

**Libro guía para la enseñanza del concepto de campo eléctrico y magnético.**

**Guide book for teaching electric and magnetic field concept.**

Nidia Danigza Lugo Lopez  
Daniel Ferney Labrador  
Ronald Steven Ojeda

**RESUMEN**

Esta propuesta es un material de apoyo para los docentes de educación media en la enseñanza de los conceptos de campo eléctrico y campo magnético. Se inicia presentando un breve recorrido histórico que contextualizar surgimiento de los conceptos, posteriormente se aborda la epistemología de los conceptos Y se propone situaciones problema para ser trabajadas en el salón de clase, en donde se espera que el estudiante relacione los conocimientos con aspectos de su vida

*Palabras Clave: Campo eléctrico, campo magnético, enseñanza de la física.*

**ABSTRACT**

This proposal is a support material for teachers of high school when they want to teach concepts of electric and magnetic field. We started presenting a brief historical review that contextualizes the emergence of the concepts, then we address concepts epistemology, and finally we proposed problem situations to be worked in the classroom, where the student is expected to relate knowledge with aspects of their daily life.

*Keywords: Electric field, magnetic field, physics teaching.*



# Índice general

<b>1. Introducción y Generalidades</b>	<b>7</b>
1.1. Primera aproximación al concepto de campo . . . . .	7
1.2. Que sabes de historia y electrización . . . . .	8
1.3. La importancia de la electricidad en la vida cotidiana . . . . .	8
1.4. ¿Frotar los cuerpos? Un tanto peligroso . . . . .	9
1.5. Polos opuestos se atraen . . . . .	9
1.6. Inducción eléctrica . . . . .	10
<b>2. Campo electrico</b>	<b>13</b>
2.1. Ley de Coulomb . . . . .	13
2.2. ¿Cuál es la relación entre fuerza y distancia? . . . . .	14
2.2.1. Experiencia de Laboaratorio . . . . .	14
2.3. Campo eléctrico de una carga puntual . . . . .	15
2.4. Campo eléctrico de un sistema de dos cargas eléctricas . . . . .	16
<b>3. Campo Magnético</b>	<b>19</b>
3.1. Corrientes . . . . .	20
3.2. CAMPO MAGNETICO POR UNA CORRIENTE . . . . .	21





## Introducción

Los descubrimiento y la comprensión de fenómenos tales como el compartamiento de un objeto en presencia de otro o que la materia estaba constituida por partículas elementales como los electrones permitió a los científicos un mejor entendimiento de la naturaleza que nos ha conducido a grandes avances tecnológicos. Pero como logramos que estos nuevos conocimientos sean comprendidos por una comunidad diferente a la científica. Como enseñar ideas como las de campo a estudiantes de educación media, que herramientas se deben usar y como, en donde su enseñanza no se reduzca a fórmulas y recetas de cocina.

En este libro se presenta un enfoque alternativo para la enseñanza de los conceptos de campo Eléctrico y Magnético abandonando el modelo de la enseñanza tradicional. Para esto se plantea un modelo didáctico basado en situaciones problema y experiencias cotidianas a través de las cuales el estudiante logre comprender de forma óptima los conceptos de campo Eléctrico y Magnético.

El trabajo con situación problema pretende que el estudiante plantee situaciones alternativas y de su propio ingenio que logren dar solución a la problemática. Con la asesoría del docente que este a cargo de la clase. El trabajo con experiencias cotidianas pretende que el estudiante encuentre la física más cercana a él.

## Características del texto

Para una mejor comprensión y utilización por parte del profesor y del estudiante del texto se ha establecido una estructura lógica y consecuente que facilite el trabajo de docente en el salón de clases y en el laboratorio con el trabajo de estudiante. Y que el estudiante puede trabajar con o sin la orientación de profesor.

1. Preguntas previas: Estas preguntas van enfocadas a ver las representaciones internas de los estudiantes, antes de la explicación teórica y su objetivo no es llegar a la respuesta correcta o a la "verdad absoluta" sino observar las ideas previas de los estudiantes.
2. Experiencias Cotidianas: La idea de utilizar experiencias cotidianas es que el estudiante no vea la física ajena a su realidad, sino que comprenda que ésta se encuentra presente en todos los procesos de su vida cotidiana.
3. Discusión: El objetivo es que los estudiantes guiados u orientados por el maestro construyan algunas nociones sobre el concepto de campo. Para esta discusión se pueden utilizar preguntas, situaciones problema o simplemente dejar que sea el estudiante quien entable la discusión exponiendo las preguntas que tuvo durante la experiencia.
4. Marco Teórico: Explicación de los conceptos.
5. Elaboración de implementos y experiencias de Laboratorio: haciendo uso de materiales de laboratorio, el estudiante interactuó más de cerca con los fenómenos naturales tratados a lo largo de los capítulos

# Capítulo 1

## Introducción y Generalidades

### 1.1. Primera aproximación al concepto de campo

Cuando pensamos en campo la primera idea que se viene a la cabeza es de un espacio entre dos o mas lugares. Pero este concepto a generado grandes dificultades a través de la historia tanto en la investigación como en la enseñanza. Aunque la ley de Newton tiene implícita la idea de campo no fue su trabajo el que lo trajo a colación. Fue Maxwell con su trabajo de electricidad y magnetismo el primero en hablar formalmente de este, aunque el trabajo de Maxwell y Newton no se encuentran en la misma línea el concepto de campo en Mecánica, electricidad y Magnetismo no difiere.

Es importante saber que el concepto de campo es el resultado de la abstracción de la mente humana de los fenómenos naturales. No podemos tocar el campo pero si podemos percibir su efecto. Uno ejemplo claro de esto, es el movimiento de los planetas, ¿Por qué giramos entorno al sol? ¿Qué nos mantiene en Orbita?. ¿Qué pasaría si el sol se desvaneciera de un momento a otro? ¿Lo percibiríamos o no?. Mas que las ideas Newtonianas sobre el movimiento planetario el concepto de campo nos puede ayudar a responder estas preguntas.

Estamos acostumbrados que al hablar de fuerza hablamos de contacto entre dos cuerpos, por ejemplo cuando empujamos una silla o le pegamos a una pared siempre tenemos contacto con el otro cuerpo. Pero el Sol no esta unido a la tierra y los otros plantas por una cuerda a un resorte, que hace que se mantengan juntos. Y que la tierra no salga disparada o un ejemplo mas cercano ¿Porque la Luna no se cae sobre nosotros o sale disparada?. Es en este momento donde el concepto de campo puede ayudarnos a explicar este fenómeno. Imaginemos el universo como una gran sabana blanca, que pasa si ponemos un Cuerpo muy pesado (Sol, Luna) en alguna parte de la sabana esta se hunde y modifica la partes mas cercanas al objeto. Ahora si nuestro Sol hace esto, modificara el espacio mas cercano a él y si el espacio que el Sol modifica es muy amplio afectara

#### Preguntas Previas

¿Que pasaría con la tierra y los otros planetas si el Sol desapareciera?

la tierra haciendo que siempre se quede dentro de esta deformación que el Sol hizo al espacio. En este ejemplo se puede ver la idea del concepto de campo no lo podemos ver pero eso no impide que no sintamos su efecto.

Una carga eléctrica genera el mismo efecto sobre el espacio que la rodea haciendo que las propiedades iniciales de espacio cambien. Si tenemos dos cargas eléctricas las dos modificarán el espacio y si se encuentra muy cerca interactuarán. Cuando la carga modifica el espacio al igual que el Sol la carga genera un campo eléctrico. Estas ideas serán ampliadas en las secciones siguientes.

### Actividad 1

En grupos de trabajo describir con sus propias palabras y teniendo en cuenta lo leído, el porque la luna gira alrededor del Sol, usando el concepto de campo. Compartanlo con los otros grupos y el profesor de la clase.

### Preguntas Previas

Cuando nos encontramos a la mitad de una tormenta, esta nos aterroriza por sus rayos relámpagos. Pero ¿Por qué se generan estos fenómenos? ¿Quien o que los genera? ¿Hay alguna explicación física de este fenómeno? ¿Puede este fenómeno natural repetirse en el laboratorio?

## 1.2. Que sabes de historia y electrización

Desde la antigüedad los griegos conocían muchas propiedades de la materia por ejemplo sabían que al frotar ámbar (plástico) con seda y acercarla a otros objetos esto se ven atraídos por el ámbar. Este fenómeno es conocido como electrización.

El trabajo realizado por Du Fay permitió hablar de la electricidad como 2 fluidos positivo y negativo que se atraían o repelían entre si y fue el primero en hablar de materiales aislantes y conductores. Fue hasta 1874 que Gorge Stoney estableció que la electricidad era un fluido que estaba constituido por partículas cargadas a las que llamo electrones.

### Experimento Sorpresa 1

Frote un globo con guata, ¿Que observa si lo acerca al cabello de uno de sus compañeros? ¿Pasa lo mismo si acercamos el globo sin haberlo frotado? Frotar el globo ¿Lo modifica? ¿Porque pasa esto?. Ahora que pasa si acercamos este mismo globo a trozos de papel

El trabajo de Stoney, Thomson, Bohr entre otros permitio hablar por primera vez de las propiedades de la materia que esta constituida por atomos que a se vez estan conformados por particulas mas simples electrones, protones y neutrones, estos ultimos se encontraban en el nucleo del atomo y los electrones giraban en orbitas alrededor del nucleo.

## 1.3. La importancia de la electricidad en la vida cotidiana

Muchas de las cosas que tenemos en nuestra casa funciona gracias al fluido eléctrico. Es gracias a este que nos podemos bañar con agua caliente en días de frio o encender la calefacción en días con altas temperaturas.

Pero este hecho aunque gradioso no es sorprendente todo lo que observamos esta compuesto por átomos hasta nosotros mismos y esto a su vez lo estan por electrones. Estos ultimos juegan un papel importante en la estabilidad y control de nuestro organismo debido a sus características electricas. Los electrones son

los encargados de muchas de las reacciones químicas que ocurren en nuestro cuerpo.

## 1.4. ¿Frotar los cuerpos? Un tanto peligroso

En el experimento sorpresa 1 cuando se frotaba el globo este no cambiaba de apariencia pero cuando lo acercábamos a pedacitos de papel observamos que estos son atraídos al globo (Ver figura 1). ¿Frotar el globo lo modifico? Dar respuesta a esta pregunta tardó algunos años. Cuando frotamos un cuerpo aunque no modificamos su apariencia física si modificamos su estructura interna. Esto se puede interpretar diciendo que, al frotar dos cuerpos, algunas partículas eléctricamente cargadas llamadas electrones pasan de un cuerpo al otro. De esta forma uno de los cuerpos queda con un exceso de electrones comparados con los que tenía inicialmente cuando no se había frotado (Estado Neutro) y el otro con menos de los que le correspondía en estado neutro.

Este fenómeno se conoce como electrificación. Y cuando esta electrificación es

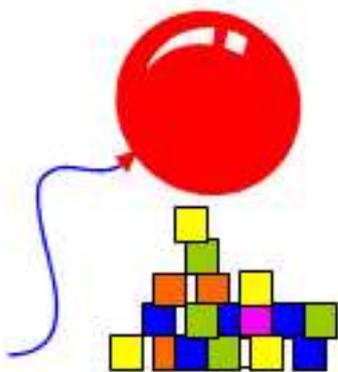


Figura 1.1: Globo Cargado por frotación

adquirida por frotamiento se llama triboelectricidad. Es esto lo que le permite atraer los pedacitos de papel.

## 1.5. Polos opuestos se atraen

El experimento anterior nos permite ver una de las propiedades más interesantes de la materia la existencia de cargas positivas y negativas. Cuando frotamos con seda la barra y la varilla de caucho con el mismo material este agregará el mismo exceso de electrones a la barra y varilla haciendo que las dos queden con la misma carga. Pero ahora si frotamos la barra con seda y la varilla con paño vemos que en este caso es la varilla que queda con menos electrones que en estado neutro. Cuando un cuerpo tiene un exceso de electrones diremos que su

### Experimento Sorpresa 2

En grupos realiza el siguiente experimento: Una barra de caucho como se muestra en la figura 2. Se carga al frotarla con seda. Tome una varilla de caucho y frotela con seda acercala a la barra suspendida ¿Que observas? Repite el experimento pero ahora frota la varilla con paño ¿Que observas? ¿Que puedes concluir?

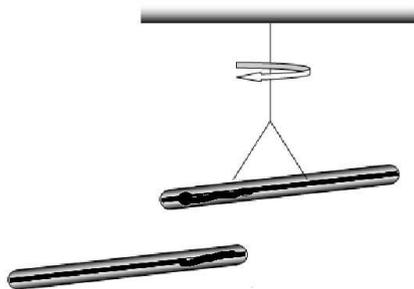


Figura 1.2: Montaje Experimental

carga es positiva pero cuando le fueron arancados electrones y tiene un menor numero que en estado neutro su carga es positiva.

Si acercamos la barra cargada positivamente (frotada con el paño) y la var-

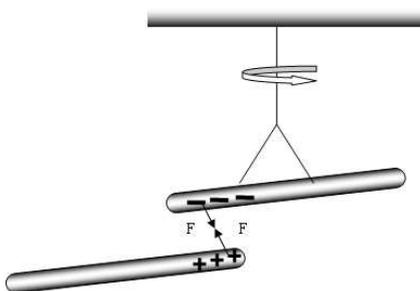


Figura 1.3: Una barra de caucho cargada negativamente y suspendida de un hilo es atraída a una varilla de caucho con carga positiva.

illa cargada negativamente (frotada con la seda) veíamos del experimento que las dos se acercaban eran atraídas (Ver figura 3). Pero si por el contrario acercábamos las dos barra y varilla cargadas negativamente (frotadas con la seda) están se repelen (Ver figura 4).

Esto nos permite concluir que existen dos tipo de cargas **positiva y negativa** y que dos *cuerpos se repelen cuando tiene cargas iguales y se atraen cuando tiene cargas opuestas* ***Polos opuestos se atraen***

## 1.6. Inducción eléctrica

Cuando se realizo el experimento del globo al frotarlo este quedo cargado positivamente. Al acercar los pedacitos de papel estos eran atraídos por el globo, poro ¿Porque ocurre esto?. Acercar el globo cargado a los papelitos induce una

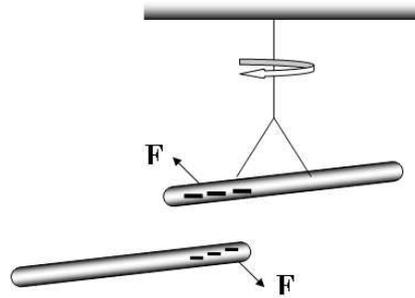


Figura 1.4: Una barra de caucho cargada negativamente es repelida por una varilla de caucho con carga negativamente.

carga en estos de signo opuesto haciendo que ellos se vean atraídos al globo.

La figura 5 muestra esto claramente, los pedacitos como no han sido frotados esta electricamente neutros o sea tiene igual número de electrones y protones Parte **a**. Cuando se acerca el globo que tiene una carga positiva. Y sabiendo que las cargas de signos iguales se repelen y las del mismo signo se atraen, las cargas dentro del papelito se reorganizan induciendo una carga negativa en los papeles **b**, de esta forma los papeles son atraídos hacia el globo.

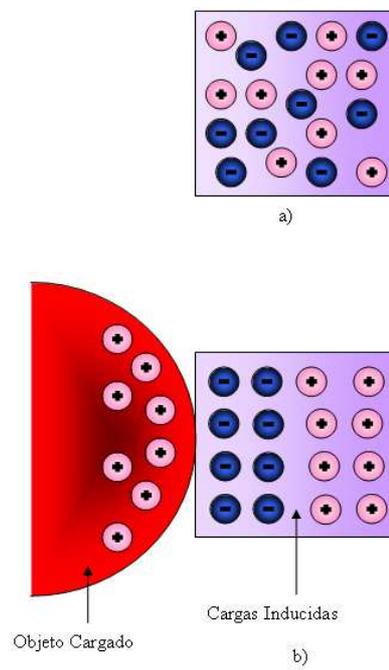


Figura 1.5: a) Pedacitos de papel electricamente neutros. b) La carga en los pedacitos de papel se redistribuye cuando se acerca el globo cargado.

## Capítulo 2

# Campo electrico

### 2.1. Ley de Coulomb

En 1785 Charles d' Coulomb estableció una ley fundamental de fuerza con que se atraen dos cargas **fuerza eléctrica** entre 2 partículas que están en reposo, resultado de experiencias como la expuesta en el experimento sorpresa, se han denotado las siguientes propiedades para la fuerza eléctrica:

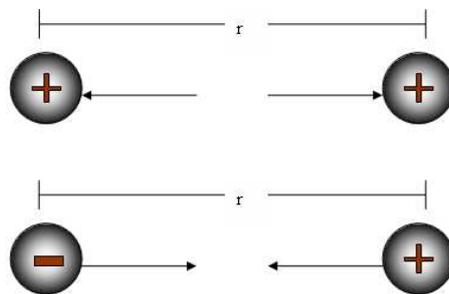


Figura 2.1: Interacción electrostática entre cargas de igual y de signo contrario

1. La fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la separación (denotada por  $r$ ) entre las dos partículas y se da en la línea imaginaria que las une.
2. La fuerza es proporcional al producto de las cargas  $Q_1$  y  $Q_2$  sobre las dos partículas
3. La fuerza es atractiva si las cargas son de signo opuesto, y repulsiva si las cargas tienen el mismo signo.

#### Preguntas Previas

¿Retomando el experimento sorpresa ¿cuál es el medio por el que se genera la atracción?, ¿tendrá que ver con las cargas presentes?, ¿dependerá de cuan lejos están un cuerpo del otro?.

## 2.2. ¿Cuál es la relación entre fuerza y distancia?

### 2.2.1. Experiencia de Laboratorio

**OBJETIVO:** Describir la función matemática que rige el comportamiento de la fuerza eléctrica y su posible variación con la distancia entre partículas.

#### MATERIALES

1. 2 Hojas milimetradas
2. Regla
3. Curvigráfico
4. Colores
5. Lápiz y borrador
6. Calculadora
7. 2 bolas de icopor No. 1
8. Hilo
9. Un trozo de seda

#### PROCEDIMIENTO

Sabiendo que la fuerza eléctrica cumple las características anteriormente mencionadas, se puede modelar la fuerza eléctrica como sigue:

$$Fuerza\ electrica = F_e = \frac{KQ_1Q_2}{r^2} \quad (2.1)$$

Suponiendo que  $KQ_1Q_2 = 1$ , entonces:

$$Fuerza\ electrica = F_e = \frac{1}{r^2} \quad (2.2)$$

Hacer una tabla en la cual se relacionen la fuerza  $F_e$  y la distancia  $r$ . Construya una gráfica que muestre los datos obtenidos en una hoja milimetrada, teniendo cuidado de preservar una escala uniforme en sus ejes de Fuerza ( $F_e$ ) y de distancia de separación ( $r$ ).

Una vez hecho lo anterior, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Qué ocurre con la magnitud de la fuerza eléctrica a medida que la distancia entre las partículas aumenta?
2. ¿Y si se disminuye la distancia entre ellas?
3. ¿Qué tipo de función matemática queda representada en la hoja? Ahora, supongase que el producto de  $= -1$ .
4. ¿Cómo sería la gráfica de fuerza contra distancia?

5. ¿Cambian las respuestas de las preguntas 1, 2 y 3?
6. ¿Cuál es su conclusión acerca de la experiencia hecha?

**PARA CONFRONTAR:**

Tomar las bolas de icopor y atarlas a trozos de hilo de longitud 10 cm (Ver figura 2.1).

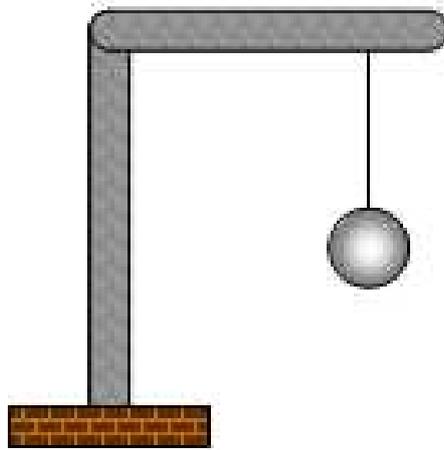


Figura 2.2: Gráfico que ilustra la experiencia de la esfera colgante.

**PROCEDIMIENTO**

Frotar la regla con el trozo de seda durante 30 segundos y hacer contacto entre la regla y las bolas de icopor. Ubicar las esferas a una distancia de 10 cm.

**DISCUSIÓN**

¿Qué ocurrió? ¿A qué lo atribuye?

Repetir la experiencia anterior para distancias menores, esto es para 9, 8, 7 hasta 1cm. ¿Qué ocurrió? ¿Cómo es la variación de la intensidad respecto a lo hecho? ¿Cuál es su conclusión de lo ocurrido?

### 2.3. Campo eléctrico de una carga puntual

El campo eléctrico de una carga puntual  $Q$  en un punto  $P$  distante  $r$  de la carga viene representado por un vector definido como:

$$E = \frac{KQ}{r^2} \mathbf{r} \quad (2.3)$$

Sus características son:

1. Dirección radial

2. Sentido hacia afuera si la carga es positiva, y hacia la carga si es negativa

El potencial del punto P debido a la carga Q es un escalar y vale:

$$E = \frac{KQ}{r} \mathbf{r} \quad (2.4)$$

Un campo eléctrico puede representarse por líneas de fuerza, líneas que son

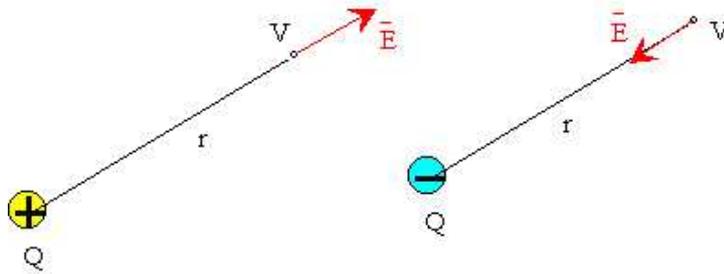


Figura 2.3: Direcciones del campo eléctrico para cargas positiva y negativa

tangentes a la dirección del campo en cada uno de sus puntos. Las líneas de fuerza son simplemente una forma de representación del sentido y dirección que presenta la fuerza (o posible fuerza) eléctrica entre dos cuerpos eléctricamente cargados. Si la representación ideal de las líneas de fuerza apunta hacia fuera de la carga eléctrica, además de indicar que esta es positiva, indicará que el sentido de la fuerza es alejándose de la carga en cuestión, es decir, hace alusión a una fuerza de tipo repulsivo. Por otro lado, si la representación genera una "línea de fuerza" que ingresa hacia la carga, esto indica que es una fuerza de tipo atractiva. En la figura, se representan las líneas de fuerza de una carga puntual, que son líneas rectas que pasan por la carga. Las superficies equipotenciales son superficies esféricas concéntricas. En cada superficie se puede observar que se conserva una misma cantidad. El potencial, es aquello que se conserva, y esto se debe a la simetría esférica que se maneja en este problema. El potencial se nota comúnmente por un escalar el cual hace alusión a una cualidad que denota la capacidad de poder generar un trabajo a partir de una relación de las cargas eléctricas y el espacio existente entre ellas.

## 2.4. Campo eléctrico de un sistema de dos cargas eléctricas

Cuando varias cargas están presentes el campo eléctrico resultante es la suma vectorial de los campos eléctricos producidos por cada una de las cargas. Consideremos el sistema de dos cargas eléctricas de la figura. El módulo del campo eléctrico producido por cada una de las cargas es

$$E_1 = \frac{KQ_1}{r_1^2} \quad E_2 = \frac{KQ_2}{r_2^2} \quad (2.5)$$

## 2.4. CAMPO ELÉCTRICO DE UN SISTEMA DE DOS CARGAS ELÉCTRICAS<sup>17</sup>

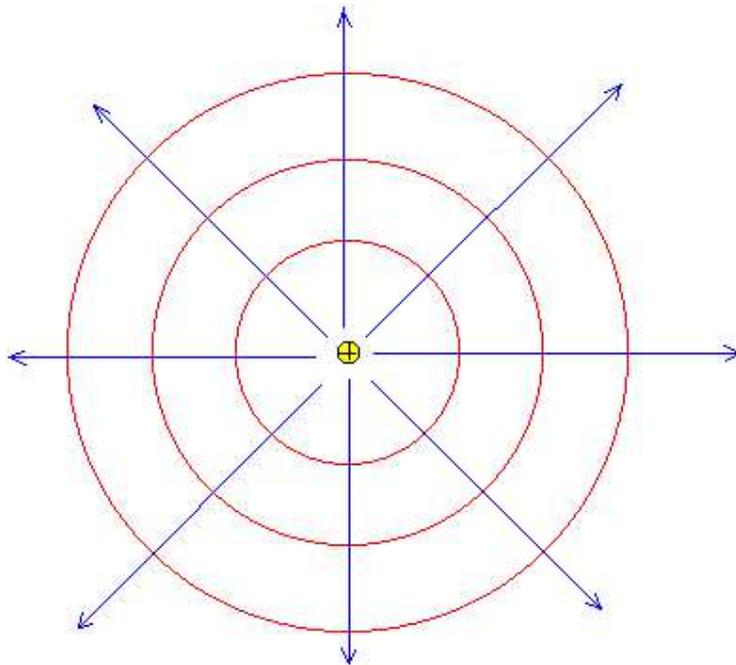


Figura 2.4: Figura ilustrativa de superficies equipotenciales vista en 2-D

Y las componentes del campo total son

$$E_x = E_{x1} + E_{x2} = E_1 \cos\theta_1 + E_2 \cos\theta_2 \quad (2.6)$$

$$E_y = E_{y1} + E_{y2} = E_1 \sin\theta_1 + E_2 \sin\theta_2 \quad (2.7)$$

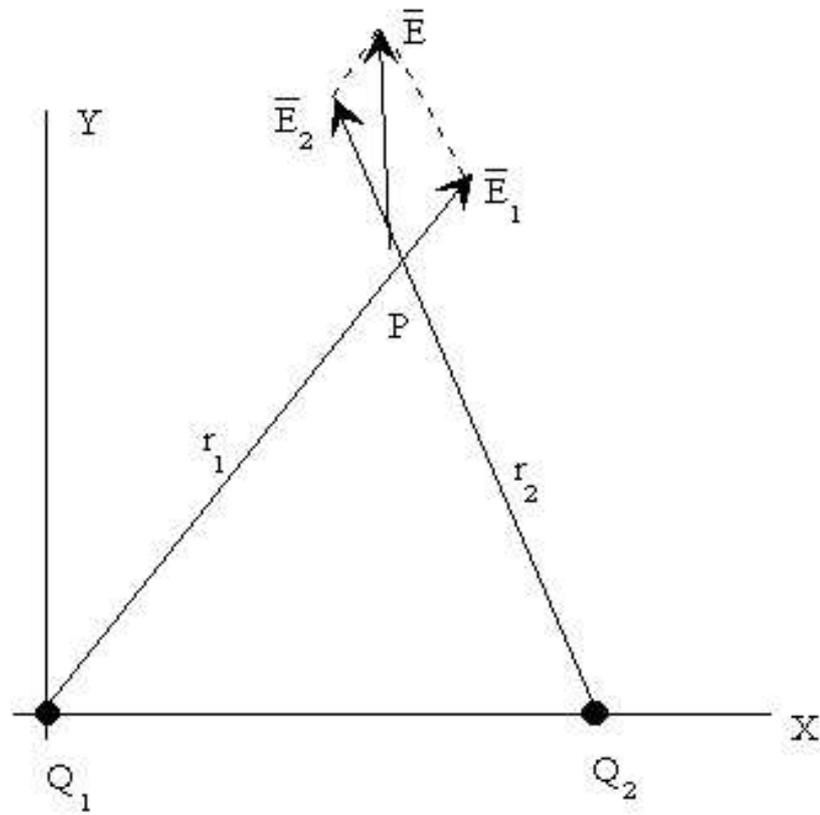


Figura 2.5: Campo eléctrico ejercido por dos partículas en un punto P.

## Capítulo 3

# Campo Magnético

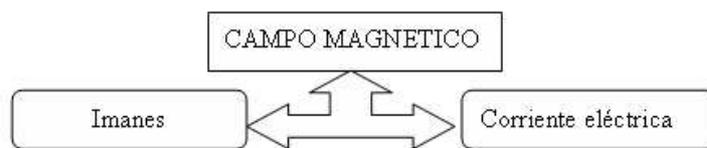


Figura 3.1:

Como se muestra en el diagrama podemos, analizar las fuentes de Campo Magnético desde dos perspectivas. Por lo tanto, podemos realizar algunas preguntas haciendo uso del siguiente montaje. Este consta de un imán, un acetato con marco o un vidrio, limaduras de hierro, bloque pequeños de madera. ¿Por

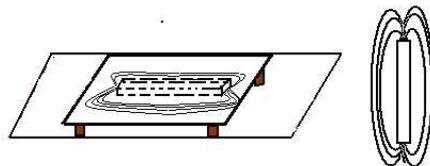


Figura 3.2: Montaje experimental

qué hay espacios entre las limaduras? Si ahora colocamos otro material a parte del imán ¿Cuáles serían ahora las líneas de campo?

Si suponemos ahora que el imán está en medio de fuentes de calor, ¿Afectaría en algo la distribución de dichas líneas de campo? Se puede analizar las propiedades de los materiales en analogía con las propiedades electrostáticas, por ejemplo ver la imantación por influencia en analogía con la inducción electrostática.

### 3.1. Corrientes

A pesar de que la electrostática es importante, existen mayores aplicaciones eléctricas estas son las corrientes eléctricas las cuales son otra fuente de campos magnéticos. Para llegar al concepto de corriente eléctrica, se deben desarrollar varias hipótesis. Antes que todo se debe tener en cuenta el contexto histórico: Los primeros investigadores pensaban que la electricidad era el resultado de distintos fluidos” Benjamín Franklin” propuso la teoría de la electricidad basada en un solo fluido tenue y sin peso. Como vimos antes en electrostática, que después de ser frotados dos cuerpos se generaba que estos se cargaran, es decir, se realizaba una redistribución de cargas en los cuerpos, quedando uno con exceso y otro con defecto de cargas.

Si analizamos ahora la situación dinámica mas detenidamente, surgen algunos interrogantes: ¿Cuál es la causa de la corriente eléctrica? ¿Realmente son las cargas las que se desplazan en un conductor?. Pero antes, de tratar de responderlas partamos por definir que es corriente.

Haciendo uso de la analogía más común en fluidos:

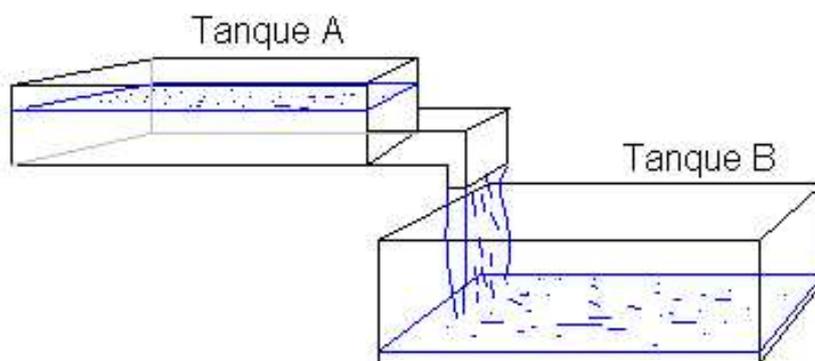


Figura 3.3: Analogía dinamica

Si el tanque A tiene un tapón que obstaculiza el paso de agua; y si se quiere medir que cantidad de agua a caído al segundo tanque, comenzamos por medir el tiempo después de que se quita el tapón, y se vuelve a tapar el tapón en un tiempo posterior. En forma similar, si tenemos un conductor y suponiendo dos cosas: primero, no nos interesa por ahora saber que es lo que genera la corriente y segundo, lo que se mueven por los conductores son los electrones.

Así, aplicando la analogía al caso eléctrico. En el primer caso tenemos (cantidad de agua)/(tiempo); en el segundo al suponer que el movimiento de los electrones, la corriente sería  $I = (q/t)$ ; siendo q la carga.

Se puede inferir hasta aquí que para que halla desplazamiento de los electrones, debe existir una fuerza neta, tal que los electrones se puedan considerar que se mueven en una sola dirección. Ya que los electrones dentro de un conductor se mueven pero de forma aleatoria y las fuerzas entre ellos hacen que el efecto neto del movimiento sea cero. Si fuera lo contrario cualquier conductor o cualquier materia perdería sus electrones constantemente. Sin embargo, los electrones co-

mo tal no se transportan a través del conductor. Ya que por ejemplo, cuando se enciende la luz, de inmediato se ilumina o en conversaciones por Internet las señales eléctricas recorren grandes distancias en las líneas telefónicas. Así, si las conversaciones dependieran del desplazamiento real de los electrones tales conversaciones no se llevarían a cabo, puesto que serían muy lentas.

¿Qué es lo que se transporta entonces por el circuito? Si volvemos nuevamente a la interacción entre cargas, se justificaba dicha interacción en términos del campo eléctrico y se definía la fuerza entre cargas con la ley de Coulomb entonces el campo eléctrico se podía escribir en función del valor de las cargas y la distancia entre ellas. Pero nunca se hablo del efecto retardado de la acción de una carga sobre la otra, es decir, el efecto percibido por una carga debido al campo generado por la otra carga. Por lo tanto, hasta ahora el campo tiene acción instantánea.

Si ahora conectamos un conductor a una batería u otra fuente, se genera corriente. Debido a que la energía química se transforma en energía cinética de los electrones. Y los alambres del conductor cumplen la función de guías del campo de fuerza eléctrica que excitan a los electrones del conductor. Sin embargo, se seguirá hablando en términos de corriente y flujo de carga. Ya que permite describir los efectos eléctricos globales.

## 3.2. CAMPO MAGNETICO POR UNA CORRIENTE

Además de los imanes, las corrientes eléctricas producen campos magnéticos, uno de los montajes clásico es el que sigue.

En este circuito no circula ninguna corriente debido a que el interruptor esta abierto. Además, tenemos (ya sea una aguja imantada o una brújula ) la cual es paralela al hilo conductor. Si cerramos el circuito se genera una corriente, pero ¿Qué pasa con la dirección que indica la flecha imantada o brújula? ¿se mantiene? Para determinar el sentido de la orientación de la aguja se utiliza una regla sencilla llamada del muñeco de Ampere (un muñeco tumbado con el vientre sobre un hilo y que recibe una corriente por los pies indica”:  
Con su brazo izquierdo la posición que tiende a tomar el polo norte de la brújula.  
Con su brazo derecho la posición del polo sur.



# Bibliografía

- [1] SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e ingeniería. Tomo II. Capítulos 23-27. McGRAW-HILL. 2000.
- [2] ALVARENGA, Beatriz, Física General Con Experimentos sencillos, Volumen II, Capítulos 19 y 23, 1983.
- [3] CHIAPPE, Clemencia. Biblioteca Pedagógica de Bolsillo, Volumen II, 1999 HELMBOLDT, J. F.
- [4] Greca, I.M. Modelos Mentales y Aprendizaje de Física en Electricidad y Magnetismo. *Investigación Didáctica*, 289–303, 1998. Moreno, H. *Modelos Educativos pedagógicos y didácticos*. Vol. II. Págs. 23 – 30, 2003