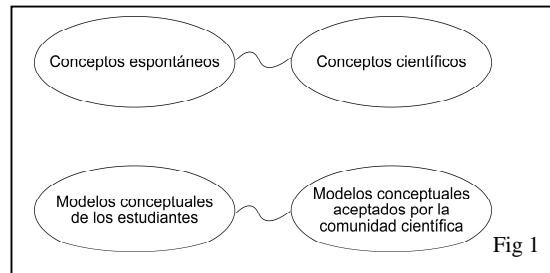
primitivos de un concepto, que le otorgan cuerpo y vitalidad. Los conceptos a su vez proporcionan estructuras para el desarrollo ascendente de los conceptos espontáneos del niño hacia la conciencia y el uso deliberado. Los conceptos científicos descienden hacia los conceptos espontáneos y los conceptos espontáneos se desarrollan a través de los científicos”. (Vygotsky, 1995. Pág. 148)

Otro aspecto que tiene relevancia para sustentar nuestra postura se refiere al análisis de Vygotsky en relación a lo que él llama “conceptos espontáneos” y su posible relación con los “conceptos científicos”.

Los conceptos espontáneos reflejan la sabiduría popular, el sentido común y las creencias y entendimientos cotidianos con los que las personas viven pero que raramente articulan. Es difícil razonar con conceptos espontáneos, es difícil llegar a hacer abstracciones partiendo de lo particular.

En el desarrollo de conceptos científicos el estudiante es expuesto, dentro de un ambiente académico estructurado, al conocimiento conceptual abstracto de su cultura. Él debe llegar a apropiarse de esos conceptos con la ayuda del profesor o del grupo, el estudiante es retado a dar ejemplos del uso de estos conceptos, de tal manera que éstos puedan serle útiles.

De lo anterior, consideramos posible establecer una analogía; entre el par *modelos conceptuales de los estudiantes - modelos conceptuales aceptados por la comunidad científica* y el par *conceptos científicos - conceptos espontáneos* de Vygotsky, en ambos casos la interacción del sujeto con la sociedad es lo que propicia el aprendizaje, y éste debe entenderse como un hecho esencialmente complejo, no reductible. Se da para el sujeto dentro de un contexto donde conviven su identificación como



individuo y como miembro de su familia, su comunidad, su sociedad; sus creencias, el momento en que vive, sus intereses, deseos, debilidades, temores, fortalezas y tantos otros factores que concurren en la vida de cada uno.

Esta concepción del problema incluye al lenguaje como punto de partida para la comunicación y también como herramienta lógica de aprehensión de la realidad, como medio de procesamiento de la información, que es representada internamente, en diferentes niveles, en un lenguaje propio de la mente.

Así, las representaciones son organizadas internamente en modelos mentales, que se expresarán externamente en la forma de los modelos conceptuales del sujeto, éste ha de ser capaz de usarlos para enfrentarse a las situaciones problemáticas en el ámbito académico y de investigación. Consideramos, siguiendo a Vigotsky, que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe mediar para que esos modelos conceptuales del sujeto puedan estar cada vez más cerca de los modelos conceptuales aceptados por la comunidad científica.

Las ideas reseñadas hasta aquí constituyen el principal fundamento teórico de nuestra investigación para establecer formas de representación mental sobre el Campo Electromagnético en los estudiantes.

### **Antecedentes de propuestas instruccionales**

Hestenes y Halloun(1996) han desarrollado una metodología de “modelización esquemática” que es descrita como un marco epistemológico para la instrucción en física.

Ellos plantean que la investigación en la enseñanza de la física debe estar fundamentada teóricamente, y ellos en particular se fundamentan en los trabajos de Jonson-Laird (1983) en relación con las representaciones mentales y la teoría de los modelos mentales.

De acuerdo a ella, los modelos constituyen el núcleo del conocimiento científico y el modelar es un proceso principal para construir y emplear dicho conocimiento.

Para que los estudiantes desarrollen un entendimiento comprensivo de un modelo conceptual científico, según Hestenes (2006) se requiere



que se les dé una caracterización precisa de los modelos conceptuales como teniendo cinco tipos de estructuras: sistémica, geométrica, la estructura intrínseca de los objetos que forman el sistema, la estructura de interacción o causal y la que tiene que ver con los cambios que experimenta el sistema en el tiempo.

La estructura **sistémica** del modelo tiene que ver con su composición, con las partes que lo forman, con el ambiente externo formado por agentes ligados al sistema y por el tipo de vínculos que se forman tanto entre los objetos internos como con el ambiente externo.

La estructura **geométrica** se refiere a la posición del modelo con respecto a un sistema de referencia y a la configuración interna que se refiere a las relaciones geométricas entre las partes.

También es relevante considerar la estructura **intrínseca** que posee cada una de las partes que forman el sistema.

La estructura de **interacción** tiene que ver con leyes de interacción, con las relaciones causales dentro del sistema y las que incluyen la influencia de los agentes externos.

La estructura **temporal**, se refiere a los cambios en el sistema que tienen que ver con el tiempo.

El **Dominio** del modelo se refiere al sistema físico o al conjunto de sistemas físicos, que el modelo puede ayudarnos a describir y que son llamados los *referentes* del modelo. Esos sistemas físicos compartirían unas estructuras comunes y/o un comportamiento común.

El entrenamiento que se da a los estudiantes en la creación, la modificación y el uso de los modelos conceptuales está diseñado para enriquecer su comprensión del mundo físico a través de una construcción sistemática de las estructuras que acabamos de describir.

Otra referencia que consideramos relevante como antecedente es la propuesta llamada **Instrucción entre Pares**.

Ésta es una metodología de trabajo que fue originalmente propuesta por Eric Mazur en 1991, aquí hacemos referencia al trabajo de Guillermo Ospina (1999) donde él presenta una modificación de la metodología original de Mazur, que le ha permitido observar una gran mejoría en sus estudiantes:

- El profesor hace una pregunta conceptual, en el contexto que se quiere desarrollar o en otros contextos.
- Los estudiantes, individualmente piensan sobre la pregunta un tiempo prudencial.
- Los estudiantes, votan públicamente, por la opción pensada por cada una de ellos.
- El profesor toma nota de la votación.
- El profesor, explica el concepto que lleva a la respuesta correcta de esa pregunta, y se extiende en el concepto que le permitirá plantear la próxima pregunta.
- Se hace la siguiente pregunta conceptual.
- De nuevo, los estudiantes resuelven personalmente el examen y votan públicamente.
- Se registra por parte del profesor las respuestas individuales.
- Se les pide discutir y acordar con el compañero una respuesta,
- Se vota de nuevo públicamente por parejas.
- Se explica la respuesta correcta.
- Si el porcentaje de aciertos es menor que el 90% el profesor debe disminuir la velocidad, entrar con más detalle en el concepto, y hacer otra pregunta conceptual.
- Se pasa al siguiente tópico.

Crouch, Catherine H. y Mazur, Eric (2000) también reportan que con esta metodología se incrementa grandemente el interés y la participación de los estudiantes y se ha mejorado dramáticamente su rendimiento.

## Mapas de Conceptos

Los Mapas de Conceptos son una forma de representar gráfica y explícitamente el conocimiento y pueden ser utilizados tanto como herramienta de exploración de la comprensión conceptual de los sujetos, así como también una forma de aprendizaje estimulado por la participación colectiva.

Un mapa conceptual es una red de conceptos. En la red, los nodos representan los conceptos, y las líneas, las relaciones entre los conceptos.

Se puede dividir el grupo en equipos, o bien se puede pedir a los participantes que trabajen individualmente. Se elige un tópico que se quiera trabajar, se invita a hacer una lista de los conceptos relevantes sobre el tema y establecer las relaciones entre ellos. Al final se hace una discusión colectiva donde se debaten los conceptos que han sido trabajados y las relaciones entre ellos. Debe resaltarse que los mapas de conceptos siempre están en construcción, que son susceptibles a ser cambiados de acuerdo con la visión que vaya teniendo el constructor del Mapa de Conceptos.

Queremos citar, como un ejemplo, el trabajo de Pérez Rodríguez, A.L. et al (2006) sobre la Elaboración de Mapas Conceptuales en relación con la Corriente Eléctrica, donde refieren que:

Inicialmente se propuso a cada uno de los alumnos participantes en la experiencia que realizara un mapa conceptual individual en el que reflejara la manera que tenía de relacionar entre sí los conceptos relativos al fenómeno de la corriente eléctrica.

Una vez recogidos estos mapas, cada uno de los alumnos revisó los mapas realizados por los demás y le propuso a cada uno de ellos los cambios que consideraba oportunos.

Todas estas propuestas de modificación de cada "Mapa Original" de cada uno de los alumnos fueron estudiadas y comentadas por todos los demás y uno de ellos se encargó de resumirlas en un "Mapa en Revisión" que el autor del mapa original en cuestión estudió detenidamente aceptando algunas y rechazando otras y justificando la decisión tomada en cada caso.

Como resultado de este proceso se llegó al "Mapa Revisado" de cada uno de los alumnos. Más tarde se encargó a otro alumno la realización de una reorganización general del material elaborado incluyendo vínculos entre los diferentes mapas que facilitarían la comparación entre los contenidos de los mismos y la observación de las modificaciones introducidas, y la realización de un "Mapa Consensuado" en el que se resumiera la parte esencial de los diferentes "Mapas Revisados" de cada uno de los alumnos.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO.**

#### **Tipo y diseño de la investigación.**

La metodología empleada está enmarcada en una investigación de campo. Según Asti Vera (1.973) “este tipo de investigación permite obtener datos directamente de la realidad” (p.42); Sabino (1.987) afirma que “La investigación de campo es aquella donde se recogen datos en forma directa de la realidad mediante el trabajo concreto del investigador”. (p.89)

Este trabajo de campo trata de establecer algunas de las carencias de los estudiantes para representar el Campo Electromagnético en relación al modelo conceptual aceptado por la comunidad científica, asimismo indagar sobre las asociaciones verbales que hacen con palabras relacionadas con el tema, si son capaces de entender el carácter sistémico de los circuitos eléctricos, así como si; pretendiendo con esto responder a las interrogantes planteadas en la formulación del problema.

Esta investigación es de un carácter fundamentalmente cualitativo, nos enfocaremos en entender el rango de posibles abordajes que los estudiantes hacen sobre el tema en lugar de intentar recoger y procesar una gran cantidad de datos estadísticos. Consideramos que es una investigación preliminar, donde queremos profundizar lo más posible, sobre las concepciones subjetivas del grupo de estudiantes que colaboraron con nuestro estudio.

No dejaremos, sin embargo, de presentar algunos resultados cuantitativos en relación con las respuestas de los estudiantes.

#### **Tipo de Población**

La población de estudio es definida según Tamayo, M (1.990) como: "...la totalidad del fenómeno a estudiar a donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación." (p. 92).

Según Morles, F (citado en Fideas Arias, 1.999), se refiere “al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación”. (p.49)

La población que participó en este estudio consistió en tres grupos de estudiantes: el primer grupo estuvo integrado por 20 alumnos de la asignatura “Mecánica” en la Escuela de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela y quienes por consiguiente habían aprobado la materia “Física II”. El segundo grupo por 10 estudiantes del Pedagógico de Caracas que había aprobado la materia que en ese Instituto corresponde a “Física II”. El tercer grupo fueron 3 estudiantes Bachilleres en Ciencias pero que no han tenido la experiencia de ver ninguna materia a nivel superior equivalente a “Física II”. Los grupos de 20 estudiantes de la U.C.V. y de 10 del Pedagógico constituían prácticamente todos los estudiantes de esas instituciones que estaban a ese nivel. “Física II” es un curso introductorio sobre Electricidad y Magnetismo donde se trataron todos los temas que utilizamos en nuestra prueba y donde se resuelven problemas similares a los que planteamos en la investigación.

Para el desarrollo de la investigación se diseñó un instrumento que nos permitiera indagar en los conceptos básicos asociados al Campo Electromagnético.

### **El Instrumento**

Se usó un instrumento que consta de tres partes, el cual puede verse en el Anexo 1.

En la primera parte de la prueba se pide que el estudiante exponga sus ideas sobre el campo electromagnético. Se quiere ver si usa representaciones proposicionales y/o imágenes. Considerando que las ecuaciones son formas de representación proposicional. También se pretende que exprese sus conocimientos generales sobre la naturaleza del campo electromagnético y su interacción con la materia y los seres vivos.

Se cierra esta parte solicitando al estudiante que escriba sinónimos de “campo”, “fuerza”, “magnetismo”, “electricidad” y “potencial”, con lo cual se quiere establecer cómo entienden estos conceptos en términos del lenguaje ordinario y si hay alguna coincidencia entre sus respuestas. Dado que para hablar de estos conceptos debemos expresarnos en nuestro idioma natural, es perfectamente aceptable que el uso que se da ordinariamente a estas palabras, de alguna manera influencie nuestra comprensión de dichos términos.

En la segunda parte:

En la pregunta 1 se enuncian dos fenómenos: la atracción (repulsión) de corrientes del mismo sentido (sentido contrario) y la repulsión (atracción) de cargas del mismo signo (de signos contrarios). Se debe entender que son fenómenos diferentes, la atracción o repulsión, en el caso de las corrientes, es por la interacción de los campos magnéticos producidos por cada una de ellas sobre las cargas en movimiento de la otra.

Luego se pregunta sobre las condiciones que deben cumplir las cargas para ser aceleradas por un campo magnético. Las cargas deben estar en movimiento y la dirección de su velocidad no debe ser paralela a la dirección del campo.

La pregunta siguiente se refiere a las baterías y los condensadores: Las baterías almacenan energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos. Conectada a un circuito una batería es una fuente de voltaje constante. Los condensadores almacena energía eléctrica, debido a la presencia de un campo eléctrico en su interior, cuando aumenta la diferencia de potencial en sus terminales, devolviéndola cuando ésta disminuye.

Las dos últimas preguntas de este aparte son hechas para explorar si los estudiantes tienen claro el hecho de que un circuito tiene naturaleza esencialmente sistémica.

En la tercera parte:

En el problema 1 de la prueba se asevera que “la figura representa el campo eléctrico de dos cargas”.

Se está aceptando, implícitamente, que no se considera el campo producido por otras cargas o que las únicas cargas que existen son las representadas.

Aquí se está haciendo uso de una representación esquemática comúnmente aceptada del campo eléctrico donde las cargas (fuentes del campo), a pesar que son consideradas cargas puntuales, infinitamente pequeñas, están representadas por círculos oscuros y unidas a unas líneas terminadas en flechas; las cargas positivas se representan pegadas a líneas con flechas salientes y las negativas con flechas entrantes. En este caso, las dos cargas son positivas, dado que las líneas pegadas a ambas tienen flechas salientes. Mientras sea mayor la carga, mayor será la intensidad del campo que produce en cada punto, y dicha intensidad decrece con la distancia (para ser más exactos, con el cuadrado de la distancia), dicha intensidad se infiere dentro del esquema por la “densidad” de las líneas. Por la simetría del dibujo se infiere que las cargas son iguales.

En los problemas 2, 3 y 4; se está usando una representación de circuitos eléctricos de corriente continua y los símbolos corrientemente aceptados de una batería y de “resistencias”. Los bombillos son representados por resistencias rodeadas por una pequeña circunferencia. En ninguna parte se dice que son circuitos eléctricos de corriente continua y tampoco se dice que las resistencias son iguales o diferentes. Es aparente que para todos los participantes entendieron que se trataba de circuitos de corriente continua y además, que las resistencias en cada circuito eran iguales. La representación gráfica de las resistencias como gráficamente similares en forma y tamaño fue para todos una indicación de que eran físicamente iguales.

En el problema 2 tratamos con la “diferencia de potencial” en el 3 con la “corriente” y en el 4 con el brillo, que es lo mismo que preguntar por la

“potencia” disipada en los bombillos. La potencia disipada por una resistencia o un bombillo, depende de la “diferencia de potencial” entre los extremos de dicha resistencia o bombillo y de la “corriente” que circula en el circuito. Por lo tanto la respuesta de la pregunta 4 debe ser consistente con las de las preguntas 2 y 3. Con estas preguntas se quiere verificar si el modelo conceptual de circuito que manejan los estudiantes tiene estructura sistémica.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

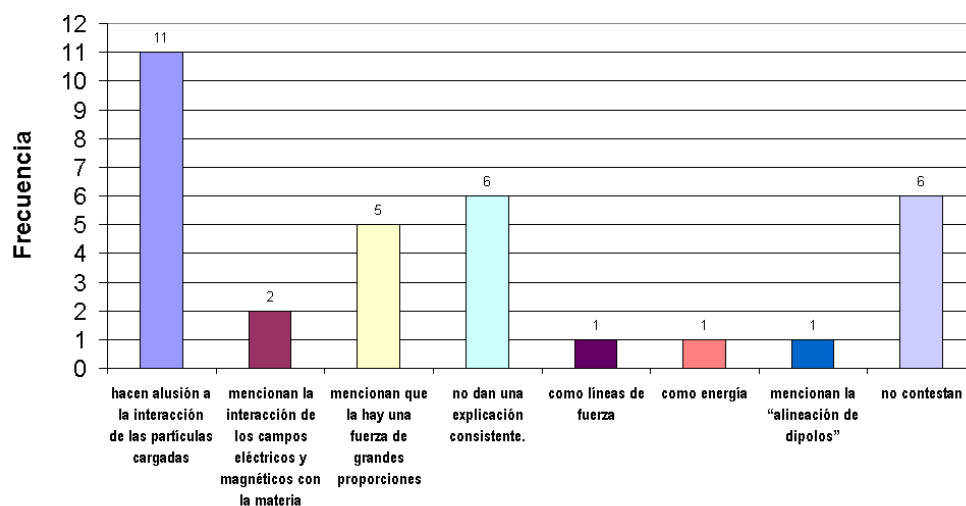
A continuación presentamos la forma como fueron respondidas las diferentes partes de la prueba. Se presentan en esta sección la descripción de las respuestas a cada pregunta, de las tres partes de la prueba. A continuación de ella en la sección “Análisis de los Resultados” es donde se hacen los comentarios sobre estas respuestas.

#### Presentación de las Respuestas de los Estudiantes

##### PARTE I

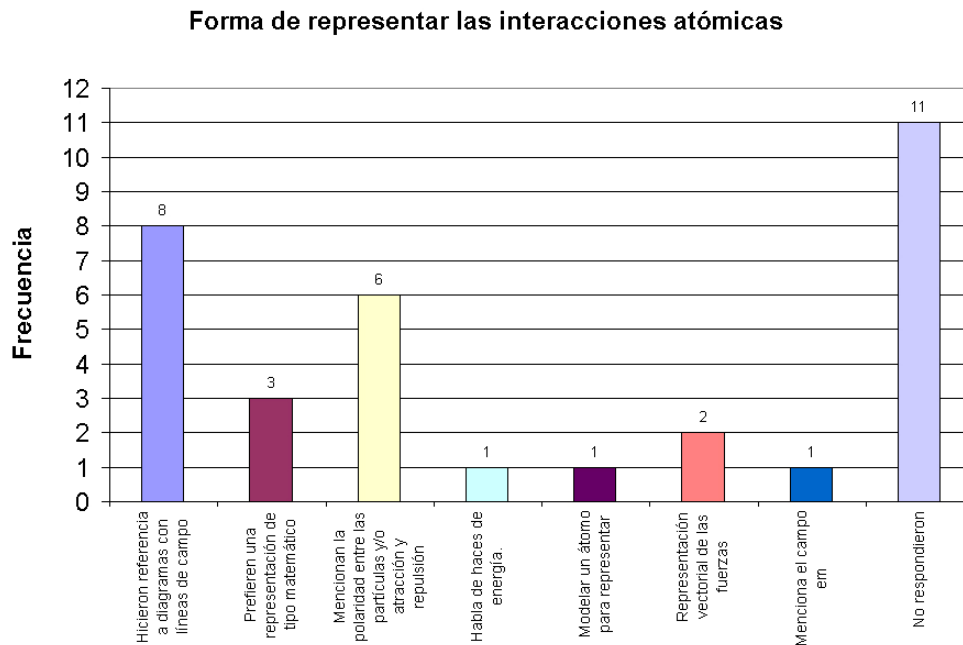
Pregunta 1: ¿Cómo entiendes las fuerzas electromagnéticas que ligan los materiales a nivel atómico?

##### Concepciones sobre las Fuerzas que actúan a nivel atómico



Encontramos una gran variedad de respuestas, en todos los casos presentan falta de coherencia.

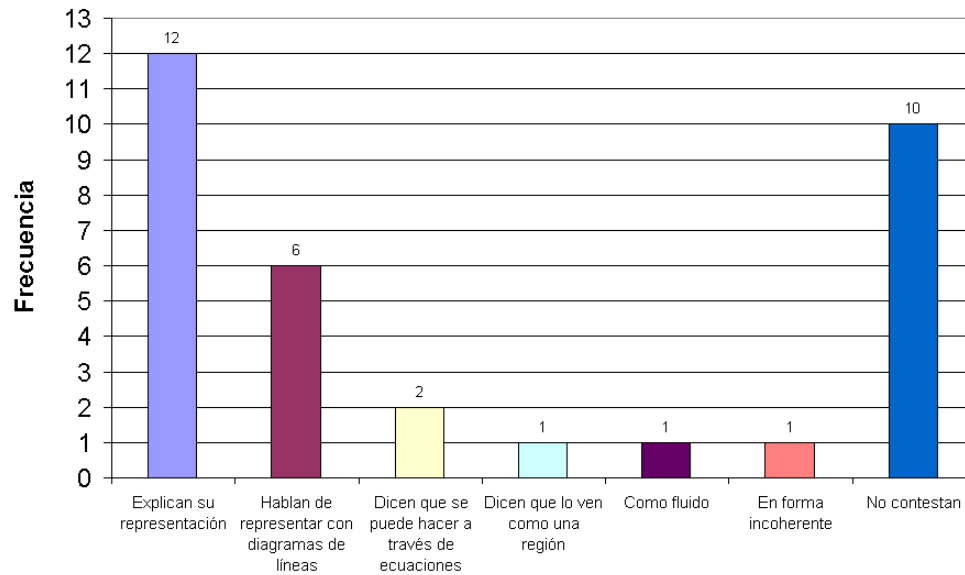
Pregunta 2: ¿Cómo te imaginas que se pueden representar esas interacciones?



Para representar las interacciones microscópicas sólo 8 estudiantes mencionan el uso de diagramas con líneas de campo y 3 que prefieren una representación de tipo matemático, 2 usando representación vectorial de las fuerzas, del resto 11 no contestan y los demás no describen cómo sería su representación.

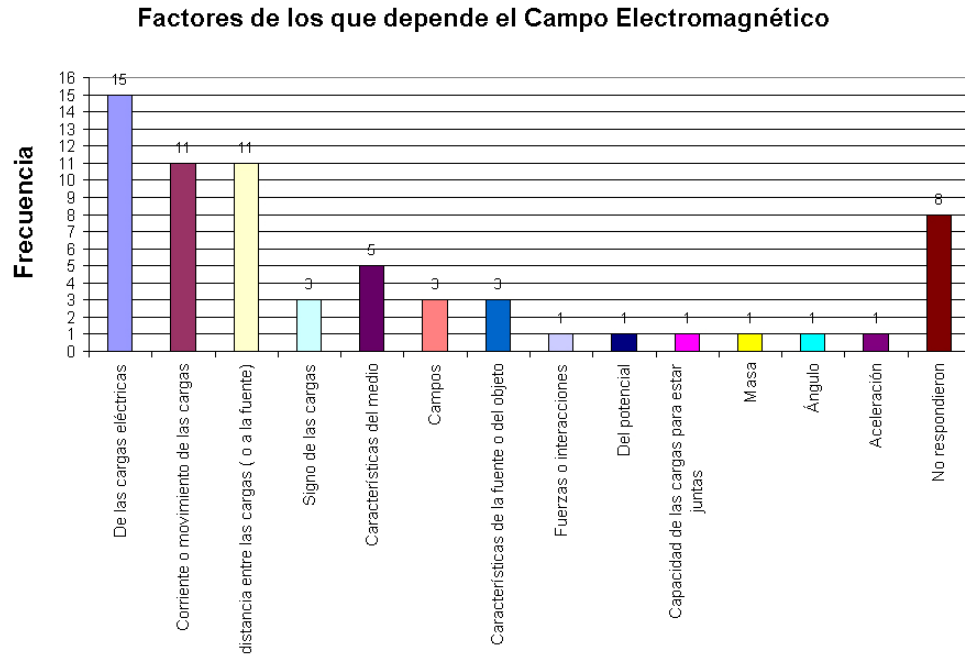
Pregunta 3: Cuéntanos acerca de cómo entiendes el campo electromagnético a través de dibujos y explicaciones.

**Cómo se puede representar el Campo Electromagnético**



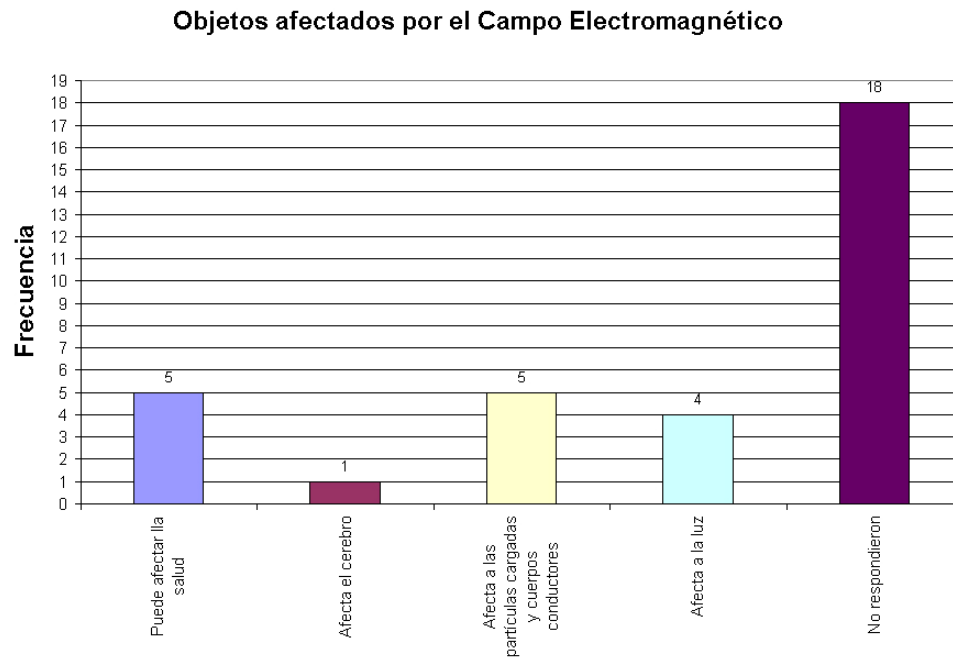
Para expresar sus concepciones acerca del campo electromagnético hay sólo 6 estudiantes hablan de representar con diagramas de líneas, 2 dicen que se puede hacer a través de ecuaciones, del resto 12 prefieren explicar sus ideas sobre el campo en lugar de decir como representarlo, 3 dan una idea muy vaga y 10 no contestan.

Pregunta 4: ¿Cuáles son los factores de los que depende el campo?



Cada estudiante podía mencionar varios factores, la gran mayoría mencionó la dependencia a las características de la distribución de cargas y de su movimiento (corriente), 8 No respondieron.

Pregunta 5: ¿Cuál es la influencia del campo sobre los objetos y las personas, sobre la luz?



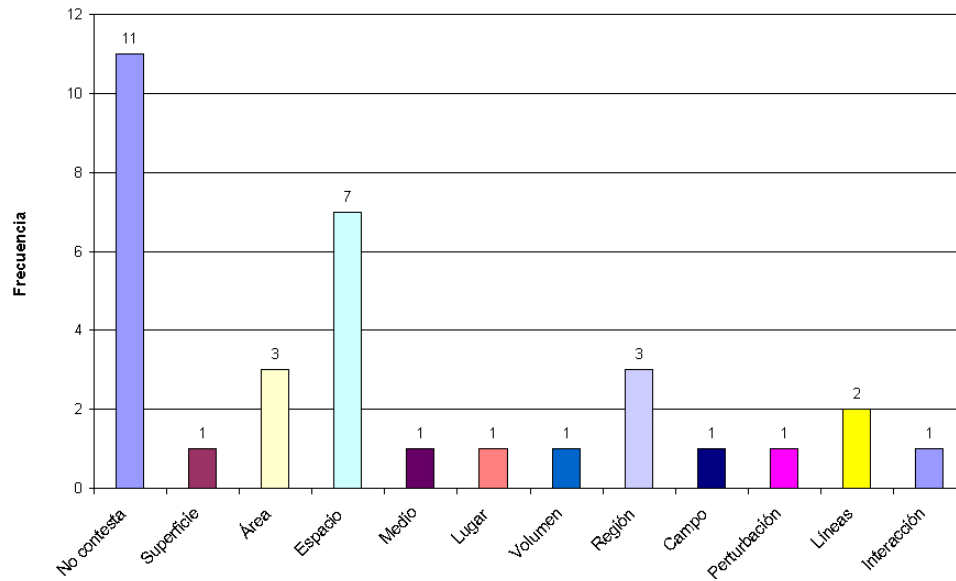
Sólo 5 estudiantes responden que afecta a las partículas cargadas y los cuerpos conductores, del resto 10 expresan ideas sin fundamento, 18 No respondieron.

Pregunta 6: Escribe sinónimos de las palabras: campo, fuerza, magnetismo, electricidad, potencial.

En el siguiente cuadro los números de la izquierda etiquetan las respuestas de cada estudiante que vienen dadas en cada fila.

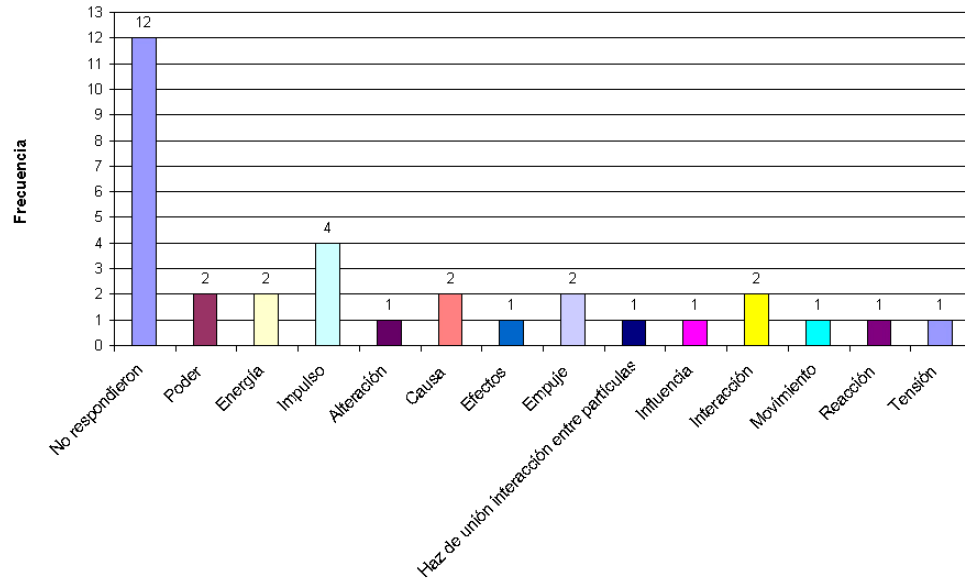
Estudiante	Campo	Fuerza	Magnetismo	Electricidad	Potencial
1	Superficie	Causa	Atracción	Corriente	Alcance
2	Área que rodea a un ente emisor	Modificación de la cantidad de movimiento de una partícula	Rama de la física que estudia los fenómenos de carácter magnético	Rama de la física que estudia las interacciones entre las cargas eléctricas	Trabajo necesario para el traslado de un ente
3	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
4	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
5	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
6	Espacio	Efectos	No contestó	No contestó	No contestó
7	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
8	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
9	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
10	Espacios de interacción	Impulso	Imanes	Carga en movimiento	No contestó
11	Medio	Reacción	Propiedad	Movimiento de electrones libres	Dependiente distancia
12	Área	Tensión	Atracción	Corriente	Capacidad
13	Lugar o área	Energía aplicada	Polarización	Movimiento de carga	Energía
14	Volumen	Influencia	Atracción	Corriente	Carga
15	Región	Alteración	No contestó	No contestó	Capacidad
16	Área	Impulso	Atracción repulsión	Energía	No contestó
17	Perturbación	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
18	Líneas	Empuje	Imán	Corriente	Almacén
19	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
20	Líneas imaginarias	Movimiento	No contestó	No contestó	Puede suceder
21	No contestó	No contestó	Atracción	Corriente	No contestó
22	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	Capacidad de hacer algo propiedad
23	Espacio	Interacción	Propiedad que tienen los imanes	Corriente eléctrica	No contestó
24	Fluido denso	Haz de unión interacción entre partículas	Fuerza de unión	No contestó	Energía potencial guardada de un sistema eléctrico
25	Región	Empuje	Magnetita	Corriente	Energía
26	Región	Impulso	Atracción	Cargas	Variación de las cargas
27	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
28	Espacio	Energía	Imán	corriente	Capacidad
29	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó
30	Espacio	Causa	Atracción	No contestó	Capacidad
31	Algo como que es abarcable. Lo que se abarca	Poder	Atracción	Transferencia de energía, movimiento, dinámico	Algo que tiene probabilidades de ser, en potencia
32	Espacio	Poder	Atracción	Corriente	Energía
33	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó	No contestó

### Asociaciones con la palabra CAMPO



Diecinueve estudiantes (58 %) atribuyeron al Campo una connotación espacial, al asociarlo con palabras como superficie, área, espacio, medio, lugar, volumen, región y campo; dos estudiantes (6%) lo asocia con su representación: líneas y un estudiante (3%) lo asocia con: relación-interacción. Un tercio de los estudiantes no contestó.

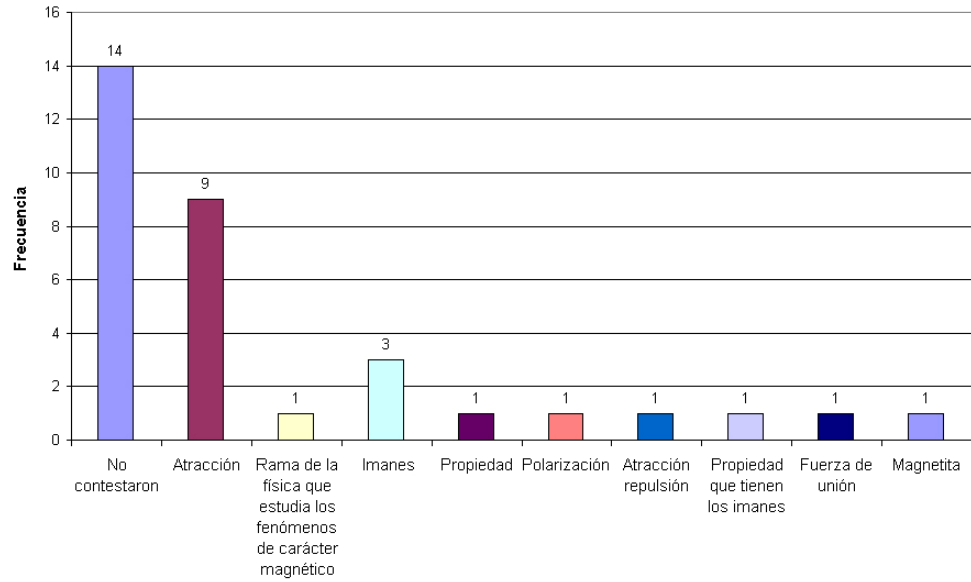
### Asociaciones con la palabra FUERZA



Encontramos que once estudiantes (33%), asociaron el término Fuerza con palabras que se usan para hablar del concepto físico de Fuerza (palabras como interacción, tensión, reacción, empuje, causa) dos estudiantes (6%) con energía, seis (18%) con velocidad, tres (9%) con efectos, influencia, alteración y 12 (36%) no respondieron.

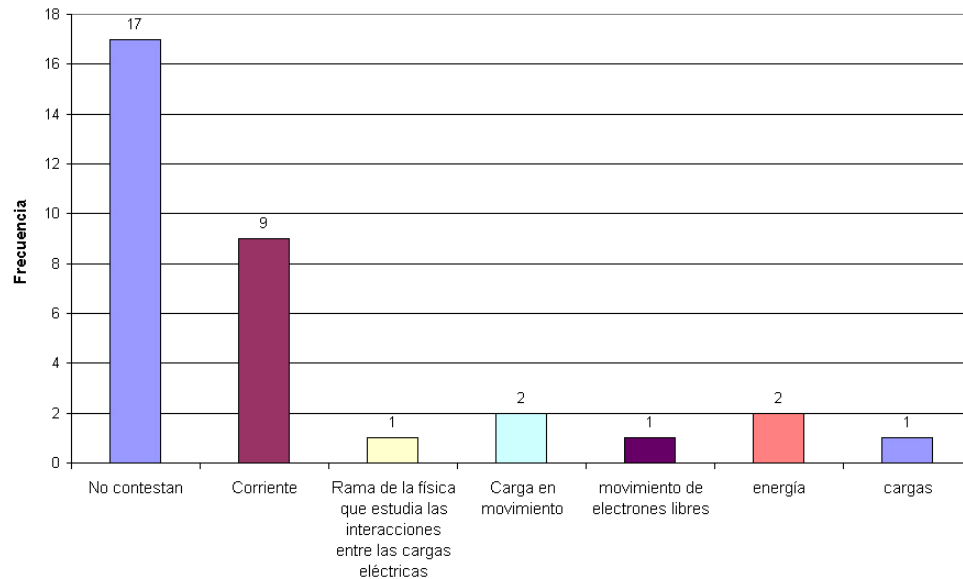


### Asociaciones con la palabra MAGNETISMO



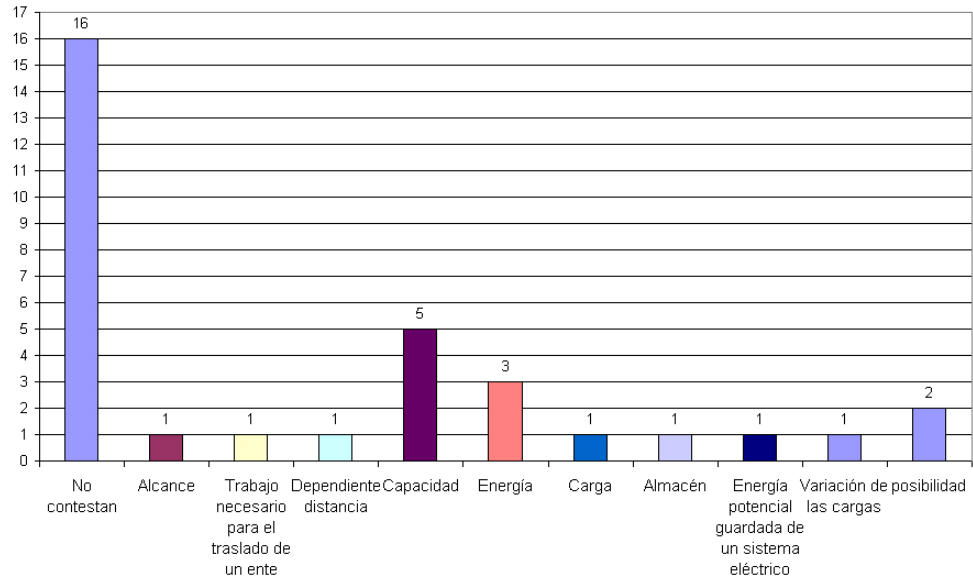
Once estudiantes (33%) le atribuye significados que tienen que ver con fuerza, cuatro (12%) con objetos magnéticos, tres (9%) con propiedades y uno (3%) con rama de la Física. Catorce (42%) no contestaron.

### Asociaciones con la palabra ELECTRICIDAD



Doce estudiantes (36%) relacionan el término Electricidad con corriente o movimiento de cargas, uno (3%) con rama de la física que estudia las interacciones entre las cargas eléctricas, dos (6%) con energía, uno (3%) con cargas. Diecisiete (52%) no contestan.

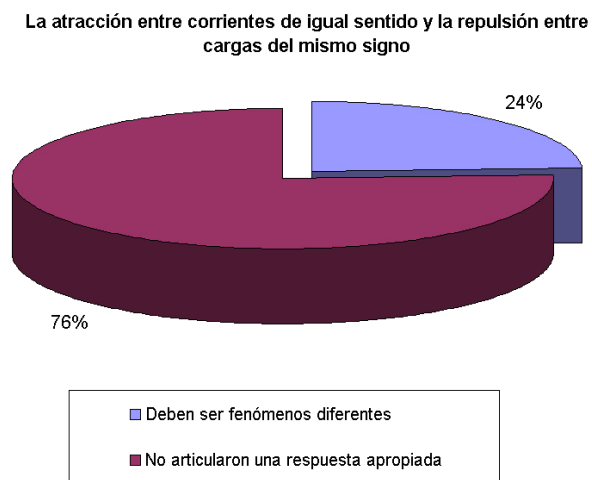
### Asociaciones con la palabra POTENCIAL



Sólo seis (18%) estudiantes asocian el término Potencial con energía, trabajo o dependiente de la distancia, once (33%) lo asocian con palabras como alcance, capacidad, almacén alcance, posibilidad, alcance, dos (6%) lo relacionan con cargas y dieciséis (48%) no contestan.

## PARTE II

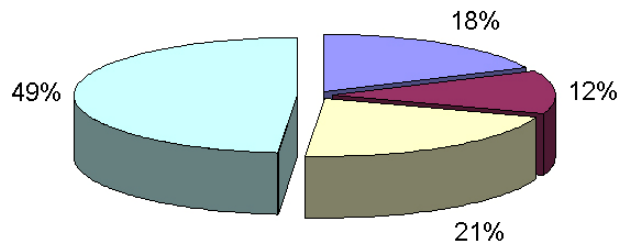
Pregunta 1: Corrientes del mismo sentido se atraen y de sentido contrario se repelen; cargas estacionarias del mismo signo se repelen y de signos contrarios se atraen. ¿Qué reflexiones se pueden hacer sobre esta situación?



Ocho estudiantes (24%) consideran que deben ser fenómenos diferentes, venticinco (76%) no articularon una respuesta apropiada.

Pregunta 2: ¿Qué condiciones deben cumplir las cargas eléctricas para ser aceleradas por un campo magnético?

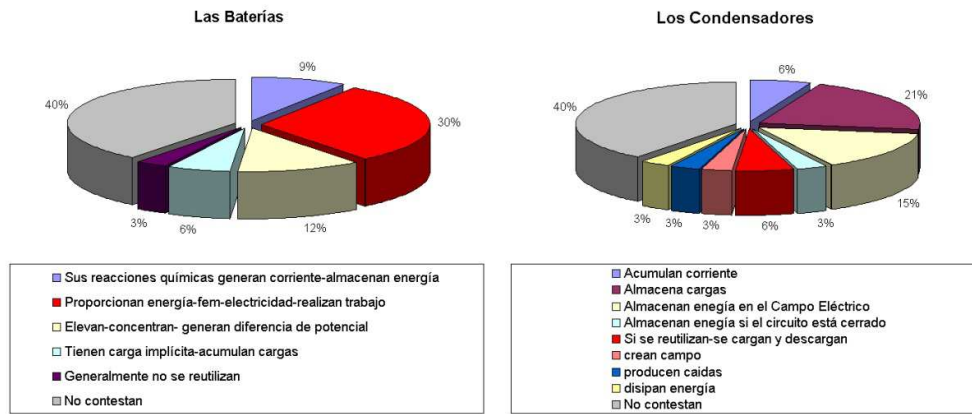
**Para que una carga sea acelerada por un Campo Magnético:**



- Debe estar en movimiento
- Debe estar en movimiento y su velocidad no debe ser paralela al campo
- Responden incoherentemente.
- No responden

Sólo cuatro estudiantes (12%) respondieron que la carga debe estar en movimiento y su velocidad no debe ser paralela al Campo Magnético, seis estudiantes (18%) consideraron que la carga debe estar en movimiento, siete (21%) responden incoherentemente. Dieciséis (49%) no responden,

Pregunta 3: ¿Cuál es la diferencia entre las baterías y los condensadores?



En relación con las Baterías: tres estudiantes (9%) mencionan que sus reacciones químicas generan corriente-almacenan energía , diez (30%) afirman que proporcionan energía – fem – electricidad - realizan trabajo, cuatro (12%) dicen que elevan – concentran – generan potencial o diferencia de potencial, dos (6%) afirman que tienen carga implícita - acumulan cargas, uno (3%) que generalmente no se reutilizan. Trece (40%) no contestan.

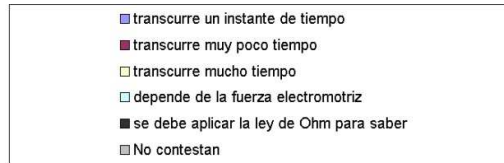
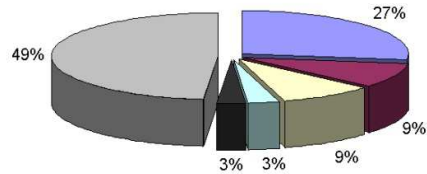
Ninguno habló del papel de las baterías de mantener un voltaje constante entre sus bornes para así mantener la corriente en el circuito, ni que los reactivos de la pila se van gastando hasta que se agotan.

En relación con los Condensadores dos estudiantes (6%) afirman que acumulan corriente, siete (21%) que almacenan cargas, cinco (15%) que almacenan energía en el Campo Eléctrico, uno (3%) que almacenan energía si el circuito está cerrado, dos (6%)mencionan que se reutilizan-se cargan y descargan, uno (3%) que crean campo, uno (3%) afirma que producen caídas, uno (3%) que disipan energía. Trece (40%) no contestan.

El tiempo de carga y de descarga del condensador no fueron considerados por los participantes.

Pregunta 4: Considera una instalación eléctrica donde hay un bombillo situado a 100 metros del generador. ¿Cuánto tiempo transcurre desde que se cierra el circuito hasta que la corriente pase por el bombillo?

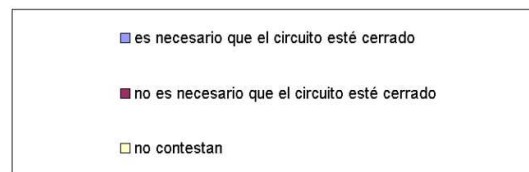
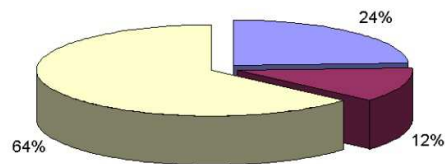
Desde que se cierra el circuito hasta que la corriente pase por el bombillo:



Nueve estudiantes (27%) consideran que transcurre un instante de tiempo, tres (9%) que transcurre muy poco tiempo, tres (9%) que transcurre mucho tiempo, uno (3%) que depende de la fuerza electromotriz, uno (3%) que se debe aplicar la ley de Ohm para saber. Dieciséis (49%) no contestan.

Pregunta 5: Discute la siguiente afirmación: La fuerza electromotriz inducida por un cambio de flujo magnético a través de un circuito sólo puede inducirse si el circuito está cerrado.

Sólo puede inducirse fuerza electromotriz por un cambio de flujo magnético a través de un circuito si éste está cerrado:



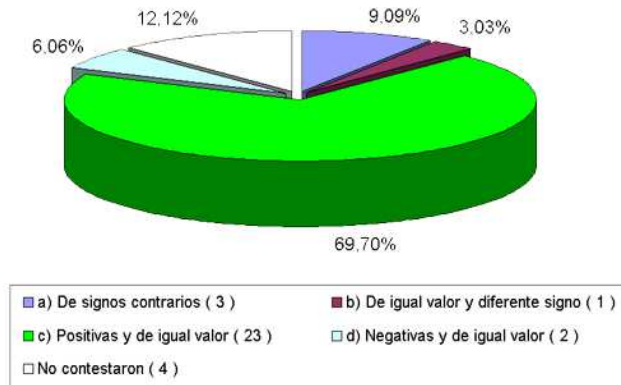
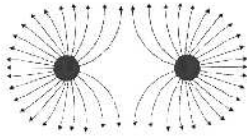
Ocho estudiantes (24%), cuatro (12%) consideran que no es necesario que el circuito esté cerrado. Veintiún estudiantes no contestan

### PARTE III

#### Problema 1.

1- La figura representa el campo eléctrico de dos cargas:

- a) De signos contrarios.
- b) De igual valor y diferente signo.
- c) Positivas y de igual valor.
- d) Negativas y de igual valor.

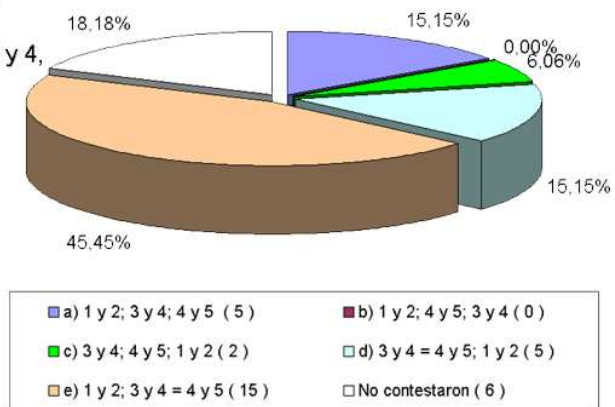
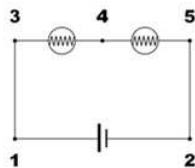


En el problema 1, 21 estudiantes respondieron correctamente, aproximadamente el 64% de la población total.

#### Problema 2.

2.- Ordena en forma decreciente las diferencias de potencial entre los puntos 1 y 2, puntos 3 y 4, puntos 4 y 5;

- a) 1 y 2; 3 y 4; 4 y 5.
- b) 1 y 2; 4 y 5; 3 y 4.
- c) 3 y 4; 4 y 5; 1 y 2.
- d) 3 y 4 = 4 y 5; 1 y 2.
- e) 1 y 2; 3 y 4 = 4 y 5.



En el problema 2. 13 estudiantes respondieron correctamente, aproximadamente el 39% de la población total.

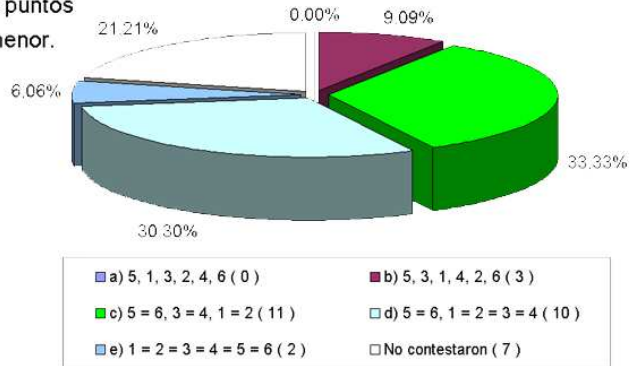
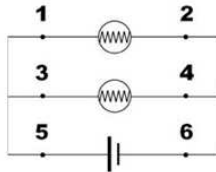


### Problema 3.

3.- Ordena las corrientes en los puntos

1, 2, 3, 4, 5, 6; de mayor a menor.

- a) 5, 1, 3, 2, 4, 6.
- b) 5, 3, 1, 4, 2, 6.
- c) 5 = 6, 3 = 4, 1 = 2.
- d) 5 = 6, 1 = 2 = 3 = 4.
- e) 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6.

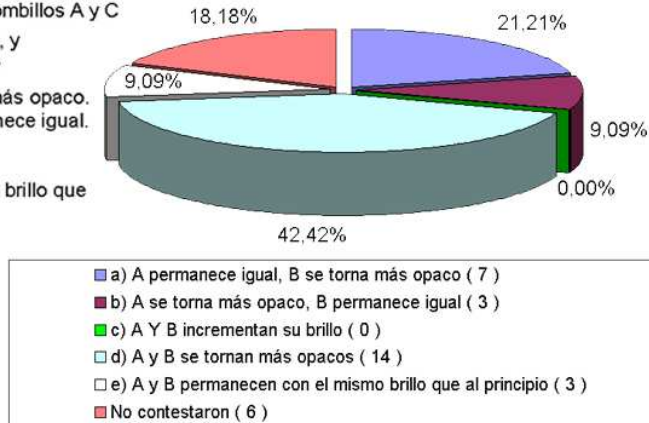
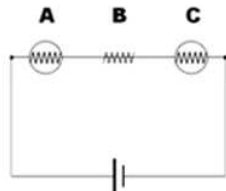


En el problema 3. 10 estudiantes respondieron correctamente, aproximadamente el 30% de la población total.

### Problema 4.

4.- ¿Qué le sucede al brillo de los bombillos A y C si se incrementa la resistencia B, y todo lo demás permanece igual?

- a) A permanece igual, C se torna más opaco.
- b) A se torna más opaco, C permanece igual.
- c) A Y C incrementan su brillo.
- d) A y C se tornan más opacos.
- e) A y C permanecen con el mismo brillo que al principio

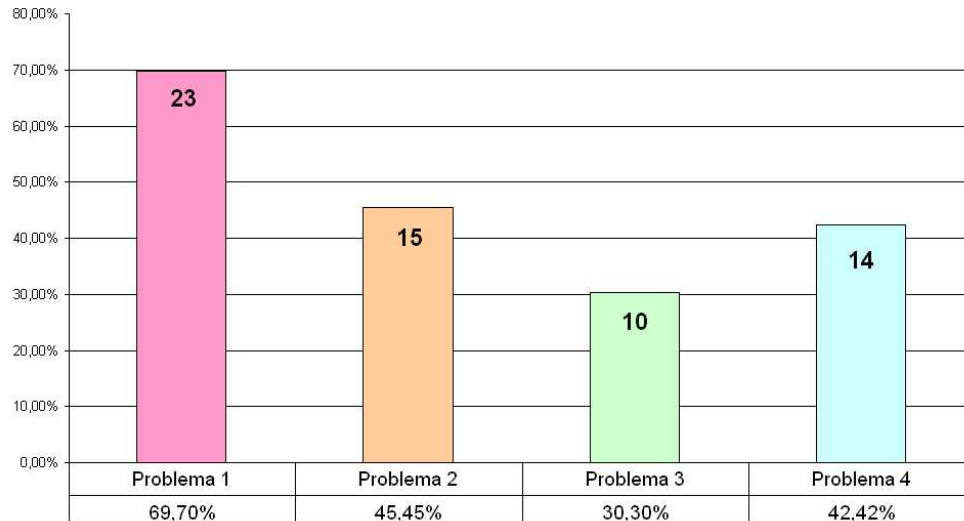


En el problema 4. 13 estudiantes respondieron correctamente, aproximadamente el 39% de la población total.

## Respuestas a los Problemas - Resumen

Problema	Frecuencia	Alternativa
Problema 1	3	a) De signos contrarios
	1	b) De igual valor y diferente signo
	23	c) Positivas y de igual valor
	2	d) Negativas y de igual valor
	4	No contestaron
Problema 2	5	a) 1 y 2; 3 y 4; 4 y 5
	0	b) 1 y 2; 4 y 5; 3 y 4
	2	c) 3 y 4; 4 y 5; 1 y 2
	5	d) 3 y 4 = 4 y 5; 1 y 2
	15	e) 1 y 2; 3 y 4 = 4 y 5
	6	No contestaron
Problema 3	0	a) 5, 1, 3, 2, 4, 6
	3	b) 5, 3, 1, 4, 2, 6
	11	c) 5 = 6, 3 = 4, 1 = 2
	10	d) 5 = 6, 1 = 2 = 3 = 4
	2	e) 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6
Problema 4	7	a) A permanece igual, B se torna más opaco
	3	b) A se torna más opaco, B permanece igual
	0	c) A Y B incrementan su brillo
	14	d) A y B se tornan más opacos
	3	e) A y B permanecen con el mismo brillo que al principio
	6	No contestaron

Respuestas Correctas por Problema



## Análisis de los Resultados

En casi todos los casos encontramos respuestas que no describen el panorama de las concepciones acerca de las fuerzas a nivel atómico, muy pocos estudiantes hablan de representar gráficamente las interacciones

En la gran mayoría de los casos manifiestan conciencia sólo de la presencia del campo eléctrico, aun cuando algunos recuerdan los diagramas de campo magnético que han visto en los libros, vemos también que el uso de representaciones gráficas es muy incipiente

Sólo cuatro de 33 estudiantes responden correctamente la pregunta sobre la fuerza magnética; en relación con los condensadores y baterías tampoco encontramos resultados satisfactorios, pocos consideran el hecho que se almacena energía en el campo eléctrico Sin embargo están un poco mejor cuando responden las preguntas 1, 4 y 5.

La mayoría de los estudiantes manejó bien el concepto de líneas de fuerza o líneas de campo.

Como podemos observar, la opinión de un número estudiantes está influenciada por afirmaciones no científicas, como en el caso de los que opinan que puede afectar la salud de las personas o el cerebro. Sin descartar que puedan tener algo de cierto, no explican cómo se sostienen sus afirmaciones.

Hemos encontrado indicios que en este grupo de estudiantes, la gran mayoría (aproximadamente el 60%) no es capaz de entender el funcionamiento de circuitos simples. Aparentemente no se entiende el concepto de circuito como un sistema.

A continuación presentamos un cuadro donde se analizan las respuestas a los problemas, primero presentamos la forma como fueron respondidos por cada estudiante, etiquetado por los números del 1 al 33 que están en la fila superior, las respuestas a las preguntas 1, 2, 3 y 4 corresponden a las columnas con cuatro letras están bajo el número que representa a cada estudiante, inmediatamente aparece un cuadro con unos y ceros que

corresponde a si las respuestas de la parte superior son correctas o incorrectas, las correctas tienen un 1, las incorrectas o no respondidas un 0. Bajo este cuadrado hay una línea con una letra para cada columna que expresa la forma como respondieron los tres últimos problemas, que son los que nos permiten ver que tan consistentes son sus formas de ver las tres magnitudes relacionadas: la Diferencia de Potencial, la Intensidad de la Corriente y la Potencia:

Consideramos que hay seis categorías de respuestas etiquetadas A, B, C, D, E y F.

A significa que respondió correctamente los tres problemas.

La B que respondió bien el problema 4 pero falló ya sea en el 2 o en el 3.

La C que respondió bien el problema 4 pero falló tanto en el 2 como en el 3.

La D significa que respondieron bien el problema 2 y el 3 pero fallaron en el 4.

La E significa que respondieron bien el problema 2 o el 3 y fallaron en el 4.

La F significa que respondieron incorrectamente los tres problemas.

A continuación hay un cuadro con la frecuencia que tuvo cada combinación particular de respuestas, en las primeras tres columnas correspondientes a las preguntas 2, 3 y 4, junto con la información de si eran correctas o incorrectas, en las tres columnas siguientes en la última columna de la derecha está la letra correspondiente a la categoría de respuesta correspondiente a esa combinación de respuestas.

Finalmente está la información de lo que hemos llamado consistencia: a la categoría A le asignamos la consistencia K, respuestas buenas y consistentes, a la categoría F la consistencia H, malas las tres y por lo tanto inconsistentes. A las categorías B y E le asignamos consistencia M,

mediana puesto que responden bien uno de los problemas 2 o 3 y contestan o bien o mal el problema 4.

A las categorías C y D le asignamos consistencia I, Inconsistentes porque o bien responden bien los problemas 2 y 3 y mal el 4 o responden bien el 4, pero no responden bien los otros dos.

### ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LOS PROBLEMAS

PROBLEMA	ESTUDIANTE																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	c	c	x	c	c	c	a	c	c	c	c	a	x	c	c	d	c	c	c	x	c	a	d	c	c	b	c	c	c	x			
2	e	d	x	e	e	a	x	a	a	d	e	c	e	x	e	e	e	e	c	a	x	a	x	d	e	d	e	e	e	e	e	x	
3	c	b	x	d	c	c	x	c	d	c	d	x	d	x	c	d	d	c	b	b	x	e	x	c	d	c	d	e	c	d	c	x	
4	d	a	x	e	d	x	x	d	a	d	a	d	x	d	d	d	a	a	d	x	a	e	a	d	b	e	b	b	d	x			

Frecuencia	Preguntas	Combinaciones de respuestas		Categoría
		e d d	e d d	
4	e d d	1 1 1	4 4 4	A
1	d d d	0 1 1	0 1 1	B
5	e c d	1 0 1	5 0 5	B
1	a c d	0 0 1	0 0 1	C
1	d c d	0 0 1	0 0 1	C
1	x x d	0 0 1	0 0 1	C
1	a e d	0 0 1	0 0 1	C
2	e d e	1 1 0	2 2 0	D
2	e d b	1 1 0	2 2 0	D
1	a d a	0 1 0	0 1 0	E
1	e e e	1 0 0	1 0 0	F
1	e c b	1 0 0	1 0 0	F
1	d b a	0 0 0	0 0 0	H
5	x x x	0 0 0	0 0 0	G
1	a c x	0 0 0	0 0 0	H
1	c x a	0 0 0	0 0 0	H
1	c b a	0 0 0	0 0 0	H
1	a b a	0 0 0	0 0 0	H
2	d c a	0 0 0	0 0 0	H

15 10 14

**Consistencia de las respuestas a los prob. 2, 3 y 4**

A Bien los tres problemas	4 K
B Bien el prob. 4 pero fallan (o no contestan) en el 2 o en el 3	6 M
C Bien el prob. 4 pero fallan (o no contestan) en el 2 y en el 3	4 I
D Bien los prob. 2 y 3 pero fallan (o no contestan) en el 4	4 I
E Bien sólo el prob. 2 o el 3 y fallan (o no contestan) en el 4	3 M
F Mal los tres problemas	7 H
G No contestan ninguno de los tres problemas	5 G

Esto quiere decir que la gran mayoría de los estudiantes no es consistente en su concepción de un circuito como un sistema

Mientras el problema 1 que tiene que ver con las líneas de campo es respondido por el 63,64%, el problema 2 por quince estudiantes (45%), el problema 3 por 10 (33%) y el problema 4 por 14 (42%) de los otros tres problemas es respondido por más del 46%, . Lo que muestra que hay una debilidad en entender cómo funcionan los circuitos y es indicio de que

pueden estar presentes falsas concepciones tales como la concepción lineal-causal.

Así, pareciera que es necesario reforzar el entendimiento que estos esquemas representan objetos reales que obedecen leyes físicas.

Quisiera agregar que los resultados obtenidos en la sección donde indagamos sobre las asociaciones con los términos Campo, Fuerza, Magnetismo, Electricidad y Potencial, nos llevan a reflexionar sobre cuán alejados del contexto que se les es dado por la Ciencia pueden estar las evocaciones de los estudiantes en relación con ellos.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

#### **JUSTIFICACIÓN**

En virtud de los resultados obtenidos, queremos sugerir el implementar estrategias, para mejorar la forma como los estudiantes usan sus modelos conceptuales.

#### **INTRODUCCIÓN**

El estudiante, antes que nada es un ser humano con toda su complejidad, viviendo un momento particular de su evolución personal. Algo muy importante que debe entenderse es que no hay una manera única para enseñar un tema en particular. La enseñanza debe ser adaptada al grupo de estudiantes.

La experiencia de fracasos en la vida del estudiante es un factor muy poderoso para que se predisponga a pensar “yo no puedo”, junto con esto, el tedio de las clases tradicionales, también contribuye a la pérdida de interés en la materia. Un gran reto es el de propiciar la participación de los miembros del grupo, de tal manera de mejorar la autoestima y la sensación de seguridad de los jóvenes. Proponemos una serie de estrategias para acercar el modelo conceptual del estudiante al modelo conceptual aceptado por la comunidad científica, proporcionándole experiencias donde pueda afirmar la posibilidad de llegar a conclusiones coherentes a partir de sus propios análisis, recibiendo retroalimentación del grupo de compañeros y del docente.

## **Objetivo**

Elaborar la Propuesta Pedagógica de estrategias metodológicas, dentro de un Modelo Didáctico, que permita a los estudiantes mejorar su comprensión del modelo conceptual del Campo Electromagnético aceptado por la comunidad científica.

## **Actividades**

Planteamos la realización de actividades instruccionales modelo, agrupadas dentro de un esquema que sigue las directrices de Manterola (2002), quién adapta la concepción de Reigeluth, en relación con los componentes implicados en los modelos didácticos: Dirección de la enseñanza, Nivel de exigencia, Apoyo al alumno, Organización de los alumnos, Control de la enseñanza e Interacción didáctica.

Es pertinente, en particular aclarar qué tipo de apoyo se dará al estudiante. Manterola (2002), en relación con los apoyos cognitivo y emocional, acota:

“... El primero se refiere al respaldo que recibe el alumno cuando elabora el conocimiento o la destreza requerida. Se puede realizar de varias maneras: suministrando información o el recurso adecuado, dándole un juicio evaluativo sobre el trabajo que realiza, llamándole la atención sobre algo que no ha caído en la cuenta, etc. Cuando el apoyo respalda las actitudes, emociones, sensaciones y la autoconfianza del alumno lo denominan apoyo emocional.”

## **UNIDAD MODELO 1. ELECTROSTÁTICA.**

### **Componentes:**

Dirección: Además de relacionarnos con la disciplina del electromagnetismo trataremos el tema de la electricidad estática relacionándolo con el lenguaje y la experiencia de los participantes, haciendo referencia a la historia del desarrollo de las ideas que culminaron en el presente modelo conceptual.

La exigencia estará al nivel de las relaciones de comprensión.

La interacción será básicamente estudiante-estudiante, el docente establece el tema de la discusión, que podrá ser cambiado si hay un



consenso razonado entre los participantes; también modera la discusión y colabora en relación al cierre.

El control estará compartido entre estudiantes y docente

La asistencia hacia los estudiantes, de parte del docente, incluirá tanto el apoyo cognoscitivo como el emocional, también se prestará ayuda cuando así sea solicitada.

La organización será decidida por la asamblea de alumnos y docente para maximizar la participación de todos en las actividades propuestas.

Dirigido a estudiantes de Segundo Año de Educación Media y Diversificada.

El **Objetivo General de la Unidad** es que los participantes logren mejorar su comprensión conceptual de la Electroestática.

Los **conceptos** que serán tratados en dicha unidad son: Carga eléctrica, Ley de Coulomb, Fuerza Eléctrica, Campo Eléctrico, Energía del Campo Eléctrico, Potencial Eléctrico, Formas de representación del Campo Eléctrico.

La **duración** de la Unidad será de seis horas académicas (45 minutos cada una), distribuidas en tres sesiones, de dos horas académicas continuas, cada una.

### **Primera sesión**

El docente comienza haciendo un recuento de la evolución de las ideas sobre el electromagnetismo, si es posible usando una película o video de Internet que pueda seleccionar previamente. Esta actividad requeriría una computadora y un proyector. Si no es posible hacerlo en clase puede o bien realizar la actividad en otro lugar o sugerir a los estudiantes verlo en sus hogares. También puede usar un proyector de diapositivas o un rotafolio. Durante la actividad debe propiciar la intervención del grupo.

Duración: Dos horas académicas.

## **Segunda sesión**

El docente hace una introducción donde explica a los estudiantes las características de las próximas dos sesiones y les propone ponerse de acuerdo en cuanto a la forma de organizarse en grupos y en cuanto a las reglas de participación durante el trabajo. Esta primera parte debe durar aproximadamente 15 minutos.

Cada uno de los grupos discute internamente durante 10 minutos sobre sus ideas en relación con la carga eléctrica y los aspectos cualitativos de la interacción eléctrica.

A continuación cada grupo debe exponer brevemente sus concepciones, la duración de cada intervención dependerá del número de grupos que se haya constituido, la duración máxima de esta fase debe ser de 40 minutos.

Acto seguido se realiza una discusión de todos los participantes donde se van a ir anotando en la pizarra las conclusiones del grupo en relación con el tema expuesto. La duración de esta fase es de 20 minutos.

En los últimos 5 minutos el docente hará un breve comentario sobre la experiencia donde debe dar apoyo emocional positivo a los estudiantes y sugerirá lecturas de artículos y libros, además recomendará la consulta de páginas específicas de Internet donde los jóvenes puedan encontrar información relevante sobre el tema.

## **Tercera sesión**

Se comienza pidiendo a los grupos que realicen dibujos con representaciones del Campo Eléctrico entre dos cargas iguales y también entre cargas desiguales. Cada grupo debe discutir y elaborar una explicación de su representación. La duración de esta fase de la actividad es de 20 minutos.

Seguidamente se realizan las exposiciones de cada grupo. También aquí la duración de cada una depende del número de grupos presentes. Duración 40 minutos en total.

Igual que en la segunda sesión, se realiza una discusión de toda la asamblea en relación con las representaciones y las explicaciones de los diferentes grupos. Duración 20 minutos.

Igualmente en esta sesión el docente concluye haciendo de nuevo un breve comentario y estimulando positivamente a los estudiantes, sugiriendo lecturas y consulta de páginas de Internet. Duración 10 minutos.

## UNIDAD MODELO 2. CORRIENTE ELÉCTRICA Y CIRCUITOS.

### **Componentes:**

Dirección: Además de relacionarnos con la disciplina del electromagnetismo trataremos el tema de corriente eléctrica relacionándolo con la experiencia de los participantes, en relación con su vida cotidiana.

La exigencia estará al nivel de las relaciones de comprensión.

La interacción será básicamente estudiante-estudiante, el docente establece el tema de la discusión, que podrá ser cambiado si hay un consenso razonado entre los participantes; también modera la discusión y colabora en relación al cierre.

El control estará compartido entre estudiantes y docente

La asistencia hacia los estudiantes, de parte del docente, incluirá tanto el apoyo cognoscitivo como el emocional, también se prestará ayuda cuando así sea solicitada.

La organización será decidida por la asamblea de alumnos y docente para maximizar la participación de todos en las actividades propuestas.

Dirigido a estudiantes de Segundo Año de Educación Media y Diversificada.

El **Objetivo General de la Unidad** es que los participantes logren mejorar su comprensión conceptual de la Corriente Eléctrica.

Los **conceptos** que serán tratados en dicha unidad son: Diferencia de Potencial, Intensidad, Resistencia, Resistencia equivalente. Potencia.

La **duración** de la Unidad será de cuatro horas académicas (45 minutos cada una), distribuidas en dos sesiones de dos horas académicas continuas cada una.

### **Primera sesión**

El docente hace una introducción donde explica a los estudiantes las características de las dos sesiones y les propone ponerse de acuerdo en cuanto a la forma de organizarse en grupos y en cuanto a las reglas de participación durante el trabajo. Esta primera parte debe durar aproximadamente 15 minutos.

Cada uno de los grupos discute internamente durante 10 minutos sobre sus ideas en relación con los circuitos eléctricos en serie y paralelo elaborando diagramas ilustrativos.

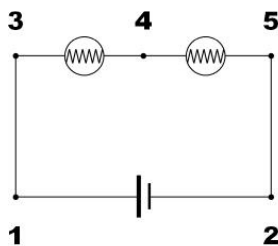
A continuación cada grupo debe exponer brevemente sus concepciones, la duración de cada intervención dependerá del número de grupos que se haya constituido, la duración máxima de esta fase debe ser de 40 minutos.

Acto seguido se realiza una discusión de todos los participantes donde se van a ir anotando en la pizarra las conclusiones del grupo en relación con el tema expuesto. La duración de esta fase es de 20 minutos.

En los últimos 5 minutos el docente hará un breve comentario sobre la experiencia donde debe dar apoyo emocional positivo a los estudiantes y sugerirá lecturas de artículos y libros, además recomendará la consulta de páginas específicas de Internet donde los jóvenes puedan encontrar información relevante sobre el tema.

### **Segunda sesión**

En esta sesión el docente presentará a la asamblea, en primer lugar, el circuito que aparece a continuación, para discutir las diferencias de potencial entre los puntos 1 y 2, puntos 3 y 4, puntos 4 y 5. Consideraremos que las resistencias son idénticas.



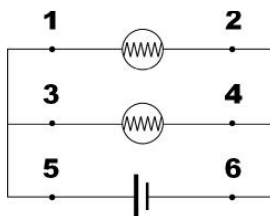
¿Qué ocurre con la corriente?

Cada grupo discutirá internamente 5 minutos.

A continuación cada grupo debe exponer brevemente sus conclusiones, la duración de cada intervención dependerá del número de grupos que se haya constituido, la duración máxima de esta fase debe ser de 15 minutos.

Acto seguido se realiza una discusión de todos los participantes donde se van a ir anotando en la pizarra las conclusiones del grupo en relación con el tema expuesto. La duración de esta fase es de 5 minutos.

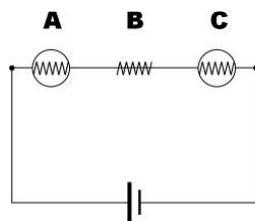
La misma metodología se usará para discutir sobre un segundo circuito mostrado a continuación para analizar las corrientes en los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Consideraremos que las resistencias son idénticas.



¿Qué ocurre con los voltajes?

Duración: 25 minutos.

Igualmente Trabajaremos con un tercer circuito, entonces analizaremos qué ocurre con la potencia disipada en las resistencias **A** y **C** cuando la resistencia **B** se incrementa.



Duración: 25 minutos

En los 15 minutos restantes se plantea una discusión de todo el grupo en torno a considerar al circuito como un sistema, a la luz de las conclusiones extraídas de las discusiones de esta sesión

### UNIDAD MODELO 3. MAGNETISMO Y CAMPO MAGNÉTICO.

#### **Componentes:**

Dirección: Además de relacionarnos con la disciplina del electromagnetismo trataremos el tema del Magnetismo y el Campo Magnético relacionándolo con el lenguaje y la experiencia de los participantes, haciendo referencia a la historia del desarrollo de las ideas que culminaron en el presente modelo conceptual.

La exigencia estará al nivel de las relaciones de comprensión.

La interacción será básicamente estudiante-estudiante, el docente establece el tema de la discusión, que podrá ser cambiado si hay un consenso razonado entre los participantes; también modera la discusión y colabora en relación al cierre.

El control estará compartido entre estudiantes y docente

La asistencia hacia los estudiantes, de parte del docente, incluirá tanto el apoyo cognoscitivo como el emocional, también se prestará ayuda cuando así sea solicitada.

La organización será decidida por la asamblea de alumnos y docente para maximizar la participación de todos en las actividades propuestas.

Dirigido a estudiantes de Segundo Año de Educación Media y Diversificada.

El **Objetivo General de la Unidad** es que los participantes logren mejorar su comprensión conceptual del Magnetismo y el Campo Magnético.

Los **conceptos** que serán tratados en dicha unidad son: Campo Magnético, Líneas de Campo, Fuerza Magnética.

La **duración** de la Unidad será de seis horas académicas (45 minutos cada una), distribuidas en tres sesiones de dos horas académicas continuas cada una.

### **Primera sesión**

El docente comienza haciendo un recuento de la evolución de las ideas sobre el Magnetismo y el Campo Magnético, si es posible usando una película o video de Internet que pueda seleccionar previamente. Esta actividad requeriría una computadora y un proyector. Si no es posible hacerlo en clase puede o bien realizar la actividad en otro lugar o sugerir a los estudiantes verlo en sus hogares. También puede usar un proyector de diapositivas o un rotafolio. Durante la actividad debe propiciar la intervención del grupo.

Duración: Dos horas académicas.

### **Segunda sesión**

El docente hace una introducción donde explica a los estudiantes las características de las próximas dos sesiones y les propone ponerse de acuerdo en cuanto a la forma de organizarse en grupos y en cuanto a las reglas de participación durante el trabajo, si es posible, entrega a cada grupo dos o más imanes, objetos de hierro o níquel, y limaduras de hierro. Esta primera parte debe durar aproximadamente 15 minutos.

Cada uno de los grupos discute internamente durante 10 minutos sobre sus ideas en relación con el Magnetismo y el Campo Magnético. Simultáneamente experimentan manipulando los imanes que estén a sus disposición.

A continuación cada grupo debe exponer brevemente sus concepciones, y explicar sus experiencias con los imanes; la duración de cada intervención dependerá del número de grupos que se haya constituido, la duración máxima de esta fase debe ser de 40 minutos.

Acto seguido se realiza una discusión de todos los participantes donde se van a ir anotando en la pizarra las conclusiones del grupo en relación con el tema expuesto. La duración de esta fase es de 20 minutos.

En los últimos 5 minutos el docente hará un breve comentario sobre la experiencia donde debe dar apoyo emocional positivo a los estudiantes y sugerirá lecturas de artículos y libros, además recomendará la consulta de páginas específicas de Internet donde los jóvenes puedan encontrar información relevante sobre el tema.

### **Tercera sesión**

Se comienza pidiendo a los grupos que realicen dibujos con representaciones del Campo Magnético de una corriente eléctrica y que discutan sobre la fuerzas que se originan entre dos corrientes.. Cada grupo debe discutir y elaborar una explicación de su representación. La duración de esta fase de la actividad es de 20 minutos.

Seguidamente se realizan las exposiciones de cada grupo. También aquí la duración de cada una depende del número de grupos presentes. Duración 40 minutos en total.

Igual que en la segunda sesión, se realiza una discusión de toda la asamblea en relación con las representaciones y las explicaciones de los diferentes grupos. Duración 20 minutos.

Igualmente en esta sesión el docente concluye haciendo de nuevo un breve comentario y estimulando positivamente a los estudiantes, sugiriendo lecturas y consulta de páginas de Internet. Duración 10 minutos.



## UNIDAD MODELO 4. TALLER DE REALIZACIÓN DE REPRESENTACIONES GRÁFICAS DEL CAMPO ELÉCTRICO.

### **Componentes:**

Dirección: En estas actividades estamos circunscritos al tema del electromagnetismo y las formas de representación del Campo Eléctricos usando diagramas de líneas y flechas.

La exigencia estará al nivel de las relaciones de comprensión.

La interacción será básicamente estudiante-estudiante, el docente establece el tema de la discusión, que podrá ser cambiado si hay un consenso razonado entre los participantes; también modera la discusión y colabora en relación al cierre.

El control estará compartido entre estudiantes y docente

La asistencia hacia los estudiantes, de parte del docente, incluirá tanto el apoyo cognoscitivo como el emocional, también se prestará ayuda cuando así sea solicitada.

La organización será decidida por la asamblea de alumnos y docente para maximizar la participación de todos en las actividades propuestas.

Dirigido a estudiantes de Segundo Año de Educación Media y Diversificada.

El **Objetivo General de la Unidad** es que los participantes logren mejorar su comprensión conceptual del Magnetismo y el Campo Magnético.

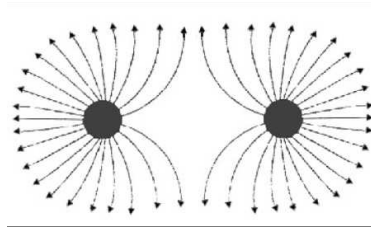
Los **conceptos** que serán tratados en dicha unidad son: Campo Magnético, Líneas de Campo.

La **duración** de la Unidad será de dos horas académicas (45 minutos cada una), distribuidas en una sesiones de dos horas académicas continuas.

### Sesión única

El docente hace una introducción donde explica a los estudiantes las características de esta sesión y les propone ponerse de acuerdo en cuanto a la forma de organizarse en grupos y en cuanto a las reglas de participación durante el trabajo.

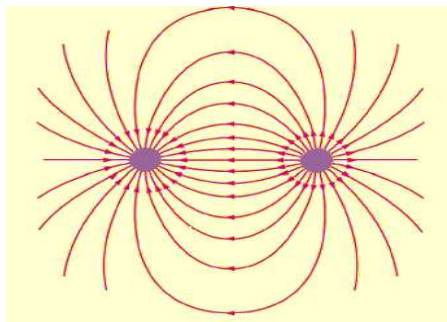
Se presenta ante la clase una imagen como la siguiente:

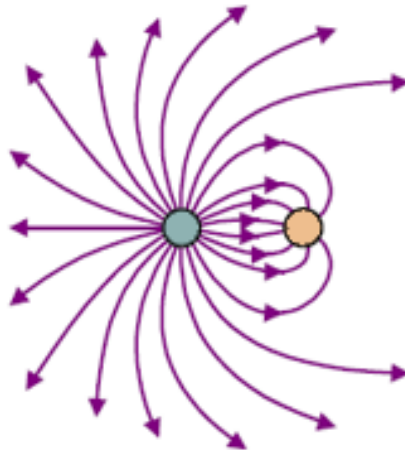


Los estudiantes trabajan en grupo, por un lapso de aproximadamente 10 minutos y luego expondrán sus conclusiones a todos los compañeros, cada grupo debe razonar sus respuestas, explicando por qué piensan de esa manera, también explicando si puede haber alguna otra forma de entender dicha situación. El tiempo máximo de las exposiciones es de 20 minutos dependiendo del número de grupos el tiempo que le toca a cada uno.

Después que todos los grupos hayan participado habrá una breve discusión con toda la clase donde deben llegar a un acuerdo acerca de la conclusión.

Aplicando la misma metodología, a continuación, se presentarán las siguientes imágenes,

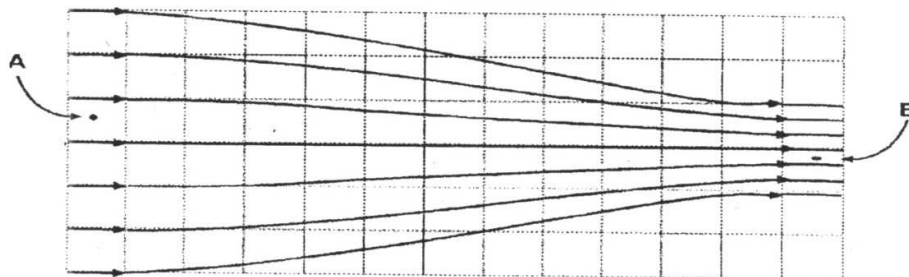




Se les pide que expliquen qué representa cada uno de los dos dibujos y cuál es la diferencia entre ambas situaciones. Cada grupo discutirá internamente durante 5 o 10 minutos y luego expondrá brevemente sus conclusiones. La duración total de las exposiciones es de 20 minutos. A continuación se realiza una breve discusión con todos los participantes para llegar, si es posible a un consenso.

Luego se presenta la situación problemática siguiente, donde la representación de líneas de campo puede darnos una idea de la intensidad relativa en dos regiones, asociada a la densidad de líneas en el gráfico.

La siguiente figura muestra un conjunto de líneas de campo eléctrico en una cierta región. Se sabe que la magnitud del campo eléctrico en el punto A es 30 N/C.



¿Cuál de los valores siguientes representa mejor la magnitud del campo eléctrico en el punto B?

- a) 90 N/C    b) 60 N/C    c) 30 N/C    d) 10 N/C    e) 0 N/C

Durante el tiempo restante de la sesión se hará una discusión global donde los estudiantes debatirán sobre esta representación.

Si el docente así lo considera, se realizará una sesión adicional.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo limitado del estudio realizado nos lleva a admitir que para llegar a conclusiones sostenibles hace falta una investigación más extensa, tanto en relación al número de estudiantes como al tiempo de seguimiento. Sería deseable el poder realizar sucesivas pruebas junto con la aplicación de estrategias como las descritas en las páginas anteriores para monitorear el progreso o no de los participantes.

Se pudo observar en la gran mayoría de los estudiantes un escaso dominio conceptual y por consiguiente falta de precisión para analizar los fenómenos electromagnéticos.

Se han presentado algunas estrategias instruccionales dentro de un Modelo Didáctico, para llevar a los estudiantes desde los modelos conceptuales que ellos manejan hasta los modelos conceptuales aceptados por la comunidad científica en relación con el Electromagnetismo.

Cuando hablamos de electromagnetismo nos apoyamos en construcciones conceptuales que vienen de la Mecánica, tales como posición, velocidad, fuerza, energía, trabajo, etc. Todo esto acompañado del uso del lenguaje de las matemáticas, además para poder comunicarnos hacemos uso del lenguaje que aprendimos de nuestros padres y de la sociedad. La teoría electromagnética nos habla de cargas que están presentes en las partículas materiales, que esas partículas son invisibles al ojo humano y que la manera de estudiarlas es a través de sus efectos macroscópicos. Por ello la necesidad que se incluya en las actividades instruccionales la construcción de los modelos conceptuales propios de la Mecánica como forma de proveer una base para desde allí comprender mejor los modelos usados en el Electromagnetismo.

Los resultados obtenidos, implican que es necesario mejorar las formas de adquisición de los modelos conceptuales.

Las actividades destinadas a mejorar el uso de los modelos conceptuales de los estudiantes deben diseñarse de acuerdo a las necesidades del grupo y para ello consideramos que el docente o el

investigador debe hacer una indagación previa sobre la forma como los estudiantes entienden los conceptos involucrados, en nuestro caso con el electromagnetismo, para ello sugerimos hacer una prueba, antes de comenzar las actividades didácticas, que tenga una estructura análoga a la que hemos aplicado, con una primera parte donde los estudiantes expongan sus ideas sobre el tema, una segunda parte donde respondan algunas preguntas y una tercera donde resuelvan problemas que involucren la comprensión de aspectos particulares, por ejemplo, en la prueba que aplicamos el problema 2 tenía que ver con la diferencia de potencial (V), el 3 con la corriente (I) y el 4 con la potencia ( $P = V.I$ ), de esa manera, puesto que la potencia depende de ambos, de la diferencia de potencial y de la corriente, podíamos examinar la consistencia en la comprensión de dichos conceptos.

Una vez realizada la prueba, el análisis de la misma nos debe permitir determinar cuáles contenidos es necesario trabajar en las actividades.

Después de realizar las actividades didácticas, se debería hacer otra prueba, similar a la primera en estructura y contenido, para examinar si ha habido cambios en la forma como responden los estudiantes participantes.

Las actividades que se implementen han de fomentar la participación y la colaboración de los estudiantes, de manera que con el apoyo de los compañeros y el docente, cada uno pueda ir más allá de lo que hubiera podido hacer sólo. Si alguno tiene una deficiencia o una dificultad ésta puede ser superada gracias a la participación de los demás.

Tales actividades han de llevar a los estudiantes desde los modelos conceptuales que cada uno maneja hasta acercarse a trabajar los modelos aceptados por la comunidad científica. Ejercitando formas de representación gráficas y proposicionales dentro de un ambiente de colaboración y participación colectiva. Se deben hacer explícitos los elementos estructurales del sistema físico que se esté tratando, sus aspectos geométricos, las leyes de interacción y la evolución temporal.

Consideramos que mientras más formas de representación puedan ser usadas por un sujeto para concebir un aspecto de la realidad, mejor será el modelo mental que éste se forma en relación con el tema. Para ilustrar este punto vamos a permitirnos hacer una analogía: cuando un practicante de la meditación usa la técnica de vocalizar un sonido (o mantra) y va pasando las cuentas de su rosario o collar mientras medita, está fijando su mente en el objeto de meditación usando su voz, su oído, su tacto y su pensamiento consciente, optimizando así su concentración. El hecho de ocupar varios sentidos sobre el mismo objeto es una clave para el éxito.

Debe hacerse explícito, durante la enseñanza, el hecho que estamos idealizando situaciones reales, por ejemplo, que estamos considerando cargas puntuales para representar partículas cargadas que tienen un volumen muy pequeño. Cuando hablamos de superficies cargadas estamos también aproximando capas que tienen muy pequeño espesor, como si tuvieran espesor cero. Además, cuando hablamos de una carga que se distribuye sobre una superficie o en un volumen, estamos considerando que su distribución es continua y que ésta puede tomar cualquier valor. Debemos enfatizar a los estudiantes el hecho que las representaciones nos sirven para poder concebir la materia pero que no son la realidad sino herramientas para estudiarla.

Mientras más involucrados e identificados se sientan los estudiantes con el proceso de construcción de su propio conocimiento, mayor será la motivación para participar en éste.

Las actividades instruccionales modelo, que hemos presentado, son un modesto ejemplo, que pretende ser de utilidad al docente de Educación Media y esperamos que tales actividades puedan ser adaptadas a diversas necesidades particulares.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (1.999). **El proyecto de investigación: Guía para su elaboración.** (3ªed.). Caracas: ORIAL
- Asti Vera, A. (1.973). **Metodología de la investigación.** (1ªed.). Buenos Aires: Editorial Kapeluz
- Atlan, H. (1991) **Con razón o sin ella.** 1ª Edición. Barcelona.
- Ausubel-Novak-Hanesian (1983) **Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo.** 2º Ed. México. TRILLAS.
- Crouch, Catherine H. and Mazur, Eric (2000). **Peer Instruction: Ten years of experience and results.** Department of Physics, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 02138. Disponible en [http://web.mit.edu/jbelcher/www/TEALref/Crouch\\_Mazur.pdf](http://web.mit.edu/jbelcher/www/TEALref/Crouch_Mazur.pdf)  
Consultado abril 2005
- Gilbert, Stephen W. (2000). **Metáforas conceptuales y la teoría de "mezclaje"** Depto de Letras, Universidad de Guadalajara  
Disponible en: <http://sincronia.cucsh.udg.mx/metaforas.htm>.  
Consultado febrero 2012.
- Greca, I.M. Y Moreira, M.A.(1998) **Modelos Mentales y Aprendizaje de Física en Electricidad y Magnetismo.** Investigación Didáctica Enseñanza De Las Ciencias, 1998, 16 (2), 289-303 289  
Disponible en [www.pviov.net/recursos/psicopedagogia/pdf/Modelos%20Mentales\\_01.pdf](http://www.pviov.net/recursos/psicopedagogia/pdf/Modelos%20Mentales_01.pdf).  
Consultado en febrero 2012
- Halloun, Ibrahim.(1996) **Schematic Modeling for Meaningful Learning of Physics.** Journal of Research in Science Teaching. 1996, Vol. 33, Iss. 9  
Disponible en: <http://modeling.la.asu.edu/halloun/pdf/jrst.pdf>. Consultado enero 2001
- Hestenes , David. (1996) **Modeling Methodology for Physics Teachers.** Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics. Education (College Park, August 1996)  
Disponible en: <http://modeling.asu.edu/R&E/ModelingMeth-jul98.pdf>  
Consultado en febrero 2012
- Hestenes, David (2006). **Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modelling in Physics and Physics Education** Arizona State University. Disponible en: [http://modeling.asu.edu/R&E/Notes\\_on\\_Modeling\\_Theory.pdf](http://modeling.asu.edu/R&E/Notes_on_Modeling_Theory.pdf)  
Consultado en febrero 2012
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ludwig\\_Wittgenstein](http://es.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Wittgenstein). Consultado enero 2007
- [http://www.biographybase.com/biography/Bohr\\_Niels.html](http://www.biographybase.com/biography/Bohr_Niels.html)  
Consultado en febrero 2012
- J. Hubisz (2003). **Middle-School Texts Don't Make the Grade.** Physics Today (May 2003, p.50)

Disponible en: <http://www.science-house.org/middleschool/whatsnew/PT-Hubisz05031.pdf>  
Consulta: Enero 2012.

Johnson-Laird, Philip N (1983). **Mental Models: Toward a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness**. Harvard University Press.

Manterola, Carlos. **Un Modelo Didáctico para Mejorar la Escuela**, Educación Integral. Reflexiones y Experiencias. Año 4, N° 5. 2002.

Merriam, S. B. (1988). **Case study research in education: A qualitative approach**. San Francisco: Jossey-Bass

Disponible en

<http://www.gifted.uconn.edu/siegle/research/Qualitative/qualquan.htm>

Consultado febrero 2012.

Michinel, J.L. y D'Alessandro-Martínez, A.J. **Concepciones no formales de la energía en textos para la escuela básica**. Revista de Pedagogía. Vol.XIV. N° 33.pp. 41-59. 1993

Moreira, Marco A., Greca, Ileana (1996) **Un Estudio Piloto sobre Representaciones Mentales, Imágenes, Proposiciones y Modelos Mentales respecto al concepto de Campo Electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y físicos profesionales**. Disponible en:

<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/5artigo.htm>

Consultado en febrero 2012

MsC.Y. Milachay (2006) **Sobre La Formación Científicotécnica de los Ciudadanos**. Disponible en <http://albertgrasmarti.org/agm/recerca-divulgacio/ms-publicats/FormacionCCTecCiudadanosDebatesProfs-librocongresoSC-ICE-2006.pdf>

Consulta: Enero 2012.

Ospina, Guillermo (1999) **Peer Instruction. La Enseñanza Entre Pares. Un Modelo Para Pensar**. Disponible en

[http://jaibana.udea.edu.co/producciones/peer\\_instruction.html](http://jaibana.udea.edu.co/producciones/peer_instruction.html)

Consultado febrero 2012

Pardinas, F. (1.973). **Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales**. (11ªed.). Buenos Aires: SigloXXI.

Pérez Rodríguez, A.L.; Suero López, M.I.; Pardo Fernández, P.J. y Montanero Fernández, M. **Utilización de Mapas Conceptuales para mejorar los conocimientos relativos a la Corriente Eléctrica Continua mediante su "Reconstrucción Colaborativa"** Grupo Orión de Investigación E-mail: [aluis@unex.es](mailto:aluis@unex.es); [www.grupoorion.unex.es](http://www.grupoorion.unex.es) ; Universidad de Extremadura, España

Disponible en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p129.pdf>

Consultado en abril 2012.

Psillos, Dimitris. (1997) **Teaching Introductory Electricity**. Universidad de Tesalónica, Grecia. Disponible en: <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/E4.html> .

Consultado en febrero 2012



Redish , Edward F. (1994 **The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics**. American Journal of Physics,62(6), 796-803 (1994).

Disponible en: <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/cogsci.html>

Consultado en febrero 2012

Redish , Edward F. (1994 **The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics**. American Journal of Physics,62(6), 796-803 (1994).

Disponible en: <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/cogsci.html>

Consultado en enero 2001.

Redish , Edward F. (1998): Millikan Award Lecture. **Building a Science of Teaching Physics** University of Maryland, College Park.

Disponible en: <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/mlknpre.pdf>

Consultado en febrero 2012

Reigeluth, Charles M. (2000). **Diseño de la instrucción. Teorías y modelos**. Madrid. Santillana.

Sabino, C. (1.992). **El proceso de investigación**. Caracas: PANAPO.

Sebastia, J.M. (1993). **¿Cuál brilla más?: Predicciones y reflexiones acerca del brillo de las bombillas**. Enseñanza de las Ciencias, 11(1), pp. 45-50.

Silva, M., Orellana, I. de (1985). **Diagnóstico del nivel de conocimientos en Biología, Ciencias de la Tierra, Física, Uso instrumental del lenguaje, Matemática, Química, en estudiantes que egresan del Ciclo Básico Común de Educación Media. Año escolar 1983-84**. Caracas: OPSU-CENAMEC.

Tamayo, M. (1.990). **El Proceso de Investigación Científica. Fundamentos de Investigación con Manual de Evaluación de Proyectos**. (2da ed.). México. LIMUSA.

Vetter E., Paula y Beichner, Robert J.( 2004) **Students' understanding of direct current resistive electrical circuits** en Am. J. Phys. 72 Enero 2004.

Disponible en: <http://www.ncsu.edu/per/Articles/Engelhardt&Beichner.pdf>

Consultado: agosto 2006

W.J. Beaty (1996). **Recurring Science Misconceptions In K-6 Textbooks**

Disponible en: <http://www.amasci.com/miscon/miscon4.html>

Consulta: Enero 2012.

## ANEXOS

**ANEXO 1**  
**INSTRUMENTO**

## CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

### Prueba Exploratoria.

#### PARTE 1- EXPOSICIÓN

- 1.- ¿Cómo entiendes las fuerzas electromagnéticas que ligan los materiales a nivel atómico?
- 2.- ¿Cómo te imaginas que se pueden representar esas interacciones?
- 3.- Cuéntanos acerca de cómo entiendes el campo electromagnético a través de dibujos y explicaciones.
- 4.- ¿Cuáles son los factores de los que depende el campo?
- 5.- ¿Cuál es la influencia del campo sobre los objetos y las personas, sobre la luz?
- 6.- Escribe sinónimos de las palabras: campo, fuerza, magnetismo, electricidad, potencial.

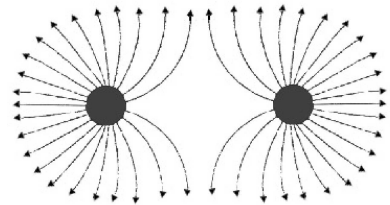
#### PARTE 2- PREGUNTAS

- 1.- Corrientes del mismo sentido se atraen y de sentido contrario se repelen; cargas estacionarias del mismo signo se repelen y de signos contrarios se atraen. ¿Qué reflexiones se pueden hacer sobre esta situación?
- 2.- ¿Qué condiciones deben cumplir las cargas eléctricas para ser aceleradas por un campo magnético?
- 3.- ¿Cuál es la diferencia entre las baterías y los condensadores?
- 4.- Considera una instalación eléctrica donde hay un bombillo situado a 100 metros del generador. ¿Cuánto tiempo transcurre desde que se cierra el circuito hasta que la corriente pase por el bombillo?
- 5.- Discute la siguiente afirmación: La fuerza electromotriz inducida por un cambio de flujo magnético a través de un circuito sólo puede inducirse si el circuito está cerrado.

#### PARTE 3 - PROBLEMAS

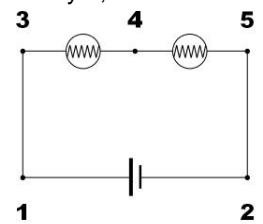
- 1.- La figura representa el campo eléctrico de dos cargas:

- a) De signos contrarios.
- b) De igual valor y diferente signo.
- c) Positivas y de igual valor.
- d) Negativas y de igual valor.



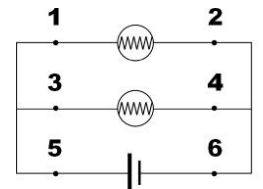
- 2.- Ordena en forma decreciente las diferencias de potencial entre los puntos 1 y 2, puntos 3 y 4, puntos 4 y 5;

- a) 1 y 2; 3 y 4; 4 y 5.
- b) 1 y 2; 4 y 5; 3 y 4.
- c) 3 y 4; 4 y 5; 1 y 2.
- d) 3 y 4 = 4 y 5; 1 y 2.
- e) 1 y 2; 3 y 4 = 4 y 5.



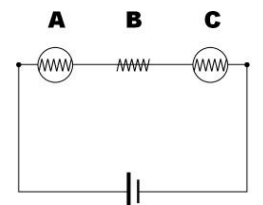
- 2.- Ordena las corrientes en los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6; de mayor a menor.

- a) 5, 1, 3, 2, 4, 6.
- b) 5, 3, 1, 4, 2, 6.
- c) 5 = 6, 3 = 4, 1 = 2.
- d) 5 = 6, 1 = 2 = 3 = 4.
- e) 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6.



- 4.- ¿Qué le sucede al brillo de los bombillos A y C si se incrementa la resistencia B, y todo lo demás permanece igual?

- a) A permanece igual, C se torna más opaco.
- b) A se torna más opaco, C permanece igual.
- c) A Y C incrementan su brillo.
- d) A y C se tornan más opacos.
- e) A y C permanecen con el mismo brillo que al principio



## Consideraciones en cuanto a las respuestas de la Prueba Exploratoria.

### PARTE 1 – EXPOSICIÓN

1. Se quiere ver cómo los estudiantes se figuran las fuerzas electromagnéticas a nivel microscópico. Deberían notar: Las fuerzas eléctricas, calculadas con la ley de Coulomb, la gran magnitud de las mismas comparada con la Gravedad, la naturaleza atractiva de las fuerzas entre cargas opuestas y repulsiva entre cargas iguales; también podrían hablar de la necesidad de una fuerza “fuerte” para mantener unidos los protones en el núcleo.

También se quiere ver si mencionan los momentos magnéticos y de spin.

2. Las interacciones podrían ser representadas con diagramas, fórmulas y explicaciones.
3. Se quiere ver qué tipo de representaciones gráficas y explicaciones son manejadas por los estudiantes.
4. En relación al Campo Eléctrico: la fuente del campo son cargas eléctricas. Se deben considerar las posiciones y distancias entre las cargas, su naturaleza positiva o negativa. También que para calcular la magnitud y la dirección del Campo Eléctrico en un punto del espacio es necesario conocer las distancias a cada una de las cargas que se consideren como las fuentes del campo.

En relación al campo magnético: las fuentes del campo son las corrientes eléctricas, cabe decir, las cargas en movimiento. Se deben considerar las corrientes, su dirección, su geometría. También que para calcular la magnitud y la dirección del Campo Magnético en un punto del espacio es necesario conocer la contribución en ese punto de cada una de fuentes del campo.

5. Aunque los medios materiales estén generalmente descargados, están compuestos por cargas, y por lo tanto estas sentirán los efectos del campo aplicado. Como consecuencia de las fuerzas que el campo ejerce sobre los constituyentes, el estado del medio se apartará de la configuración de equilibrio.

Los campos eléctrico y magnético que interaccionan con el cuerpo debidos a una fuente próxima pueden causar dos tipos de efectos biológicos, unos térmicos y otros no térmicos. Los efectos del campo magnético varían con la frecuencia y son, probablemente, más importantes en tejidos biológicos con

pequeñas cantidades de magnetita, que se comporta como un medio ferromagnético análogo al hierro.

Los campos electromagnéticos actúan sobre las cargas, no sobre los fotones.

6. Los estudiantes darán los sinónimos que consideren.

## PARTE 2 – PREGUNTAS

1. En virtud de que una carga en movimiento genera a su alrededor un campo magnético, cuando dos cargas eléctricas se mueven en forma paralela interactúan sus respectivos campos y se produce una fuerza magnética entre ellas. La fuerza magnética es de atracción si las velocidades tienen la misma dirección y las cargas son del mismo signo. Por lo tanto dos corrientes paralelas con la misma dirección experimentan entre ellas una fuerza de atracción. No hay ninguna contradicción con la atracción o repulsión eléctricas.
2. Para ser aceleradas por un campo magnético las cargas deben estar en movimiento y su velocidad no debe ser paralela a la dirección del campo magnético.
3. Una batería es un dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. La diferencia entre una batería y un condensador es el sistema de almacenamiento de la electricidad: mientras la batería utiliza una reacción química, los condensadores guardan la energía en el campo eléctrico creado entre las cargas y pueden entregar la energía almacenada mucho más rápidamente que las baterías puesto que la respuesta del campo es mucho más rápida que la de una reacción química.

La vida teórica de un condensador usado correctamente es infinita, pero si hay situaciones que afecten al dieléctrico pierde casi totalmente la capacidad de

almacenamiento. Las baterías tienen un tiempo de vida comparativamente más corto.

4. Una vez que se cierra el circuito, los portadores de carga, que ya están allí, son empujados a lo largo de todo el conductor y el tiempo transcurrido hasta que se enciende un bombillo a 100 metros del generador es de fracciones de segundo, aunque la velocidad de las cargas en los conductores es muy pequeña.
5. La Ley de Faraday establece que la fuerza electromotriz inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde.

Por lo tanto el circuito necesariamente debe estar cerrado.

### PARTE 3 - PROBLEMAS

1. Aquí la figura nos muestra dos cargas, sabemos que son positivas porque las flechas nos indican que las líneas salen de las cargas y la simetría entre las líneas que salen de una y otra carga nos sugiere que son de la misma magnitud, por lo tanto la elección correcta es la alternativa c).
2. Este es un circuito eléctrico de dos resistencias en serie con una fuente de voltaje  $V$ .

Si se asume que las resistencias son iguales, las caídas de potencial respectivas son iguales y sumadas dan  $V$ , que es la diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2, los extremos de la fuente.

Si asumimos que cada resistencia vale  $R$  entonces la resistencia equivalente entre los extremos de la fuente es  $2R$ , la corriente  $I$  es  $V/2R$  y la diferencia de potencial entre los extremos de cada una de las resistencias es  $I.R = V/2$ , de allí que la diferencia de potencial entre los puntos 3 y 4 es igual a la diferencia de potencial entre los puntos 4 y 5, por lo tanto la elección correcta es la alternativa e).

3. Este es un circuito eléctrico de dos resistencias en paralelo con una fuente de voltaje  $V$ . Sabemos que como es un circuito en paralelo La diferencia de potencial entre los puntos 5 y 6 es igual a la que se hay entre los puntos 3 y 4 y los puntos 1 y 2. La corriente  $I$  se divide entre las dos ramas paralelas. Si asumimos que cada resistencia vale  $R$ , entonces la resistencia equivalente entre los puntos 5 y 6 es  $R/2$ , la corriente  $I$  en los mismos es  $2.V/R$ . La corriente en los puntos 3 y 4 y la corriente en los puntos 1 y 2 es  $V/R$ , y por lo tanto la elección correcta es la alternativa d).
4. Este es un circuito eléctrico de tres resistencia en serie con una fuente de voltaje  $V$ , el brillo de un bombillo depende de la potencia disipada en esa resistencia:  $P=IV$ ,  $R_e$ , la resistencia equivalente igual a la suma de las tres resistencias, la corriente  $I$  a través de ese circuito es  $V/R_e$ . Si una de ellas se incrementa,  $R_e$  será mayor, la intensidad resultante será menor y por consiguiente la potencia disipada en cada una será menor y el brillo será menor. La respuesta correcta es la alternativa d).



## **ANEXO 2**

### **RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES**

## ESTUDIANTE 1

### PARTE I

1. Las fuerzas electromagnéticas que ligan los materiales a este nivel, son las que mantienen unidos todos estos materiales y son de grandes proporciones.

2. Modelando un átomo y tratando de caracterizar los elementos en él.

3. Consideramos que por un conductor pasa una corriente, al estar presente esta corriente se produce un campo, debido al movimiento de cargas.

4. Depende de las cargas y corrientes presentes en el diseño.

5. Si observamos nuestra vida cotidiana siempre estamos expuestos a campos electromagnéticos, esto no nos perjudica por estar dentro de los valores, pero si somos expuestos a campos muy grandes y en su radio de acción estos pueden producir shock e incluso muerte.

6.

Campo-> Superficie.

Magnetismo-> Atracción.

Fuerza-> Causa

Potencial-> Alcance

Electricidad-> Corriente.

### PARTE II

1. Las corrientes son cargas en movimiento por esto este comportamiento, mientras que cargas puntuales para lo contrario.

2. La condición es que se encuentra en movimiento, por que si esta carga es estacionaria no lo afecta.

3. Las baterías generan corrientes (fem), mientras que en un condensador se acumula esta corriente.

4. El tiempo es muy pequeño, pero primero el bombillo se opaca y luego son más brillantes.

5. No, el campo no puede ser cerrado por que no existen monopolos magnéticos.

### PARTE III

1. c

2. e

3. c

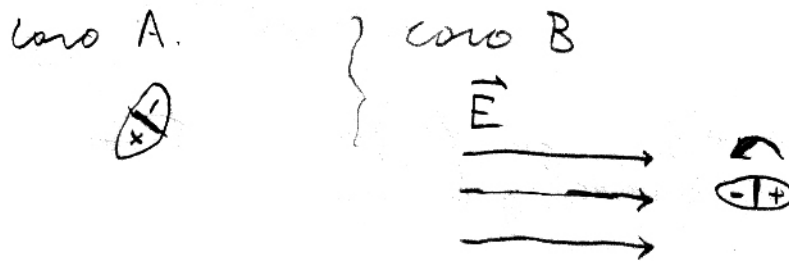
4. d

## ESTUDIANTE 2.

### PARTE I

1. Son fuerzas que alinean la composición atómica de los materiales, particularmente los dipolos. Aplicar fuerzas eléctricas o magnéticas en un cuerpo causa una modificación en la alineación de los dipolos.

2 y 3



4. Campo eléctrico: Depende del signo y la magnitud de las cargas, o de la aparición de un campo magnético variable.

Campo magnético: Depende de la alineación de los dipolos que constituyen un material ferromagnético. También puede depender de la variación de la corriente eléctrica.

5. Haciendo referencia en campos magnéticos.

Personas: Pérdida de memoria.

Objetos: Atracción o repulsión, dependiendo de los\* enlaces nucleares.

Fuerza magnética: producto de la oposición de un campo magnético.

6. Campo: Área que rodea a un ente emisor.

Fuerza: modificación de la cantidad de movimiento de una partícula.

Magnetismo: Rama de la física que estudia los fenómenos de carácter magnético.

Electricidad: Rama de la física que estudia las interacciones entre las cargas eléctricas.

Potencial: Trabajo necesario para el traslado de un ente.

## PARTE II

1. Las corrientes eléctricas representan movimientos de cargas en sistemas, es decir, en un sistema no puede haber corrientes de signos contrarios.

-No necesariamente las cargas deben estar estacionadas para presentar fuerzas de atracción o repulsión.

2. Ninguna en particular.

3. Los dos pueden establecer una diferencia de potencial, sin embargo, el condensador almacena cargas, y la batería produce reacciones químicas internas

4. un tiempo muy corto, ya que se encuentran electrones en el filamento del bombillo.

5. Correcto, el circuito debe de encerrar un área, la cual una\* la receptora de las líneas de campo magnético.

## PARTE III

1. c

2. d

3. b

4. a

ESTUDIANTE 3

ENTREGÓ LA PRUEBA EN BLANCO.

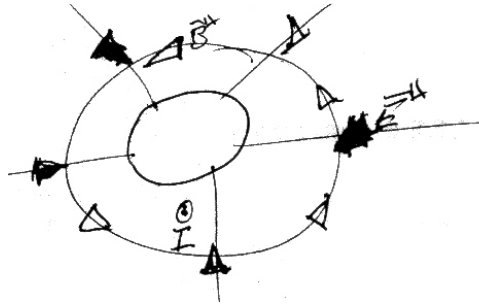
ESTUDIANTE 4

PARTE I

1. Las fuerzas electromagnéticas a nivel atómico son las responsables de la constitución de los distintos átomos y moléculas que constituyen la materia. Estos nacen a partir de las interacciones de los campos eléctricos y magnéticos de los distintos portadores de cargas en movimiento (electrones, núcleos, iones).

2. Estas interacciones pueden representarse a través de diagramas de fuerza, sin embargo, esto representaría una aproximación muy alejada de la realidad.

3. La idea de “campo electromagnético” es muy abstracta. Una carga eléctrica en movimiento modifica el espacio que la rodea estableciendo un área de influencia sobre otros cuerpos con propiedades eléctricas y magnéticas. Si otra carga eléctrica en reposo se encuentra dentro de este campo generado por la otra carga en movimiento, solo es susceptible al campo eléctrico experimentando una fuerza de atracción o repulsión en la dirección del campo eléctrico. Pero si esta carga se encontrara en movimiento experimentaría la llamada “fuerza de Lorente” en este caso también experimentaría una fuerza magnética perpendicular al plano formado por los vectores del campo magnético y su velocidad. De esta manera la primera carga es afectada del mismo modo que la primera.



Vista frontal de un conductor lineal por el cual circula una corriente de electrones. Las líneas de campo magnético  $\mathbf{B}$  forma lazos cerrados. Las líneas de campo eléctrico  $\mathbf{E}$  entran en las cargas negativas.

4. El campo electromagnético depende de la magnitud de las cargas en movimiento, de su rapidez, de la distancia existente de la fuente de campo a un punto del espacio y de las características del medio.

5. La respuesta a esta pregunta puede ser muy extensa, sin embargo sintetizaremos exponiendo que el campo electromagnético siempre afectará a cuerpos o sistemas con propiedades eléctricas y magnéticas ejerciendo fuerzas sobre estos.

6. Ya estos conceptos son muy abstractos inclusive en algunos libros se encuentra complejidad al definirlos.

PARTE II (en blanco)

PARTE III

1. c
2. e
3. d
4. e

## ESTUDIANTE 5

### PARTE I

1. Las fuerzas electromagnéticas que ligan a los materiales a nivel atómico tienen que ver con la interacción entre protones, neutrones y electrones. Estas fuerzas son mayores cuando se trata de electrones que están mayormente ligados al núcleo del átomo.

2. Se representan de manera tal que cargas de igual signo se repelen y de signo contrario se atraen. A nivel atómico.

4. El campo depende de las cargas y la fuerza electromagnética.

### PARTE II

1. (no contesta)

2. Deben estar en movimiento y ser diferente de cero el producto cruz ( $\mathbf{V} \times \mathbf{B}$ ).

3. Las baterías proporcionan energía (corriente) a un circuito o dispositivo, los conductores son almacenadores de corriente.

4. Es prácticamente instantánea la acción del paso de corriente en el circuito.

### PARTE III

1. c

2. e

3. c

4. d



## ESTUDIANTE 6

### PARTE I

1. (no contesta)
2. (no contesta)



3. Un campo electromagnético se observa cuando a una carga  $q$  le proporciona una velocidad  $V$  en un región del espacio bajo ciertas condiciones.
4. – El medio donde este se forme.
  - Las cargas que este lo produzca.
  - La intensidad de este campo depende de la distancia entre la posición de la carga generadora y la carga de prueba.
5. Puede cambiar las propiedades de los objetos.
6. Espacio, efectos.

### PARTE II

1. Que una cosa es tener dos cargas en reposo y otra es ponerlas en movimiento.
2. Penetrar el campo con cierta velocidad y que el campo generado por dicha carga sea muy pequeño en comparación al campo penetrado.
3. (no contesta)
4. El tiempo tiende a cero (0).

### PARTE III

1. c                      2 a                      3 c                      4 x

## ESTUDIANTE 7

### PARTE I

1) R= Son las fuerzas que conocemos, como la ley de Coulomb o las fuerzas de Lorentz, pero que éstas son fuerzas con un orden de magnitud muy grande.

2) R= Como siempre las manejamos, dos o más elementos que se atraen o se repelen.

3) R= Por ejemplo el campo eléctrico entre dos placas plano-paralelas conectadas a una diferencia de potencial, siempre se maneja que éste se representa a través de líneas o flechas en dirección del potencial mayor al potencial menor.

4) R= Pues depende de la carga eléctrica o de la corriente, dependiendo del caso en que se trabaje.

5) R= Influye de manera positiva o negativa dependiendo de cómo se trabaje sobre cada uno de ellos.

### PARTE II. Preguntas.

1) R= Lo que puede suceder, es que en ambos casos ocurren procesos distintos, en el caso de la corriente las cargas están en movimiento lo que hace que los alambres se atraigan o se repelan, si tienen la misma dirección o distintas dirección.

2) R= Pienso que ninguna, ya que no se puede acelerar una carga eléctrica si hablamos desde el punto de vista de la rapidez de la misma, en el caso de la velocidad cualquier carga es acelerada cuando entra en un campo magnético.

3) R= Los condensadores almacenan energía dentro del campo eléctrico mientras que las baterías almacenan energía en sus componentes químicos.

4) R= Si lo vemos desde el punto de vista de las cargas, esta corriente tarda mucho tiempo en llegar al bombillo, por aquello de las colisiones entre

las cargas y los átomos del material conductor. Esta es causada por la velocidad de desplazamiento.

5) R= No necesariamente ya que el circuito puede estar cerrado y existir una fuerza electromotriz en el mismo.

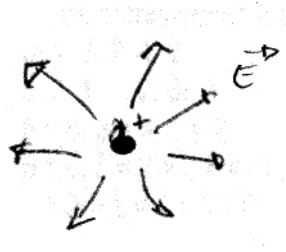
PARTE 3: problemas.

1) R= a.

ESTUDIANTE 8

PARTE I

1,2,y 3 (no responde)



El campo depende del signo de la carga

PARTE II

1. Cargas del mismo signo se atraen. Cargas del mismo signo se repelen.

2. (no responde)

3. Las baterías realizan un trabajo para el movimiento de cargas. El condensador almacena carga.

4. Casi instantáneo.

5. Correcto, debe existir circulación de cargas por un camino cerrado.

III

1. c

2. a

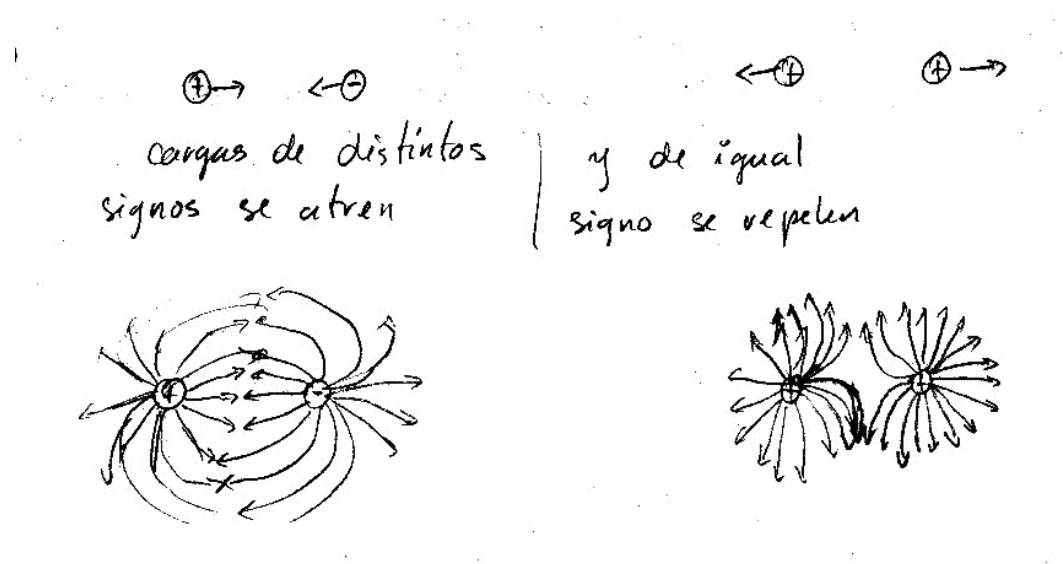
3. c

4. d

ESTUDIANTE 9

PARTE I

1. Estas se encargan de mantener unidos a los átomos.
2. (no responde)
- 3.



Cargas de distintos signos se atraen y de igual signo se repelen.

4. Eléctrico  $Q$  y  $\Delta V$

Magnético  $J$  y  $E$ .

5 y 6 (no responde)

PARTE II

1,2 y 3 (no responde)

4. Mucho tiempo ya que el movimiento de los electrones ene. Conductor es errático y la velocidad es pequeña.

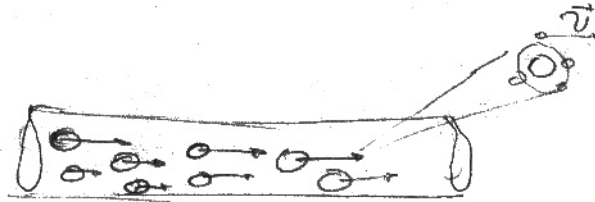
PARTE III

1. c      2. a      3. d      4. a

## ESTUDIANTE 10

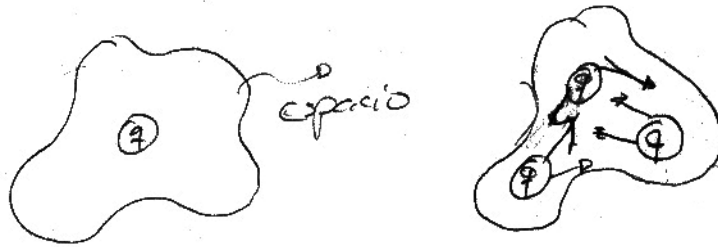
### PARTE I

1. La entiendo como el grado permitido que permite el paso de corriente eléctrica a través de este material y la atracción con los demás cuerpos eso es con respecto al magnetismo.



2.

3. El campo es una interacción espacial dentro de las cargas eléctricas.



4. De la separación, de la fuente que genera este campo.

5. Bueno permite mantenerlo en movimiento, generarle una carga mantenerlos adheridos a esa fuente o atraer a el o repetirla.

6. Campos-> espacios de interacción.

Fuerza -> impulso.

Magnetismo -> Imanes.

Electricidad -> Carga en movimientos.

Potencial->

## PARTE II

1. Que el concepto tiene aspectos invertidos como por ejemplo que corrientes o cargas de igual signo se atrae pero esto está errado ya que por experiencia se conoce que es lo contrario.

2. Que corriente o cargas de signos iguales se repelen

3. En esencia son los mismos los dos acumulan cargas.

5. No porque al haber un cambio en el flujo magnético se genera una corriente en la parte que influye la el campo y no es necesario que se cierra.

## PARTE III

1. c

2. d

3. c

4. d

## ESTUDIANTE 11

### PARTE I

1. Son líneas de fuerzas con cargas que atraen o repelen dos cuerpos.
2. A través de líneas de fuerza
3. Campo de la tierra. ecuación
4. Carga, distancia, cttes., velocidad.
5. Todos influenciados, pero depende de la demanda de cada material y la carga y distancia así como de su magnitud para observar sus efectos.

6.

Campo: medio.

Fuerza: reacción.

Magnetismo: propiedad.

Electricidad: movimiento de electrones libres.

Potencial: dependiente distancia.

### PARTE II

1. Cargas distintas se atraen cargas iguales se repelen.
2. (no contesta)
3. batería  $\equiv$  fem. y condensador  $\equiv$  parte de un circuito que almacena carga.
4. Pico-segundos.
5. (no contesta)

### PARTE III

1. opción C



2.  $V_{34} + V_{45}$ :  $V_{12}$  aunque  $V = iR$  y la corriente es la misma (corriente en serie)\*.  $iR + iR = V_{12} \Rightarrow V_{12} = 2iR$  (opción e).

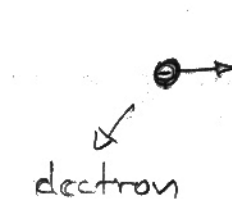
3.  $V_{56} = V_{34} = V_{12}$  (voltaje en paralelo son iguales);  $I_{56} = I_{31} + I_{34} = v/R + v/R = 2v/R$ . pro  $I = v/r$  siendo  $R_2 = R_{34}$ . (opción d).

4.  $-v + iR_p + iR_b + iR_c = 0$  (LVK) Ley de voltaje de Kirchof. Opción (d) ya que  $R_b \rightarrow \infty$   $i \rightarrow 0$ .

## ESTUDIANTE 12

### PARTE 1

1. Las imagino como fueras de atracción y repulsión que se nivelan y equilibran, para mantener la unión de la materia.
2. Como pequeñas partículas que se atraen y repelen.



3. Un electrón en movimiento genera un campo eléctrico si además el electrón se encuentra en movimiento genera un campo magnético.

4. a- La distancia que separa a los objetos interactuantes.

- La carga que poseen dichos objetos.

5. Sobre los objetos puede ser de atracción, puede generar corriente en el caso de que el objeto sea un conductor, ley de inducción de Faraday.

Sobre las personas, podría ser perjudicial dependiendo de la magnitud.

Sobre la fuerza magnética: esta es producida por la interacción entre un campo magnético y la corriente.

6. a- campo: Área.

b- Fuerza: tensión.

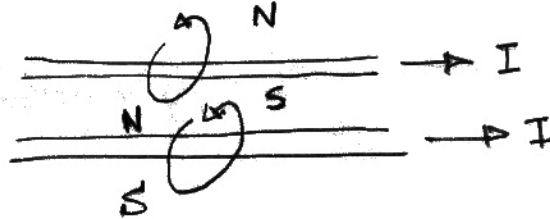
c- Magnetismo: atracción.

d- Electricidad: corriente.

e- Potencial: capacidad.

PARTE 2:

1. claro la corriente genera un campo magnético por ejemplo



El polo sur y el norte de los campos generados por las corrientes se atraen.

2. la carga debe encontrarse en movimiento para generar un campo magnético que interactúa con el campo magnético externo.
3. (no responde)
4. la velocidad de la luz.
5. Claro. Si el circuito se muestra en la figura estuviese abierto la energía, transmitida por el imán en moviendo, se disiparía.

PARTE 3:

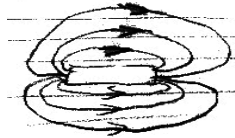
1. a
2. d
3. x
4. e

## ESTUDIANTE 13

### PARTE I

1. De forma vectorial se podría hacer una sencilla representación de fuerzas.
2. Líneas imaginarias que viajan en el espacio y producen una fuerza sobre objetos cargados o una carga sobre conductores eléctricos.

3.



4. Principalmente de la carga o fuente del campo y la distancia entre esta y el punto estudiado también depende de la naturaleza del medio.
5. Influye principalmente sobre los objetos conductores de forma que los “polariza”. En una persona el exceso de carga electromagnética puede ser causa de gran cansancio.

6. campo: lugar o área.

Fuerza: energía aplicada.

Magnetismo: polarización.

Electricidad: movimiento de carga.

Potencial: energía.

### PARTE II

1. La energía de un campo fluye en un solo sentido.
2. Poseen una  $V_0$  al entrar al campo y un ángulo de  $\alpha \neq 0^\circ \neq 180^\circ$ .
3. Las baterías concentran potencial eléctrico mientras los condensadores concentran carga.

4 y 5 (no responde)

### PARTE 3:

1. c    2. c    3.    4. a.

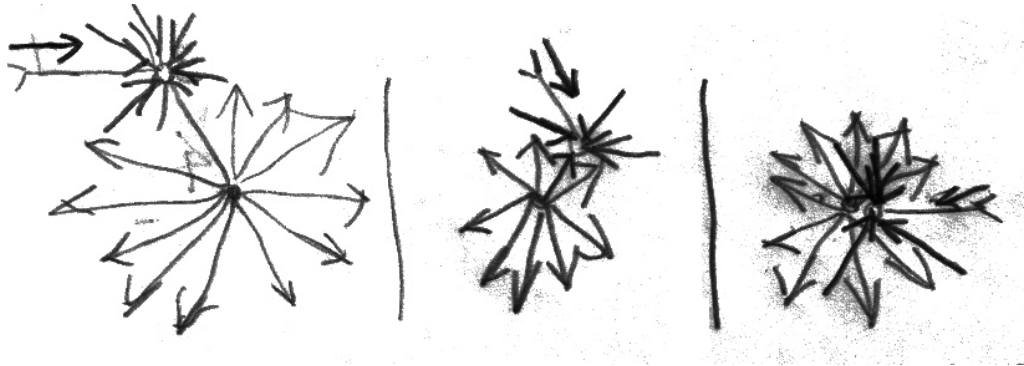
## ESTUDIANTE 14

1 Los materiales son ligados a nivel atómico por medio de enlaces, que son órbitas compartidas por los electrones de los átomos enlazados.

La atracción de los núcleos atómicos a estos electrones compartidos une los materiales. Esta atracción se produce por la diferencia de signo de sus cargas y un campo electromagnético es el medio por el que la fuerza actúa.

2 Es un volumen infinito alrededor de una carga que tiende a acelerar a otras cargas desde o hacia esta, dependiendo de su signo. Signos opuestos se atraen y signos iguales se repelen. La intensidad de la aceleración depende de la magnitud de las cargas y la distancia entre ellas.

3.



La flecha con punta de carga opuesta es atraída por la carga fija.

4 La intensidad del campo en un punto es la magnitud de la carga dividida por el cuadrado de la distancia a ese punto.

5 Los objetos si poseen carga o campo magnético son afectados por los campos electromagnéticos a su alrededor. La carga eléctrica de un objeto depende de la falta o exceso de electrones en las orbitas atómicas, y los campos magnéticos de la alineación de sus átomos que no neutralice el magnetismo producido por el movimiento de los electrones de sus orbitas por el movimiento de objetos cargados eléctricamente.

La luz es una onda electromagnética, un campo eléctrico sobre un magnetito, ambos en movimiento. Estos se complementan entre sí y transmiten la energía del emisor.

6. Sinónimos:

-Volumen.

-Influencia.

-Atracción.

-Corriente.

-Carga.

## PARTE II

1. Las corrientes eléctricas son cargas en movimiento, que producen un campo magnético. La interacción de los campos magnéticos de los conductores hace que se atraigan.

2. Que la intensidad de este campo permita que su influencia supere las otras fuerzas que actúan sobre la carga.

3. Las baterías almacenan una diferencia de potencial siempre, los condensadores solamente si el circuito está cerrado.

4. No estoy seguro, diría que 
$$\frac{\text{Distancia} * 2}{\text{Velocidad de conducción}}$$

5. De acuerdo, solo tendrá efecto si el circuito está cerrado, pero la diferencia de potencia seguirá produciéndose, y de ser suficiente, podría cruzar una distancia corta entre dos conductores. Luego, la afirmación es falsa.

## PARTE III

1. a

2. e

3. d

4. d

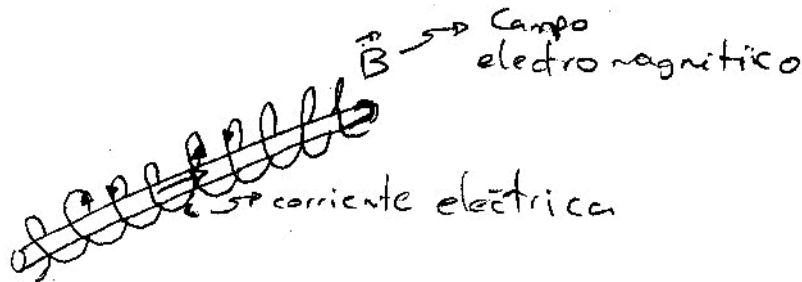
## ESTUDIANTE 15

### PARTE I

1. Las fuerzas electromagnéticas que ligan los materiales a nivel atómico son de gran importancia y magnitud ya que son capaces de mantener unidas cargas de igual signo, ya que se tiene entendido que el núcleo de un átomo está compuesto por protones y neutrones, estando cargas de igual masa y signo es difícil mantenerlas unidas, y de esto se encargan esas fuerzas interatómicas.

2. Se pueden representar entre cargas iguales en magnitud y signo en línea recta desde una carga a otra.

3. Lo entiendo como una especie de fuerza que actúa a distancia en una región imaginaria, como es el ejemplo de una corriente eléctrica que circula a través de un cable.



4. Únicamente depende una fuerza que lo produzca o de una corriente, pero no requieren de un medio para propagarse.

5. La influencia de un campo magnético es atractiva o repulsiva sobre objetos y también lo es sobre las personas, se ha demostrado que se puede producir una especie de campo magnético de gran magnitud capaz de generar una fuerza perceptible en la materia orgánica. Los campos magnéticos sí afectan la luz, ya que ésta consta de fotones que son partículas cargadas.

6.

Campo -> región.

Fuerza -> alteración.

Magnetismo ->

Electricidad ->

Potencial -> capacidad.

## PARTE II

1. La corriente es una determinada cantidad de carga que se mueve a través de un medio, tanto una carga puntual como varias producen un campo magnético.

2. Deben poseer carga.

3. Las baterías proporcionan energía y un condensador la almacena.

4.



una mínima fracción.

## PARTE III

1. x

2. x

3. x

4. x



## ESTUDIANTE 16

### PARTE I

1. Como enlaces no tangibles que unen los átomos
2. Como líneas directas entre los átomos.
3. Es como un mar o nube de línea de electrones viajando en un sentido dependiendo de la forma de la fuente.



4. La forma de la fuente y las posibles interacciones a las que se vea sometido. Ej: otra fuente o sumidero.

5. A la luz la bifurca. Sobre las personas al no ser conductoras se polariza y dependiendo de la intensidad del campo podría llegar a matarla. Sobre los objetos dependiendo si son conductores o no puede crear diferencia de electrones en la dirección del campo y por ende crear distorsión en la zona del objeto y si son no conductores sólo lo polariza.

6. Área-> campo.

Impulso-> fuerza

Magnetismo-Atracción-repulsión

Electricidad-energía.

Potencial-

### PARTE II

1: Que la naturaleza siempre busca un equilibrio

2, 3, 4 y 5 (no responde)

### PARTE III

1. c

2 e.

3 c

4 d.

## ESTUDIANTE 17

### PARTE I

1. Son fuerzas eléctricas y magnéticas producidas por campos eléctricos y magnéticos respectivamente. También un campo eléctrico puede dar lugar a un campo magnético. A nivel atómico estas fuerzas producen interacciones entre partículas con carga como la atracción entre partículas cargadas con signos contrarios y repulsión entre las partículas cargadas con el mismo signo. También los campos magnéticos aceleran a las partículas cargadas en movimiento.

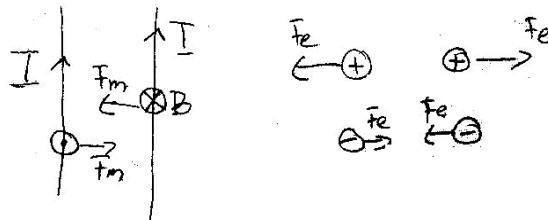
2, 3, 4 y 5 (no responde)

6. Campo: perturbación.

Fuerza.

### PARTE II

1. Esto ocurre debido a que un cable que transporta una corriente genera un campo magnético circular alrededor de él y por lo tanto genera una fuerza magnética en las partículas portadoras de carga del otro cable. Y cuando los dos cables transportan corrientes en el mismo sentido se atraen.



2. Las condiciones que debe cumplir es estar en movimiento y que su velocidad no forme  $0^\circ$  con el campo magnético.

3. Los condensadores en un circuito producen una caída de potencial y las baterías elevan el potencial.

4. Un tiempo muy pequeño.

5. La afirmación es cierta ya que la corriente solo fluye en circuitos cerrados y solo se puede hablar de campo magnético a través de una superficie cerrada.

### PARTE III

1. c

2. e

3. d

4. d

## ESTUDIANTE 18

### PARTE I

1. A nivel clásico imagino que el electrón alrededor del núcleo igual que planetas alrededor del sol. Los electrones tienen una velocidad muy alta y constantemente caen por el efecto de la fuerza eléctrica (central).

2. Nuevamente a nivel clásico imagino también al electrón girando en su eje y produciendo un cuerpo magnético.

3. Para el efecto de traslación se puede representar como un hilo que crea una fuerza de tensión.

Para el efecto de rotación imagino líneas que se curvan que salen y entran del electrón.

Líneas de campo son muy intuitivas para representar los campos.

4. Distancia, distribución de carga.

5. Ninguno mientras no tengamos carga.

6.

Campo->Líneas

Magnetismo->Iman

Fuerza-> Empuje

Potencial-> Almacén

Electricidad-> Corriente.

### PARTE II

1. No veo porqué es relevante el hecho que son opuestos. Son fuerzas distintas.

2. Que tenga velocidad con componentes  $L$  [perpendiculares] al campo.

3. Baterías utilizan reacciones químicas para generar corrientes. Condensador la almacena en forma de campo.

4. Para que la corriente llegue es casi instantáneo porque en todo el cableado hay electrones y al campo se mueve a la velocidad de la luz. Para que el mismo electrón que estaba en el interruptor llegue al bombillo si toma mucho tiempo.

5. No. La fem se induce así no exista circuito lo que no puede existir en un circuito abierto es corriente porque la resistencia del vacío es muy alta.

### PARTE III

1. c

2. e

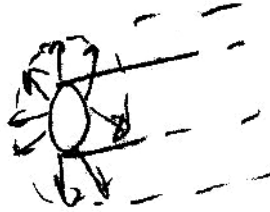
3. d

4. d

ESTUDIANTE 19

PARTE I

1. Por atracción, intercambio de electrones de dos cuerpos cargados.
- 2.



3. El campo magnético es generado a través de corrientes.
4. Campo eléctrico, superficie del objeto.
5. Por lo menos en las personas genera confusión y sobre la luz distorsión en las ondas.
6. (no responde)

PARTE II

- 1 y 2 (no responde)
3. Las baterías generan electricidad mientras que los condensadores la reciben y crean un campo eléctrico para generar más corriente.
- 4 y 5 (no responde)

PARTE III

1. d
2. e
3. c
4. d.

## ESTUDIANTE 20

### PARTE I

1. Son las fuerzas más grandes conocidas hasta ahora, aunque no tengo un conocimiento suficiente como para expresarme al respecto.

2. Mediante líneas de campo.

3. Desde mi punto de vista es más fácil de entender con las líneas que dibujan en los libros.

4. Depende de la distancia entre las cargas, la velocidad que ellas tengan, la magnitud de las cargas.

5. (no responde)

6. Campo: líneas imaginarias.

Fuerza: movimiento.

Magnetismo:

Electricidad:

Potencial: Puede suceder.

### PARTE II

1. Me parece que lo que ocurre es que campos magnéticos en el mismo sentido se atraen.

2. (no responde)

3. Las baterías poseen energía almacenada la cual van disipando ligeramente para transmitir esa energía otro cuerpo, los condensadores solo almacenan campo eléctrico.

4. Este tiempo depende de la FEM, que es la que le da energía a los electrones.

5. (no responde)

### PARTE III

1. c

2. c

3. b

4. a

## ESTUDIANTE 21

### PARTE I

R1) Son fuerzas extremadamente fuertes que interactúan a distancias muy pequeñas.

R2) A través de líneas que salgan de los átomos y entren en otros átomos.

R4) Los campos depende de las superficies utilizadas, la corriente que es enviada por la superficie de los materiales, la conductividad de los materiales.

R5) Sobre los objetos depende del material del cual están hechos pero puede orientar las cargas con mayor o menor facilidad.

Sobre las personas: no está muy bien definido la influencia del campo sobre las personas pero desde mi punto de vista alguna interacción debe haber.

Sobre la luz:



R6) campo:

Fuerza:

Magnetismo: atracción.

Electricidad: corriente.

Potencial:

### PARTE II

1. (no responde)

R 2) debe ser paralelo al sentido de la corriente.



R3) las baterías generan una diferencia de potencial a través de reacciones químicas mientras que los condensadores lo que hacen es almacenar carga.

4 y 5 (no responde)

### PARTE III

1. c

2. a

3. b

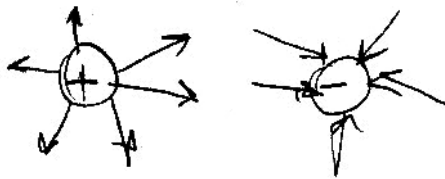
4. a.

## ESTUDIANTE 22

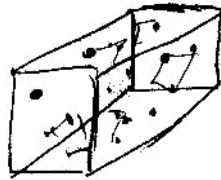
### PARTE I

1. Las entiendo como fuerzas de atracción internas entre partículas muy pequeñas, las cuales dependiendo de la propiedad del átomo estas fuerzas serán de atracción o repulsión.

2. Por los conocimientos obtenidos hasta ahora, pues yo lo represento así: Donde de las cargas positivas salen fuerzas de interacción y de las negativas entran interacción



3. Bueno el campo electromagnético es un espacio de interacciones entre partículas cargadas eléctricamente con distintos signos y valores de  $q$ .

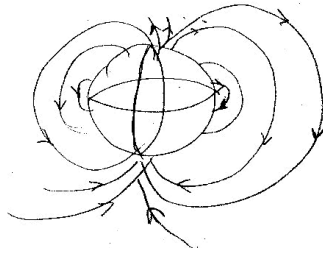


4. El campo magnético depende:

De qué tipo de carga gobierna el campo.

De la capacidad de las cargas de estar en un mismo espacio siendo todas del mismo signo (es decir, en el mínimo espacio en el que ellas puedan soportar sin estallar).

5. Bueno primeramente toda la esfera terrestre está en un campo magnético donde de un lado entran y del otro salen.



La influencia de este sobre los objetos y personas, es que en todo lugar que nos encontramos dentro de la Tierra, estamos en constante contacto con el campo magnético, ya que habitamos dentro de un lugar donde entra y sale un gran campo electromagnético. Es por ello que al caminar nos cargamos eléctricamente, es por ello que los objetos se cargan, es por ello que el cuerpo posee carga y en ocasiones conducimos cargas.

No poseo información de cómo influye el C.E. con la luz, peor debe existir algún tipo de interacción con los fotones y el C.E.

6.

Potencial-> Capacidad de hacer algo, propiedad.

## PARTE II

1. (no responde)

2.  $q \vec{v} \times \vec{B}$ , la carga simplemente debe ser una carga y dependiendo de su signo, ésta será acelerada a un sentido u otro.

3, 4 y 5. (no responde)

## PARTE III

1. c

2. x

3. x

4. d

## ESTUDIANTE 23

### PARTE 1:

1 Como aquellas permiten mediante su signo que átomos se atraigan o se repelen, ya que estas fuerzas son las interacciones entre partículas cargadas.

2.

ando  $q+$  las líneas del campo salen cuando  $q -$  las líneas de campo salen.

4 Los factores son la carga, el espacio, entre ellas, su potencial. El material donde se encuentren.

5. (no responde)

6. Campo: espacio.

Fuerza: interacción.

Magnetismo: propiedad que tienen los imanes.

Electricidad: corriente eléctrica.

### PARTE 2:

1. Que una es el inverso de la otra,

2. Que debe existir una corriente de manera que  $qv \times b$  haga que los portadores de la carga se muevan hacia un lado.

3. La batería expulsa la energía que dará al circuito. El condensador almacena energía

4 y 5. (no responde)

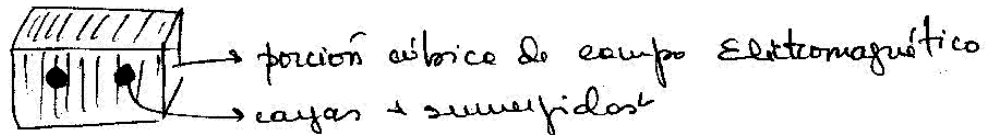
### PARTE 3:

1. c 2. a 3. e 4. d.

## ESTUDIANTE 24

### PARTE I

1. Como energía en forma de haz que abraza a las partículas subatómicas.
2. Como haces de energía.



3. Como un fluido denso en el que están sumergidas las partículas.
4. Carga, distancia entre las cargas, velocidad, masa.
5. Sobre la luz: la luz está formada por partícula sin masa (fotones); y las cargas sobre las que se nos ha hablado en este nivel, todas tienen masa, por lo que en este momento no sería responsable de mi parte emitir una respuesta al respecto.

Sobre los objetos: Depende de la incidencia del campo electromagnético sobre el objeto.

Sobre las personas: A nivel físico, igual que sobre los objetos.

6.

Campo: Fluido denso.

Fuerza: Haz de unión-interacción entre partículas.

Magnetismo: fuerza de unión.

Potencial: energía potencial guardada de un sistema eléctrico.

### PARTE II

1. Que depende de las condiciones en la que esté la carga, es decir: en grupo, individual, con carga +, carga, en movimiento relativo a otra carga o grupo de cargas. Depende.

2. Están en movimiento, es decir, ser parte de una corriente eléctrica activa.

3. Baterías: Tienen un potencial finito, es decir, una cantidad de energía eléctrica finita, cuando se acaban, no pueden reutilizarse, a menos que sea una batería recargable.

Condensadores: Tienen un potencial eléctrico finito, pero pueden recargarse y toman la corriente de la fuente y lo transforman en la corriente apta que puede almacenar el transformador.

$$4. \quad i = q/t \quad R/v = i, \rightarrow q/t = R \rightarrow Vq/r = t.$$

“\*” Realmente no recuerdo ni las expresiones matemáticas, ni los razonamientos que los producen.

5. Cierto, pues la fuerza electromotriz puede estar presente en circuitos cerrados.

### PARTE III

1. c

2. d

3. c

4. a

favor tener en cuenta “\*”

## ESTUDIANTE 25

### PARTE I

1. Como partículas cargadas de un determinado signo (partículas elementales) que además llevan una determinada velocidad de arrastre y que interactúa entre sí con otro arreglo de partículas cargadas en otro cierto material.

2. y 3. A modo de campos vectoriales, usando funciones vectoriales y ciertas cosas que involucren el cálculo vectorial.

$$\vec{v} \times \vec{B} = \vec{v} \vec{B} \text{ seno.}$$

Donde el campo magnético  $\vec{B}$  se proyecta con un determinado ángulo o sobre la velocidad  $\vec{v}$  de la partícula en un determinado eje de coordenadas.

4. Depende de la velocidad, ángulo de proyección y de la masa y aceleración de la partícula.

5. Sobre los objetos y las personas deben originar un nuevo arreglo sobre el conjunto de partículas (objetos eléctricos y en el cerebro de las personas) sobre qué le hace a la luz no estoy muy seguro, por ello me reservo una explicación errada.

6.

Campo: Región.

Fuerza: Empuje.

Magnetismo: Magnetita.

Electricidad: Corriente.

Potencial: Energía.

### PARTE III

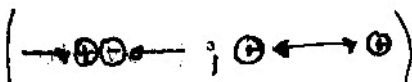
1 a 2 e 3 d 4 e

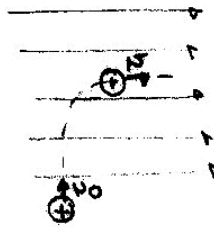
## ESTUDIANTE 26

### PARTE I

1. La fuerza electromagnética que liga a los materiales a nivel atómico es aquella fuerza de atracción o repulsión que mantiene a cada elemento del átomo en su debido lugar.

2. Se pueden representar a través de flechas orientadas que indiquen

atracción o repulsión. 



3. Por campo electromagnético entiendo a una región del espacio donde actúa una fuerza que actúa a toda partícula cargada que lo atraviese.

4. No responde

5. El campo magnético va a tener influencia sobre toda partícula cargada que lo atraviese o esté cercana a él. Dependiendo del objeto tendrá o no efecto (si el objeto es aislante o conductor) sobre la luz no tiene efecto alguno.

6. Campo -> región.

Fuerza -> impulso. Magnetismo-> atracción. Electricidad -> cargas. Potencial-> variación de las cargas.

### PARTE II

1. Se puede concluir que cuando la carga no tiene movimiento tiene un comportamiento distinto a un conjunto de cargas en movimiento.

2. (no responde)



3. Los condensadores disipan energía del sistema en el que se encuentran, las baterías le otorgan energía al sistema.

4. Va a depender la intensidad de la corriente que se le aplique.

5. (no responde)

### PARTE III

1. d

2. d

3. c

4. a

ESTUDIANTE 27

PARTE I

1. Son las fuerzas donde interactúan los electrones de cada átomo.

2 y 3. (no responde)

4. Depende de la distancia en que se encuentra una partícula de otra en donde estas se encuentran interactuando.

PARTE II

1. esto se refiere al sentido de referencia que fue seleccionado desde el punto de vista si la carga es positiva y negativa

2, 3, 4 y 5. (no responde)

PARTE III

1. c

2. d

3. d

4. d

ESTUDIANTE 28.

PARTE I

1, 2, 3, 4 y 5. (no responde)

6. Capacidad, corriente, energía, imán, espacio.

PARTE II

1. (no responde)

2. Que estén en movimiento

3. (no responde)

4.  $100 \text{ m/c} = t$

5. (no responde)

PARTE III

1. c

2. e

3. d

4. b

## ESTUDIANTE 29

### PARTE I.

1. Las fuerzas electromagnéticas, son fuerzas que hacen interactuar los materiales a nivel atómico, tanto su campo eléctrico como magnético.

2. Se puede representar, con ecuaciones, ya que visualmente no se pueden detectar, las ecuaciones donan la explicación a lo que está ocurriendo.

3. Se entiende mejor, ya que lo que no se puede visualizar físicamente, podemos imaginar y por lo tanto representar con dibujos.

4. De una carga eléctrica y una carga de prueba.

5. El campo con la luz debe de interactuar los fotones de la luz, que también poseen carga.

6. (no responde)

### PARTE II

1. Que es cierto que cargas estacionarias del mismo signo se repelen porque generan al mismo campo eléctrico y de signo opuesto se atraen.

2. (no responde)

3. La batería es una fuente de fuerza electromotriz y el condensador es almacenador de cargas.

4. (no responde)

5. Si el circuito debe encontrarse cerrado para que la f.e.m. exista, si se encuentra abierto no se ganaría f.e.m.

### PARTE III

1. b.

2. e.

3. e.

4. e.

## ESTUDIANTE 30

### PARTE I

1. Como fuerzas invisibles al ojo humano pero que son elementales para la estabilidad del átomo y por tanto para la vida misma.

2. De manera matemática a través del cálculo.

3. Como un componente que tiene cada carga eléctrica, que se comporta según las características de estas.

4. De las cargas eléctricas: a) posición; b) carga (cuantitativamente); signo de la carga.

5. Si el campo es muy alto puede generar desviación en la luz y sobre los objetos y personas desequilibrio en su sistema y funcionamiento.

6. Campo= espacio. Fuerza = causa; magnetismo= atracción, electricidad=, potencial = capacidad.

### PARTE II

1. Son condiciones naturales que cumplen los sistemas físicos para satisfacer o para crear un equilibrio propio.

2. De tener una masa y una carga eléctrica.

3. Las baterías tienen una carga eléctrica implícita la cual se reduce según las necesidades del sistema, hasta llegar a su punto mínimo.

Los condensadores son cargados por el sistema y descargados para satisfacer al mismo cumpliendo un ciclo.

4.  $d = 100 \text{ m}$  .   $v = c$  entonces  $t = d/c = 100/x10^8$   
 $\text{m/s} = 1/3x10^6 \text{ s}$

5. Dicha afirmación es correcta, ya que al hacerse en un circuito abierto el campo eléctrico generado podría ser afectado por variantes externas, afectando así el proceso en general.

### PARTE III

1 c 2 e 3 c 4 b

## ESTUDIANTE 31

### Parte I

1) Bueno primero que todo yo entiendo el nivel atómico como algo muy pequeño y me imagino que esas fuerzas electromagnéticas deben ser muy fuertes debido a que, por ejemplo ¿como es que un átomo que está solo se puede unir con otro que está solo y pueden crear así una cadena de átomos que formen un objeto sólido? por ejemplo debería haber una fuerza muy grande para poder unirlos y me imagino que esas fuerzas son muy dinámicas pues, tienen mucho movimiento. Yo me imagino la unión por ejemplo, yo me imagino un átomo como un punto y otro átomo como otro punto y esos átomos a su vez tienen como una capa invisible que serían los electrones y eso sería como cuando chocan; cuando chocan dos puntos por ejemplo, cuando chocan dos pelotas en el aire y sería su unión por su fuerza a uno le falta un electrón y otro tiene un exceso entonces se unen y forman una sustancia a partir de esos dos elementos forman un compuesto.

Bueno digo que es algo dinámico porque es algo que está pasando todo el tiempo y que es algo que siempre está sucediendo y que no siempre se unen los mismos elementos sino que se unen diferentes elementos formando diferentes compuestos y así se crean todos los materiales que existen.

2) Para mí tengo una idea como es el campo eléctrico me lo imagino compuesto de una serie de líneas de carga positiva y negativa o sea de un polo positivo y un polo negativo. Pienso que cuando hay dos polos opuestos, podría decirse que las líneas o los polos se atraen y cuando son polos similares o sea iguales se repelen. Podría ser como explicación unas líneas que salen del polo positivo y se dirigen al polo negativo y de esa manera sería los polos opuestos se atraen y cuando se repelen estarían las líneas partiendo por ejemplo del signo positivo hacia afuera y del otro signo positivo hacia afuera representando que se repelen.

3) En relación con el campo electromagnético yo lo desconozco, no tengo mucho conocimiento. Se que existe. y se que en la entrevista se menciona algo sobre unos imanes y se que cuando se acerca a material como rayaduras de hierro y me imagino que el imán tiene una fuerza atraíble que puede existir una afinidad entre el hierro y el imán; tendría que ver con las propiedades de ciertos metales y que van mas allá del tema de lo eléctrico. que hay algo mas allí. Pero desconozco que será eso, sólo se que hay fuerzas electromagnéticas pero no son visibles. También la tierra tiene un campo magnético pero tampoco se muy bien algo acerca de eso.

4) y 5) En realidad no se cuales serian esos factores, pero he sabido de la influencia de campos electromagnéticos y magnéticos sobre las personas que podrían ser dañinos; por ejemplo, las emisiones de electrodomésticos pues, por ejemplo estar en frente de un microondas es dañino porque provoca algo en el organismo y los aparatos electrodomésticos también y se que existen estudios acerca de eso, pero no lo conozco a profundidad y se que existen mucho desconocimiento acerca de eso. Se que pueden haber picos que pueden dañar los electrodomésticos, por ejemplo una onda electromagnética que daña una computadora o que rompa los bombillos, desconozco casi totalmente este tema de la influencia de un campo sobre una persona o la luz.

6) Sinónimos:

Campo= algo como que es abarcable. lo que se abarca.

Fuerza= poder

Magnetismo= atracción

Electricidad= transferencia de energía, movimiento, dinámico.

Potencial= algo que tiene probabilidades de ser, en potencia.

Parte II

Preguntas

### Pregunta 1

1. Lo que yo entiendo, Las reflexiones que se pueden hacer:

Si son corrientes eléctricas, las reflexiones serian que son leyes, son las comportamientos que tienen las cargas pues las cargas diferentes se atraen, y las iguales se repelen.

Cargas estacionarias del mismo signo me imagino que son cargas que tienen entre ellas una fuerza, constante y siempre esta presente esa fuerza de repulsión o atracción, pero que nunca se llegan a alejar o acercar entre ellas porque son estacionarias, porque están inmóviles, y estamos hablando de eso que es eso justamente lo que sucede.

Podría ser un ejemplo de dos imanes en estado de reposo los imanes están pegados a una pared por clavos entonces no puedes girarlos, usando varios ejemplos, dos imanes, un imán esta repeliendo al otro porque sus signos positivos están mas cerca, se están repeliendo, al estar ellos pegados de la pared y esa fuerza no los están alejándose sino que ellos no se mueven pero existe esa fuerza de repulsión. y si fueran signos diferentes tampoco pudieran moverse y seria fuerza de atracción.

Pregunta 2 Debe haber un circuito para que exista un campo magnético. Para que el campo magnético actúe sobre cargas eléctricas debe haber un circuito; algo así leí en Internet, que solamente el campo magnético funciona si hay un circuito. No tengo mas información acerca de eso.

Pregunta 3. Para mi las baterías se usan con los aparatos electrodomésticos o los aparatos eléctricos, los cuales sirven con energía eléctrica. Las baterías serian que van acumulando esa carga que luego van a hacer una reacción, esa reacción se transmite y se convierte en electricidad, o sea baterías que se usaran para algo. Los condensadores me imagino que son aquellos que recogen la energía, no se, aunque también pensándolo bien no lo se, pero me imaginaria que son a donde va almacenada la energía que



es creada, por ejemplo para convertir la energía que producen las termoeléctricas por ejemplo, las centrales hidroeléctricas, que van moviendo el agua el agua va moviendo, va creando fuerza, toda esa energía se convierte y va a los condensadores y después los condensadores usando esa energía eléctrica, algo así, pero no lo se.

#### Pregunta 4

En esta pregunta sería cuestión de intentar saber según los datos que se tienen, tener la respuesta. Los datos serian cien metros de distancia, el tiempo, que es la incógnita y nosotros sabríamos la velocidad de la corriente, entonces, haría una ecuación y resolvería eso; Claro el tiempo seria resultante de la resolución de eso, aunque seria muy pequeño, porque la corriente es rápida, entonces debe ser rápido; sí, entonces sería poquito tiempo.

#### Pregunta 5

La afirmación quiere decir, sobre todo en referencia a si el circuito esta cerrado; si el circuito esta cerrado, el circuito circula y exacto si el circuito esta cerrado todo funciona, pero si el circuito esta abierto entonces quiere decir que no funciona, significa que no existe flujo de electricidad, pero no se si el flujo magnético tendrá que ver con esto que estoy diciendo porque hay diferencias entre lo magnético y lo eléctrico, desconozco mucho el tema de lo magnético.

#### PARTE 3 Problemas

1=c

2=e

3=d

4=b

## ESTUDIANTE 32

### PARTE I

1. A nivel atómico considero que existen cargas positivas y negativas, de tal modo que como polos opuestos se atraen y polos iguales se repelen, los materiales son atraídos atómicamente. Las fuerzas que ligan los materiales se producen a causa de ciertas interacciones electromagnéticas entre ellos que permiten la unión de las moléculas y átomos.

2, 3, 4 y 5. (no responde)

6. Sinónimos: Campo: espacio, Fuerza: poder,

Magnetismo; atracción, Electricidad: corriente

Potencial; energía

### PARTE II

1. y 2., Considerando todas esas leyes puedo denotar que gracias a que sabemos eso, se pueden hacer muchas cosas interesantes y demostrarlas. Tratando de profundizar un poco sabremos que lo que nos rodea tiene que ver con electricidad y magnetismo de lo cual día a día nos hemos hecho dependientes como por ejemplo las computadoras que se han hecho indispensables en el día a día del mundo.

3. La diferencia es que la batería sólo almacena electricidad y el condensador no sólo la almacena sino que como su nombre lo indica también las condensa en mínimas cargas para un uso específico.

4. muy poco tiempo, ya que la luz viaja aprox. 300000 km/seg y 100 es una dist. Mínima para esa velocidad.

5. (no responde)

### PARTE III

1 c 2 e 3 c 4 d

ESTUDIANTE 33

ENTREGÓ LA PRUEBA EN BLANCO.