

# Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

## Fenómenos eléctricos

### 1º Año

## Física I

Cód- 7102-15

Prof. Silvana Marini  
Prof. María Eugenia Godino  
Prof. Germán Blesio  
Prof. Carlos Silva



Dpto. de Física

Masterización: RECURSOS PEDAGÓGICOS



### FENÓMENOS ELÉCTRICOS

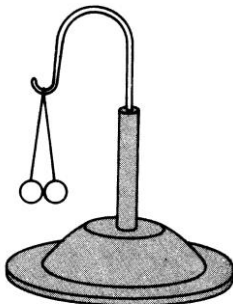
#### ELECTROSTATICA

Un peine de plástico duro o una barra del mismo material, adquieren una capacidad extraña para atraer otros objetos después de frotarlos con la manga de un abrigo, en algunas ocasiones se experimenta un choque molesto cuando se toca la manija de la puerta de un automóvil después que se desliza uno en el asiento; hojas de papel tienden a ejercer resistencia a ser separadas. Todos estos fenómenos son ejemplos de electrificación, que ocurren con frecuencia cuando se frota objetos entre sí.

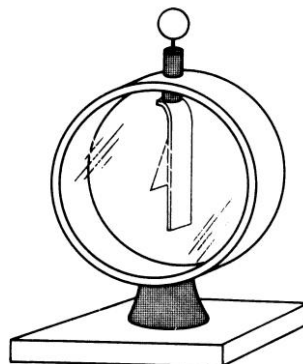
#### Actividad N° 1:

Frota una regla de plástico o una birome plástica con tu cabello y acércala a trozos pequeños de papel. Observa lo que ocurre y elabora un modelo explicativo desde el punto de vista microscópico para justificar lo acontecido.

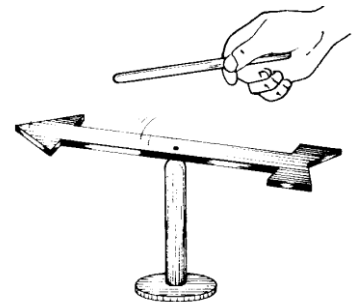
#### ALGUNOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL LABORATORIO SON:



Electroscopio de esferas



Electroscopio de láminas



Versorium

Un electroscopio es un instrumento sensible de laboratorio que se emplea para detectar la presencia de cargas eléctricas.

#### Actividad N° 2: Trabajo Práctico N° 1

Título: fenómenos eléctricos

Objetivos: a) Observar los fenómenos electrostáticos utilizando un péndulo electrostático.

b) Elaborar un modelo explicativo desde el punto de vista microscópico de lo observado macroscópicamente.

Materiales:

Procedimiento:

Observaciones:

Conclusiones:

# Capítulo IV: FENÓMENOS ELÉCTRICOS

## Física I

### MOVILIDAD Y NO MOVILIDAD DE LOS ELECTRONES

Las propiedades eléctricas de la materia dependen de la forma en que se mueven los electrones en los átomos, en las moléculas y en esas grandes asociaciones de átomos que se llaman cuerpos, especialmente los sólidos. Por ejemplo un trozo de metal, está formado por átomos prolijamente ordenados en una red metálica.

Las atracciones y repulsiones eléctricas entre sus núcleos y sus electrones han encontrado una situación de equilibrio en esta distribución, pero equilibrio no quiere decir quietud; cada átomo vibra en su posición de equilibrio, con tanta mayor amplitud cuando mayor es la temperatura.

Además los metales tienen la característica de que los electrones de la capa externa de sus átomos están ligados al resto del átomo con fuerzas extremadamente débiles; tan débiles que las vibraciones hacen que cada electrón exterior pase de un átomo a otro por azar, no permaneciendo establemente en un mismo átomo.-

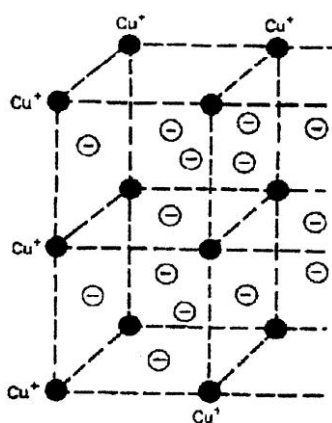
Todos los materiales que cumplen con estas características reciben el nombre de CONDUCTORES y los electrones que tienen la posibilidad de moverse pasando de un átomo a otro se llaman electrones libres.

Otras sustancias tienen también estructuras cristalinas como los metales; pero el enlace entre sus átomos es de otra naturaleza, de manera que las distancias intermoleculares son mayores que en los metales y los electrones de la capa externa de estas estructuras no tienen la libertad de intercambiarse entre sus átomos, en consecuencia éstos no se mueven libremente dentro de la materia.

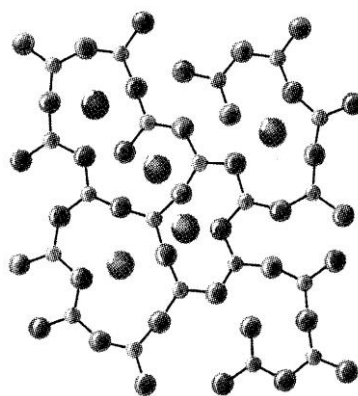
Estos materiales reciben el nombre de AISLADORES o DIELECTRICOS.

¿Todos los cuerpos se cargan?

En efecto. Si un operador de laboratorio frota una barra metálica y la acerca a la esfera no conductora de un péndulo, no se observa ninguna atracción. La barra metálica se cargó con el frotamiento, pero como es conductora, las cargas producidas van a tierra a través del cuerpo del operador que la sostiene. Si el metal está sostenido con un mango aislador, las cargas no pueden irse y la barra queda electrizada. Cabe aclarar que estas cargas por su gran movilidad, se distribuyen sobre todo el material conductor.-



Modelo de estructura del cobre



Modelo de un aislante

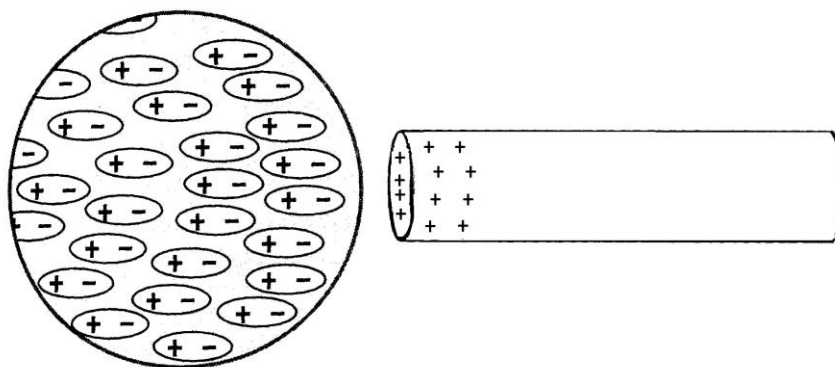
En los aisladores ocurre lo contrario. Si se frota una zona de una barra de material aislante, las cargas producidas permanecen en esa zona. Ejemplo: es lo que ocurre cuando se frota una barra de plástico.



### Polarización de un material no conductor

Cuando una barra cargada positivamente se aproxima a una esfera no conductora descargada habrá una atracción inicial.

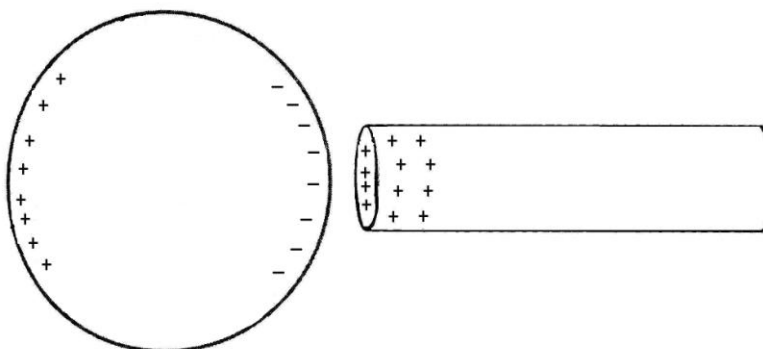
La atracción de un objeto sin carga se debe a la separación de las cargas positivas y negativas dentro del cuerpo. Durante este proceso no se gana ni se pierde carga, simplemente se orientan.



*Esfera de material no conductor frente a una barra cargada*

### Redistribución de cargas

En el caso de que la esfera fuera de material conductor y estuviese aislada, las cargas se redistribuyen.



*Esfera conductora frente a una barra cargada*

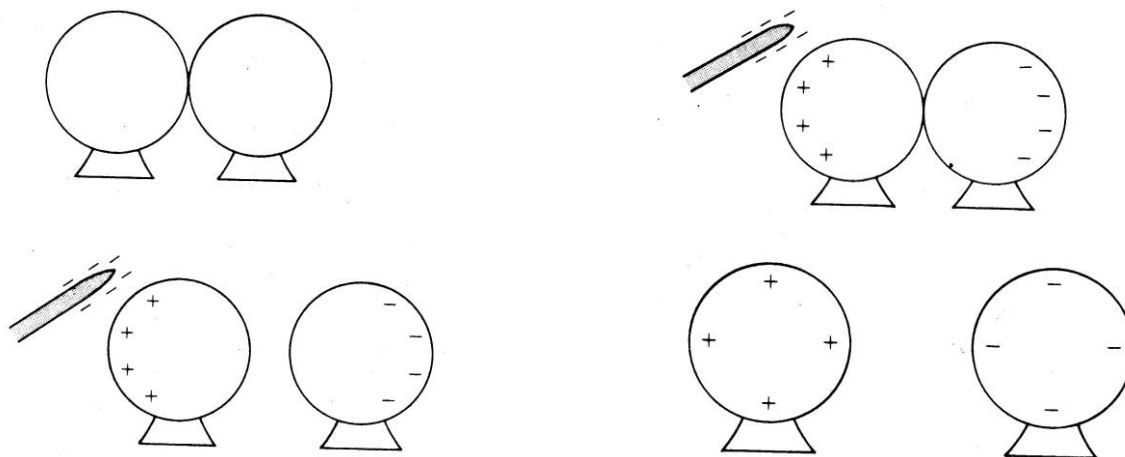
# Capítulo IV: FENÓMENOS ELÉCTRICOS

## Física I

### INDUCCION

La redistribución de carga debido a la presencia de un objeto cercano cargado puede ser útil para cargar objetos sin que haya contacto, este método se llama INDUCCION y puede llevarse a cabo sin ninguna pérdida de carga del cuerpo.

#### Ejemplo



Considérense dos esferas metálicas neutras en contacto, cuando la barra cargada negativamente se acerca a la esfera de la izquierda sin tocarla, tiene lugar una redistribución de carga, los electrones se desplazan hacia la esfera de la derecha a través del punto de contacto. Ahora si las esferas son separadas ante la presencia de la barra cargada de electrones, no pueden regresar las cargas y éstas quedan cargadas.

Como conclusión se puede decir que existen dos formas de electrificación, una es por CONTACTO y la otra por INDUCCION.

#### Actividad N° 3

- Nombre cinco materiales conductores y cinco materiales aislantes.
- A una esfera metálica aislada se la carga eléctricamente. ¿su masa aumenta o disminuye? ¿Depende del signo de la carga? Analice todas las situaciones desde el punto de vista microscópico.

### Fuerzas eléctricas

Probablemente has notado que en varias oportunidades hablamos de fuerzas y las representamos mediante flechas. Estas flechas se denominan vectores. Esta forma de representación presenta varias ventajas, entre ellas:

- la longitud del vector está relacionada con la intensidad de la fuerza aplicada, es decir, si la fuerza, es grande o es pequeña.
- la orientación del vector informa sobre la dirección y el sentido en que se aplica la fuerza.



## Física I

Por ejemplo cuando frotas una regla de plástico y la aproximas a trozos de papel, aparece una fuerza entre ellos que produce una atracción inicial.

No es posible ver las fuerzas que actúan entre la regla y el papel, sin embargo, su existencia se pone de manifiesto por los efectos que producen.

Las fuerzas que mantienen la estructura de los átomos primero y las moléculas después son de origen eléctrico, las fibras del papel que estás leyendo se mantienen cohesionadas eléctricamente, la solidez de los muebles que nos rodean se debe a las fuerzas eléctricas que unen las moléculas que los integran, más aún la vida misma es posible por la acción de las fuerzas eléctricas ya que todos los procesos indispensables dependen de las fuerzas eléctricas.

### CAMPO ELECTRICO

Todo el mundo sabe que los objetos caen debido a la gravedad. Se sabía incluso antes de la época de Isaac Newton.

Contrariamente a la creencia popular, Newton no descubrió la gravedad, lo que descubrió fue su carácter universal: que la misma fuerza que hace caer una manzana madura mantiene a la luna en su órbita, y que, de manera análoga, la luna y la tierra giran alrededor del sol debido a la gravedad. Y el sol, parte de un cúmulo de estrellas, da vueltas alrededor de nuestra galaxia, la vía láctea. Tanto la fuerza gravitatoria como la fuerza eléctrica actúan a distancia. Es decir, hay fuerzas aún cuando los cuerpos no estén en contacto.

En el caso de las fuerzas eléctricas según Faraday, a partir de cada carga y atravesando el espacio, se extiende un campo eléctrico.

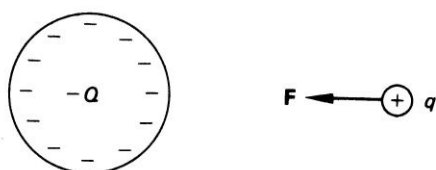
Si alguna vez has jugado con limaduras de hierro y un imán estás familiarizado con los campos magnéticos. El campo magnético es un campo de fuerza que rodea un imán. Unas limaduras de hierro alrededor de un imán revelan la forma de su campo de fuerza. El patrón que forman las limaduras muestra la intensidad y la dirección del campo magnético en distintos puntos del espacio que rodea al imán. El campo es más intenso en los puntos en que las limaduras están más apiñadas.

Si en las proximidades de un cuerpo cargado, se acerca otro cuerpo cargado, como vimos anteriormente, aparecerán fuerzas de origen eléctrico que pueden ser de atracción o de repulsión, de acuerdo a la naturaleza de sus cargas.

Por lo tanto el espacio que rodea a un cuerpo cargado eléctricamente tiene cierta propiedad que no la tendría si el cuerpo no estuviese cargado. A esta zona de influencia que rodea al cuerpo cargado se lo llama campo eléctrico.

# Capítulo IV: FENÓMENOS ELÉCTRICOS

## Física I



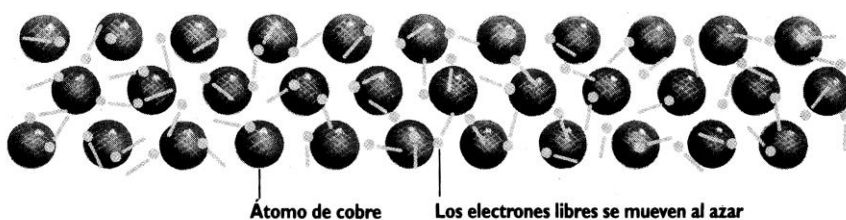
### Actividad N° 4:

Investiga y explica desde el punto de vista microscópico:

- a- Cómo se forman los rayos, qué es un pararrayos y cómo funciona.
- b- Qué es un jaula de Faraday o pantalla electrostática.

### MOVIMIENTO DE LOS ELECTRONES EN UN CONDUCTOR

#### Sin flujo de corriente



#### Flujo de corriente



En un alambre de un material conductor, sus átomos que están distribuidos en una red metálica como la de la figura; tienen la propiedad de que los electrones del último nivel se intercambian entre los átomos a causa de sus vibraciones (los cambios se producen entre electrones de igual energía, no hay saltos cuánticos). Estos electrones se intercambian en cualquier dirección y sentido.



## Física I

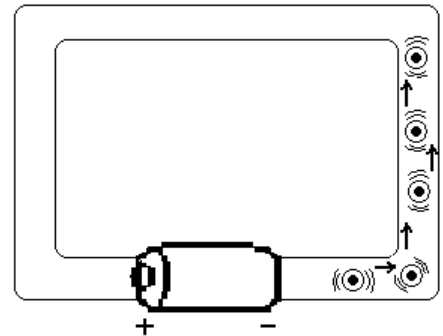
Si conectamos los extremos del alambre de cobre (conductor), a los extremos de una pila y los electrones, ahora, se intercambian en un único sentido; como muestra la figura y a este fenómeno se le llama corriente de electrones.

(No necesariamente los electrones que parten de un extremo del conductor son los mismos que llegan al otro extremo).

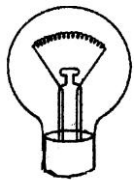
### CIRCUITO ELECTRICO

Llamamos circuito eléctrico elemental al que está formado por un conductor metálico y una fuente de energía. ( pila o batería)

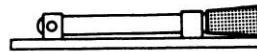
Tengamos en cuenta que llamamos circuito a un camino cerrado por ejemplo una pista de carreras.



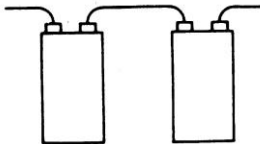
### LISTA DE SIMBOLOS



Lámpara



Interruptor



Batería



Resistor



# Capítulo IV: FENÓMENOS ELÉCTRICOS

---

## Física I

### Actividad N° 5: Trabajo Práctico N° 2:

Título: Construcción de una pila

Objetivos: Fabricar una pila de vegetales y observar su funcionamiento.

Materiales:

Procedimientos:

Observaciones:

Conclusiones:

### Actividad N°6: Trabajo Práctico N°3:

Título: Circuito eléctrico.

Objetivos: a) Armar un circuito eléctrico sencillo.

b) Describir lo observado macroscópicamente.

c) Analizar todos los fenómenos físicos conocidos que se manifiestan cuando se cierra el circuito y explicarlos microscópicamente.

Materiales:

Procedimientos:

Observaciones:

Conclusiones:

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS:

#### EL ATOMO

¿Qué es lo que realmente ocurre durante el proceso de frotamiento, que es el causante del fenómeno de la electrificación?

La teoría atómica de la materia sostiene que todas las sustancias están constituidas por átomos y moléculas.

Cada átomo tiene un núcleo central cargado positivamente, rodeado por una nube de electrones cargados negativamente.

El núcleo consta de cierto número de protones y neutrones y alrededor del mismo, la misma cantidad de electrones que de protones, por lo tanto, el átomo es eléctricamente neutro.

Si por algún motivo un átomo neutro pierde algunos de sus electrones exteriores, el átomo tiene una deficiencia de carga negativa y se dice que está cargado positivamente.

Cuando dos materiales particulares se ponen en contacto íntimo, algunos de sus electrones unidos débilmente pueden transferirse de un material al otro.

“Un objeto que tenga un exceso de electrones está cargado negativamente y un objeto que tenga deficiencia de electrones está cargado positivamente”.



## Física I

### LA PILA

La pila seca básica, es un dispositivo capaz de transformar la energía química en eléctrica. Para ello la pila está formada por:

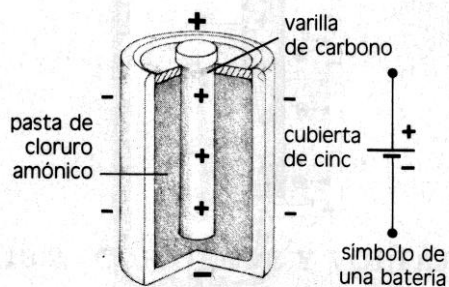
- a- una cápsula exterior metálica de color gris, es de cinc y constituye el polo negativo de la pila.
- b- una barra central de color negro, es de grafito (carbón) y constituye el polo positivo.
- c- una pasta negruzca que ocupa todo el interior, rodeando la barra de grafito. Se trata de una mezcla de sustancias químicas: dióxido de manganeso, cloruro de amonio y agua.

Los polos de la pila reciben el nombre de bornes.

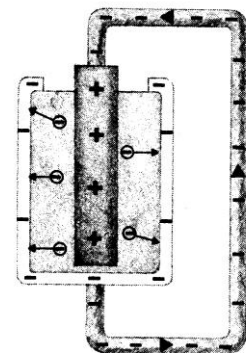
¿Cómo funciona una pila?

En el interior de la pila tiene lugar una reacción química muy especial y en ella se desprenden electrones que se van acumulando en la chapa de cinc ( por eso es el polo negativo).

Pero, para que esta reacción se produzca se necesita un aporte constante de electrones y éstos llegan a través de la barra de carbono ( polo positivo). Los electrones pueden circular por el interior de la pila gracias al cloruro de amonio, que es un electrolito y por lo tanto, conduce la electricidad en presencia de agua.



La pila seca básica.



El flujo de cargas en una pila seca.

Cuando se conectan los dos polos de la pila por el exterior mediante un hilo conductor, los electrones del conductor circulan libremente desde el polo negativo al positivo, produciéndose así una corriente eléctrica. Si se abre el circuito, se impedirá el paso de los electrones y la reacción química se interrumpirá hasta que el circuito vuelva a cerrarse y los electrones puedan llegar de nuevo al polo positivo.

Mientras la pila funciona, los reactivos químicos se van consumiendo; cuando se terminan decimos que la pila se ha gastado.

El sentido de circulación de los electrones no es el mismo en el interior de la pila que en el circuito exterior. Los electrones libres del conductor tenderán espontáneamente a moverse hacia el polo positivo para neutralizar ese defecto de electrones; esto es lo que sucede por el exterior de la pila al cerrar el circuito, en cambio en su interior los electrones van del polo positivo al negativo, cosa que no sucedería nunca sin la existencia de los reactivos químicos.

# Capítulo IV: FENÓMENOS ELÉCTRICOS

## Física I

Cualquier dispositivo que transforma algún tipo de energía ( mecánica, química, etc.) en energía eléctrica se llama fuente ( pila, batería, dínamo, etc.).

### EFEECTO DE PUNTAS

Cuando cargamos una esfera conductora las cargas se distribuyen uniformemente en la superficie, debido a las fuerzas de repulsión entre las mismas ya que éstas son del mismo signo.

Cuando la superficie presenta una punta, las cargas se concentran en dicha punta, por lo tanto se produce un campo eléctrico más intenso, se ionizan las moléculas que rodean la punta ( el aire se vuelve conductor), y se produce una fuga de cargas por la punta, lo que se conoce como efecto de punta.



Las moléculas de aire próximas a la punta (extremo agudo) se ponen en movimiento, dado que los electrones que se liberan de la punta chocan contra las moléculas de aire y las moléculas entre sí, produciéndose el movimiento del aire que se llama “viento eléctrico”.

### UN MODELO PARA LA CONDUCCIÓN ELÉCTRICA

Los materiales conductores están constituidos por una estructura de átomos y electrones libres. Los átomos forman una estructura regular y cada uno de ellos vibra alrededor de una posición de equilibrio. Esta vibración está relacionada con la temperatura y aumenta con ésta. Los electrones libres se mueven al azar entre los átomos teniendo choques circunstanciales. Si se aplica un campo eléctrico entre los extremos del conductor ( se le conecta una pila, por ejemplo), sobre los electrones libres aparecen fuerzas que orientan su movimiento en sentido contrario al campo eléctrico, dando origen a una corriente de electrones o más comúnmente a una corriente eléctrica.

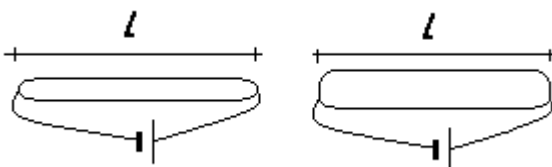
A medida que los electrones se desplazan, se producen choques contra los átomos de la estructura del metal; en cada uno de estos choques los electrones pierden energía que pasa a los átomos incrementando su vibración y consecuentemente la temperatura del conductor.

Estos choques electrón – átomo son los responsables de una propiedad llamada resistividad del metal a temperaturas normales.

La resistividad es una propiedad física de los materiales que se modifica con la variación de temperatura y se encuentra registrada en tablas de valores.

Analizaremos algunos ejemplos utilizando conductores de cobre:

a- Si tenemos dos conductores de igual longitud y distinta sección, y los conectamos a cada uno a una pila :



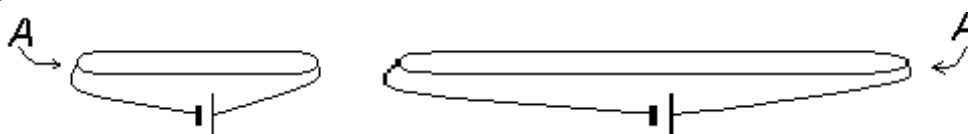


## Física I

\*En el conductor más delgado, microscópicamente tendremos una cantidad de electrones libres que se mueven dentro del conductor orientado por el campo eléctrico generado por la fuente.

\*En el conductor más grueso, ocurre un fenómeno similar al anterior, con la diferencia de que en este último caso disponemos de más átomos y por lo tanto de más electrones libres en cada sección y consecuentemente una mayor corriente de electrones que avanzan serpenteando más cómodamente.

b- Si tenemos dos conductores de la misma sección y distinta longitud y los conectamos a cada uno a una pila:



\*En el conductor más corto, microscópicamente tendremos una cantidad de electrones libres que se mueven dentro del conductor orientados en el campo eléctrico generado por la fuente.

\*En el conductor más largo, ocurre un fenómeno similar al anterior, con la diferencia de que los electrones deben serpentear por un camino más largo, experimentando más choques que en el caso anterior.

Por lo tanto, a esta característica, que está relacionada con las dimensiones del conductor, para un mismo material ( en este caso el cobre), se la llama resistencia eléctrica del conductor.

De acuerdo a los ejemplos recién analizados, podemos concluir: que al aumentar la sección la resistencia del conductor disminuye (menor dificultad de los electrones para desplazarse); y al aumentar la longitud, la resistencia aumenta ( mayor dificultad de los electrones para desplazarse). Todos estos ejemplos fueron analizados a una determinada temperatura; pero como mencionamos anteriormente, al aumentar la temperatura, la resistividad también aumenta y por lo tanto la resistencia del conductor.

La resistencia eléctrica es una propiedad del conductor, ya que depende de sus dimensiones y del material con que esté construido.

Toda clase de aparatos eléctricos, incluidos los cables que los conectan presentan resistencia. Aún así existen materiales específicos denominados resistores, que son elementos de los circuitos cuya función es introducir una resistencia de valor conocido. Los resistores son esos pequeños cilindros, cuyos valores están codificados por franjas de colores y que en su interior suelen ser de grafito.

La inclusión de los resistores en un circuito cumple con la finalidad de retardar el camino de los electrones, o sea de disminuir la corriente eléctrica.

En un conductor los electrones serpentean avanzando muy lentamente por el cable; entonces podríamos preguntarnos: ¿cómo pueden los teléfonos transmitir señales eléctricas con una rapidez próxima a la de la luz? La respuesta es muy sencilla: el electrón que empujamos en Rosario, no es el mismo que llega al receptor de teléfono en Salta; ese electrón inicial tardaría aproximadamente 16 minutos en recorrer el primer metro del viaje, no habría llegado ni a la puerta de salida cuando el mensaje hubiese concluido. La situación es algo parecida a tener un tubo lleno de esferas

# Capítulo IV: FENÓMENOS ELÉCTRICOS

---

## Física I

engrasadas; si se empuja una en un extremo, casi de inmediato se oye golpear otra, en el otro extremo del tubo.

### MATERIALES SEMICONDUCTORES

Los semiconductores son sustancias sólidas no metálicas que conducen la corriente eléctrica en un solo sentido.

El material más empleado actualmente en electrónica es el silicio, para la fabricación de : diodos, transistores, circuitos integrados, etc. Estos materiales, debido a sus características se ubican entre los conductores y los aislantes.

En condiciones normales los semiconductores (germanio y silicio) que tienen cuatro electrones en su órbita más externa, son malos conductores de la electricidad, pero cuando se los calienta, quedan electrones libres que permiten la circulación de la corriente eléctrica. Así cuanto más alta es la temperatura, mayor es la conductividad eléctrica.

### MATERIALES SUPERCONDUCTORES

Son materiales capaces de conducir la electricidad ofreciendo muy poca resistencia a su paso, lo cual se logra disminuyendo considerablemente la temperatura.

Algunos de los materiales superconductores son: el mercurio, el estaño; el plomo; algunos cerámicos, etc.. En general los superconductores sólo superconducen por debajo de cierta temperatura de transición ; en algunos 20 k, en otros 0,1 k, etc.

La disminución de la temperatura aumenta la conductividad de estos materiales, porque se reduce la energía cinética de sus moléculas. Así el fenómeno de la superconductividad se logra sumergiendo estos materiales en helio, nitrógeno, o aire líquidos; en estos casos la poca movilidad de las moléculas facilita el desplazamiento de los electrones a través de los átomos reduciendo notoriamente la resistencia.

En general los superconductores se utilizan en grandes electroimanes, en centrales generadoras de energía, en potentes motores y en transportes terrestres de gran velocidad.