

Electricidad

¿Qué es la Electricidad?

La electricidad es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas. Se manifiesta en una gran variedad de fenómenos como los rayos, la electricidad estática, la inducción electromagnética o el flujo de corriente eléctrica. La electricidad es una forma de energía tan versátil que tiene un sinnúmero de aplicaciones, por ejemplo: transporte, climatización, iluminación y computación.

La electricidad se manifiesta mediante varios fenómenos y propiedades físicas:

- **Carga eléctrica:** es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas.
- **Corriente eléctrica:** un flujo o desplazamiento de partículas cargadas eléctricamente por un material conductor; se mide en amperios (A).
- **Campo eléctrico:** un tipo de campo electromagnético producido por una carga eléctrica incluso cuando no se está moviendo. El campo eléctrico produce una fuerza en toda otra carga, menor cuanto mayor sea la distancia que separa las dos cargas. Además las cargas en movimiento producen campos magnéticos.
- **Potencial eléctrico:** es la capacidad que tiene un campo eléctrico de realizar trabajo; se mide en voltios (V).
- **Magnetismo:** La corriente eléctrica produce campos magnéticos, y los campos magnéticos variables en el tiempo generan corriente eléctrica.

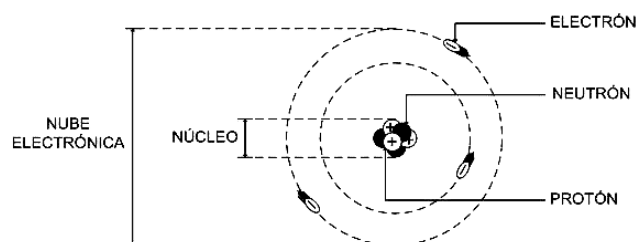
Los fenómenos de electricidad se pueden clasificar en dos tipos principalmente: electricidad estática y corriente eléctrica. La electricidad estática consiste básicamente en el comportamiento de las cargas eléctricas cuando están descansando (la diferencia neta de sus cargas). Al movimiento de electrones en materiales conductores en una dirección específica se le conoce como “corriente eléctrica.”

El descubrimiento de la atracción y repulsión de elementos al conectarlos con materiales eléctricos se atribuye a Stephen Gray. El primero en proponer la existencia de dos tipos de carga es Charles du Fay, aunque fue Benjamin Franklin quién al estudiar estos fenómenos descubrió como la electricidad de los cuerpos, después de ser frotados, se distribuía en ciertos lugares donde había más atracción; por eso los denominó positivo y negativo.

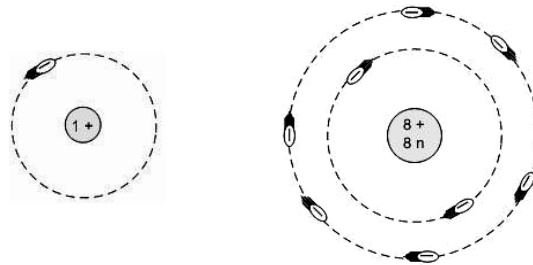
Sin embargo, fue solo hacia mediados del siglo XIX cuando estas observaciones fueron planteadas formalmente, gracias a los experimentos sobre la electrólisis que realizó Michael Faraday, hacia 1833, y que le permitieron descubrir la relación entre la electricidad y la materia; acompañado de la completa descripción de los fenómenos electromagnéticos por James Clerk Maxwell. Posteriormente, los trabajos de Joseph John Thomson al descubrir el electrón y de Robert Millikan al medir su carga, fueron de gran ayuda para conocer la naturaleza discreta de la carga.

Teoría atómica

Todos los cuerpos del Universo están formados por materia, ya sean estos sólidos, líquidos o gaseosos. Por ejemplo, una barra de acero, un trozo de madera, un litro de agua, el aire que respiramos, etc. El átomo es la porción más pequeña en que se puede dividir la materia conservando sus propiedades como elemento químico. A su vez, los átomos están compuestos por ciertas partículas subatómicas (electrones, protones y neutrones). La parte central del átomo se denomina “núcleo atómico” y las partículas que se encuentran en esta zona se llaman “nucleones”. Los nucleones fundamentales son el protón (carga positiva) y el neutrón (carga neutra). La región que rodea al núcleo atómico se denomina “nube electrónica” o “envoltura electrónica” y contiene de manera exclusiva a los electrones (carga negativa).



El átomo más simple que existe es el átomo de hidrógeno (H), el cual está compuesto por un protón y un electrón. Existen otros elementos cuyos átomos contienen más partículas. Por ejemplo, el átomo de oxígeno (O) tiene ocho protones, ocho neutrones y ocho electrones.



Átomo de hidrógeno y átomo de oxígeno

Cargas positivas y negativas

Los átomos usualmente presentan igual cantidad de protones y electrones, en este caso decimos que se trata de un átomo eléctricamente neutro. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias un átomo puede ganar o perder uno o más electrones. Cuando un átomo gana uno o más electrones (exceso de electrones) queda cargado negativamente y cuando un átomo pierde uno o más electrones (exceso de protones) queda con carga eléctrica positiva.

Por tanto existen dos tipos de cargas eléctricas: positivas y negativas. Las cargas eléctricas del mismo signo se repelen y las cargas eléctricas de signo contrario se atraen.

Medición de la carga eléctrica

Cuando un cuerpo está electrizado posee un exceso de protones (carga positiva), o bien, un exceso de electrones (carga negativa). Por ese motivo, el valor de la carga de un cuerpo, representada por Q , se puede medir por el número de electrones que el cuerpo pierde o gana. Pero esta forma de expresar el valor de la carga no resulta práctica, pues se sabe que en un proceso común de electrización el cuerpo pierde o gana un número muy elevado de electrones. De este modo, los valores de Q estarían expresados por números sumamente grandes.

En la práctica se procura utilizar una unidad de carga más adecuada. En el Sistema Internacional de unidades (SI), la unidad de carga eléctrica es el Coulomb (símbolo C). Cuando decimos que un cuerpo posee una carga de 1 C, ello significa que perdió o ganó $6,25 \times 10^{18}$ electrones (seis trillones doscientos cincuenta mil billones de electrones).

Generalmente se suele trabajar con cargas eléctricas mucho menores que 1 C. En este caso, es costumbre expresar los valores de las cargas de los cuerpos electrizados mediante submúltiplos, en milicoulombs ($1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$) o bien en microcoulombs ($1 \text{ } \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$). La unidad de carga más pequeña conocida en la naturaleza es la carga del electrón, su valor es $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Conductores y aislantes

Cuando varios átomos se reúnen para formar ciertos sólidos, como los metales por ejemplo, los electrones de las órbitas más alejadas del núcleo no permanecen unidos a sus respectivos átomos, y adquieren libertad de movimiento en el interior del sólido. Estas partículas se denominan electrones libres. Por tanto, en materiales que poseen electrones libres es posible que la carga eléctrica sea transportada por medio de ellos, y por lo tanto, decimos que estas sustancias son “**conductores eléctricos**”. Por otro lado, existen situaciones de conducción no metálica (por ejemplo en algunos baños químicos) en las que las cargas son conducidas a través de un líquido en solución (electrolito).

Al contrario de los conductores eléctricos, existen materiales en los cuales los electrones están firmemente unidos a sus respectivos átomos; es decir, estas sustancias no poseen electrones libres. Por tanto, no será posible el desplazamiento de carga eléctrica libre a través de estos cuerpos, los que se denominan “**aislantes eléctricos**” o “**dieléctricos**”. La porcelana, el caucho (hule), la mica, el plástico, la madera, el vidrio, etc., son ejemplos típicos de sustancias aislantes.

Diferencias entre electricidad estática y dinámica

La *electricidad estática* contiene electrones estáticos o en reposo y se da cuando los electrones se acumulan en un punto determinado de un material. Cuando un cuerpo adquiere una carga, ya sea positiva en el caso que pierde electrones o negativa en el caso que los gane, afecta a los demás cuerpos que se encuentran alrededor atrayéndolos o repeliéndolos; este efecto dependerá de la carga del cuerpo: cargas iguales se repelen y cargas diferentes se atraen. Si un cuerpo está cargado (tiene exceso de electrones), debe volver a su estado de equilibrio, y esto lo logra descargándose, es decir, pasa el exceso de electrones a otro cuerpo, a través del desprendimiento de energía, en forma mecánica o por chispas.

El término dinámico significa ‘movimiento’; cuando hablamos de *electricidad dinámica*, nos referimos a los electrones en movimiento. Para que la electricidad sea realmente útil, debe encontrarse en movimiento, y la fuente que genere este tipo de electricidad debe tener sus cargas eléctricas en constante renovación. De esta forma, la electricidad será realmente útil y podremos aplicarla en diferentes ámbitos, por ejemplo, encender una lámpara, un televisor, un celular, etcétera.

Electrostática

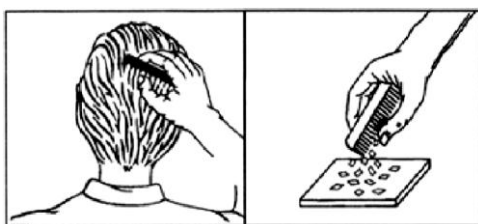
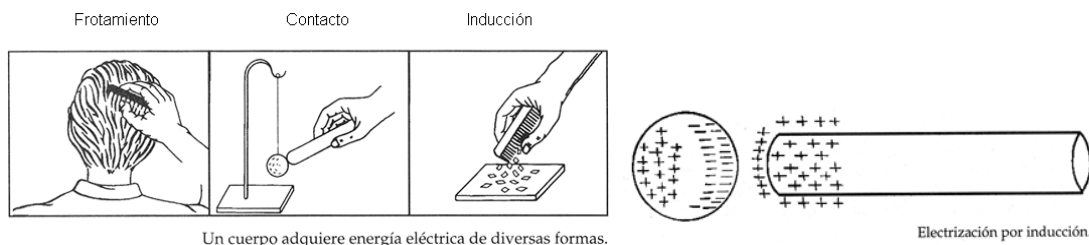
A todos nos ha pasado que, en ocasiones, cuando tocamos a una persona o algún objeto, este nos produce chispas, es decir se descarga; esto sucede porque esa persona u objeto estaban cargados estáticamente. El proceso por el cual un cuerpo adquiere carga se llama *electrización*.

Se denomina electrización al efecto de ganar o perder cargas eléctricas, normalmente electrones, producido por un cuerpo eléctricamente neutro. Se puede producir por uno o más de los siguientes métodos:

Por frotamiento: Al frotar dos cuerpos eléctricamente neutros (número de electrones igual al número de protones), ambos se cargan, uno con carga positiva y el otro con carga negativa.

Por contacto: Se puede cargar un cuerpo neutro con solo tocarlo con otro previamente cargado. Ambos quedan con el mismo tipo de carga, es decir, si se toca un cuerpo neutro con otro con carga positiva, el primero debe quedar con carga positiva.

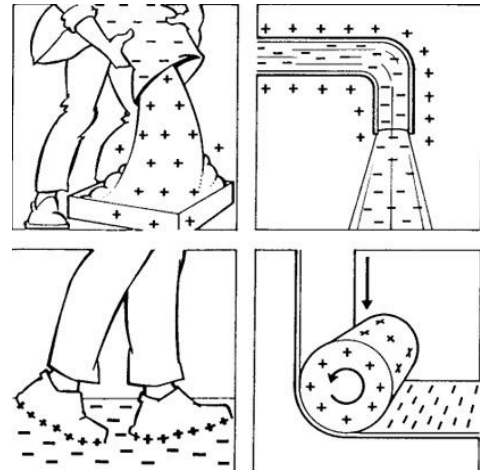
Por inducción: Se puede cargar un cuerpo neutro acercando otro cargado sin llegar a tocarlo. Las cargas del mismo signo son rechazadas al otro extremo del objeto y las de signo diferente se acercan al objeto cargado.



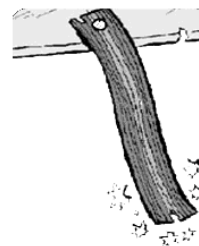
El peine cargado electrostáticamente con defecto de electrones después de habernos peinado con el mismo atrae a los papelitos restableciéndose, de esa forma, el equilibrio electrónico de los átomos que lo componen (los papeles le ceden a éste los electrones que perdieron al pasárnoslo por el pelo).

Las máquinas fotocopiadoras e impresoras láser hacen uso de la carga eléctrica estática. Su principio de funcionamiento se basa en que un rayo de luz ilumina la imagen o texto por medio de un proceso de escaneo y la transfieren a un tambor fotosensible como carga estática. El polvo de impresión o toner, que posee características magnéticas, al pasar al tambor se adhiere a las partes sensibilizadas por el rayo de luz. A continuación cuando el papel pasa por el tambor fotosensible, el polvo del toner se desprende y se adhiere a su superficie, transfiriendo así todo el contenido del tambor. Para que el polvo del toner no se desprenda del papel antes de salir de la fotocopiadora o impresora, se hace pasar por un rodillo caliente que se encarga de fijarlo.

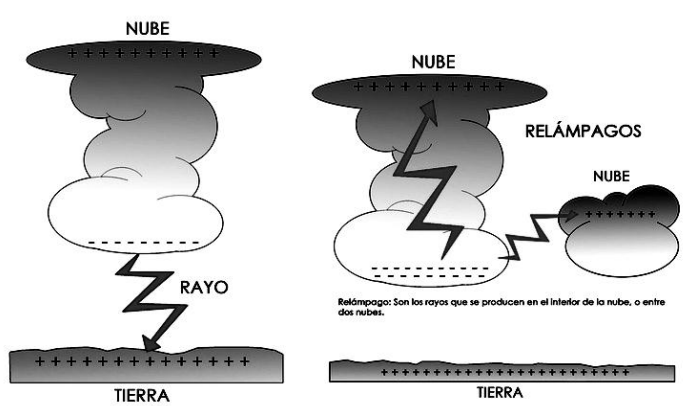
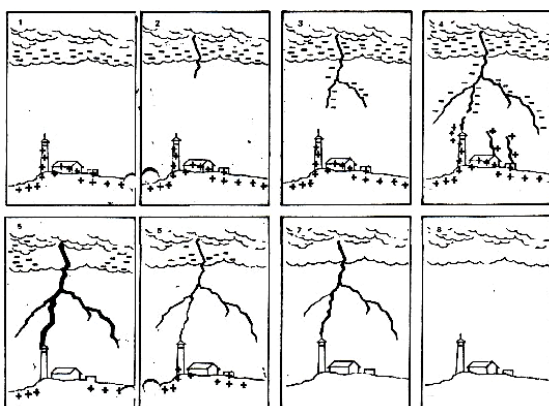
En electrónica, la electricidad estática puede causar daños a los componentes, por lo que los operarios han de tomar medidas para descargar la electricidad estática que pudieran haber adquirido. Esto puede ocurrir a una persona por frotamiento de las suelas de los zapatos (de materiales como la goma) contra suelos de tela o alfombras, o por frotamiento de su vestimenta contra una silla de plástico. Las tensiones generadas así serán más altas en los días con baja humedad relativa ambiente. Hoy las alfombras y las sillas se hacen con materiales que generen poca electricidad por frotamiento. En los talleres de reparación o en fábricas de artefactos electrónicos se tiene el cuidado de evitar la generación o de descargar estas cargas electrostáticas. Se piensa que la explosión en 2003 de un cohete en el Centro de Lanzamiento de Alcántara en Brasil, que mató a 21 personas, se debió a chispas originadas por electricidad estática.



Como ya lo dijimos, cuando cargamos un material lo que en realidad estamos haciendo es pasar electrones libres de un átomo a otro, y la forma más sencilla de realizarlo es por frotamiento. Algunas veces la acumulación de cargas resulta peligrosa, por ejemplo, en los camiones que transportan gas, porque el movimiento del camión hace que el aire roce en él, es decir, el aire le pasa electrones al camión por medio de fricción y lo carga electrostáticamente por lo que cualquier chispa podría provocar una explosión. Por esa razón, estos vehículos llevan arrastrando un dispositivo en la parte inferior, así el exceso de electrones se descarga a tierra. En algunos países, a este dispositivo se lo conoce como colita rutera y consiste en una tira de goma con un alambre de acero en su interior que asoma por ambos extremos.



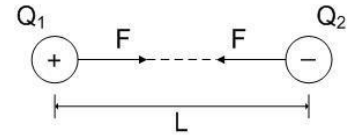
No necesariamente debe existir contacto directo entre dos materiales para que estos se descarguen; muchas veces, cuando un cuerpo se encuentra muy cargado, los electrones saltan de un material a otro produciendo un arco eléctrico entre ellos. Un ejemplo son las nubes que, al frotarse con las moléculas de aire, adquieren carga eléctrica. Cuando una nube se encuentra completamente ionizada o cargada negativamente, se establece un canal o conducto natural que es capaz de atraer iones cargados negativamente desde la nube hasta la tierra y, por lo tanto, buscarán una salida para este exceso de electrones, entonces, se produce lo que conocemos como rayos. Los rayos transportan gran energía y pueden llegar a ser muy peligrosos si no se les proporciona una ruta más corta a tierra, por ello se hace uso de los pararrayos que son muy efectivos para dar esta salida.



Ley de Coulomb

Ley de Coulomb describe la relación entre fuerza, carga y distancia. La ley de Coulomb es válida únicamente para objetos cargados cuyas dimensiones sean pequeñas comparadas con la distancia que las separa. Esto se expresa diciendo que dicha ley es válida para cargas puntuales, es decir, cargas eléctricas que se suponen concentradas en un punto.

Consideremos dos cuerpos electrizados con cargas Q_1 y Q_2 (en Coulomb), separados una distancia L (en metros) y situadas en el vacío, tal como se muestra en la figura.



Las dimensiones de dichos cuerpos deben ser muy pequeñas (cargas puntuales). La ley de Coulomb establece que estas cargas se atraen o repelen mediante una fuerza eléctrica F , la cual es disminuye proporcionalmente al cuadrado de la distancia que separa las cargas y aumenta proporcionalmente

al producto del valor de la carga eléctrica de los objetos cargados (Q_1 y Q_2). Matemáticamente la ley de Coulomb está dada por:

$$F = k_0 \frac{Q_1 \cdot Q_2}{L^2}$$

Donde k_0 es la constante electrostática del vacío que en el sistema internacional de medidas su valor es $9.0 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$.

Si se toma en cuenta el medio material que se encuentra entre las cargas (por ejemplo agua, aire, aceite, etc.), se observa que el valor de la fuerza de interacción entre ellas se modifica según la capacidad de conducir la electricidad que tenga dicho material. Cuanto mayor sea este valor, mayor será el efecto aislante del material y menor la fuerza de atracción entre las cargas. Este factor de reducción se denomina “*constante dieléctrica del medio*”, y se representa por la letra K . Luego la fuerza de interacción entre las cargas es:

$$F = \frac{k_0}{K} \frac{Q_1 Q_2}{L^2}$$

Material Dieléctrico	K
Vacío	1,0
Aire	1,00054
Teflón	2,1
Polietileno	2,25
Benceno	2,28
PET	3,1
SiO ₂	3,9
Papel	4 - 6
Al ₂ O ₃	5,9
TiO ₃	100
PMN [Pb(Mg1/3 Nb2/3)O3]	10000

Observar que la fuerza entre dos cargas prácticamente no se altera cuando pasan del vacío al aire.

Aplicaciones en los calzados de seguridad

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los zapatos de seguridad se fabrican según tres normas.

- **Calzado Conductor:** El calzado conductivo, sin embargo, está hecho de materiales que permiten el flujo de la electricidad con una resistencia relativamente menor. La resistencia se mide en unidades de ohms (Ω). El calzado conductivo tendrá una resistencia de 0 a 500.000 Ω , lo que significa que los zapatos conducen la electricidad inmediatamente de la persona que los utiliza al piso, asumiendo que el piso también es conductivo. De esta manera se evita que el calzado acumule cargas electrostáticas que podrían descargarse en una chispa. La chispa de una persona tiene suficiente energía como para incendiar muchos solventes comunes y explosivos. Por esta razón, los trabajadores que utilizan estos materiales regularmente utilizan zapatos consultivos. Estos zapatos drenan rápidamente cualquier carga eléctrica que los trabajadores pudieran acumular en sus cuerpos, reduciendo el peligro de una ignición accidental de los materiales peligrosos.
- **Calzado Antiestático:** Los zapatos de disipación estática están construidos muy parecidos a los zapatos consecutivos. Los materiales con los que están hechos permiten que la carga eléctrica "drene" que los utiliza sobre una superficie del piso conductiva. La diferencia con estos zapatos es que tienen un mayor nivel de resistencia al flujo eléctrico (entre 1 millón y 100 millones de Ω). Este factor significa que la carga se moverá más lentamente desde la persona. Este proceso es una característica de seguridad vital cuando hay posibilidad de que los trabajadores estén trabajando cerca de alto voltaje,

donde podría ser peligroso que el calzado permitiera que la corriente pasara rápidamente a través de una persona.

Los zapatos de disipación estática se utilizan principalmente en la industria que tienen que proteger los artículos que fabrican de las chispas provocadas por los humanos. La chispa dada por una persona puede dañar los electrónicos sofisticados, como las computadoras. El calzado de disipación estática permite a los trabajadores liberar lentamente cualquier carga de sus cuerpos para que no dañe los artículos que están manejando. Al mismo tiempo, estos zapatos tienen suficiente resistencia como para reducir el peligro de electrocutarse para alguien que accidentalmente toque un cable en vivo.

- Calzado eléctricamente aislante: protege frente al paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano (para tensiones inferiores a 1000 V). Este tipo de botas de seguridad tiene el principal objetivo de proteger al trabajador ante el riesgo de descargas eléctricas. Entre sus puntos fuertes destaca su gran resistencia óhmica. Debemos tener presente el hecho de que, ante un accidente eléctrico, lo que daña el cuerpo no es la tensión sino la intensidad de corriente que a través de él.