

## TÍTULO: *Corriente eléctrica.*

### OBJETIVOS:

- Explicar la idea de corriente eléctrica como movimiento de cargas.
- Estudiar la relación entre intensidad de corriente, campo y potencial eléctrico.
- Estudiar la resistencia al paso de la corriente eléctrica y la disipación de energía a la que da lugar.

### DESARROLLO CONCEPTUAL

#### DEFINICIONES:

Una **corriente eléctrica** es un movimiento de cargas eléctricas. La **intensidad de la corriente** que atraviesa un área dada es la carga total que atraviesa dicha área por unidad de tiempo.

En la mayoría de los conductores, la velocidad que adquieren las cargas eléctricas sometidas a un campo eléctrico uniforme es proporcional a la intensidad del campo. Este resultado se conoce como **ley de Ohm**.

La razón entre la diferencia de potencial entre los extremos de un conductor y la intensidad de la corriente que circula por el mismo es la **resistencia** del conductor. Esta resistencia depende del material y de la forma del conductor: es directamente proporcional a una característica del material (llamada resistividad) y a la longitud del conductor, e inversamente proporcional a su sección.

La resistencia al movimiento de las cargas en un conductor hace que la energía que toman las cargas del campo eléctrico no se transforme en energía cinética sino que se disipe en forma de calor. Esto se conoce como **efecto Joule**.

### FORMULACIÓN SIMPLE DEL PROBLEMA

Una carga eléctrica  $q$  sometida a un [campo eléctrico](#)  $\vec{E}$  experimenta una fuerza  $\vec{F}_e = q\vec{E}$  y, por lo tanto, tiende a ponerse en movimiento. Si en una región hay muchas cargas eléctricas, todas ellas se pondrán en movimiento y darán lugar a una corriente eléctrica. A la carga total que atraviesa un área dada por unidad de tiempo se le llama **intensidad** de la corriente :  $I = \Delta Q / \Delta t$ . La unidad de intensidad de corriente es así el culombio/segundo, que recibe el nombre de **amperio** y se representa por A.

Si una carga se mueve en el espacio vacío, adquirirá una aceleración  $\vec{a} = (q/m)\vec{E}$ . Sin embargo, si la carga se mueve en un medio material, sobre ella actúa también una fuerza de resistencia que se opone al movimiento. En la mayoría de los casos la fuerza de resistencia es proporcional a la velocidad de la carga. Se llega así a una situación de equilibrio en la que la carga se mueve a una velocidad constante que es proporcional al campo eléctrico. Por lo tanto, en un tiempo  $\Delta t$  la carga se mueve una distancia  $v\Delta t$  que es también proporcional a  $E$ . Si hay muchas y diversas cargas, la carga eléctrica total que en un tiempo  $\Delta t$  atraviesa una sección de área  $S$  será proporcional a  $S$  y al campo eléctrico  $E$ ; es decir  $\Delta Q = \sigma SE\Delta t$ , y así la intensidad de corriente es  $I = \Delta Q / \Delta t = \sigma SE$ . En definitiva, la intensidad de corriente es proporcional al campo eléctrico aplicado: esto se conoce como **ley de Ohm**.

La constante  $\sigma$  se denomina **conductividad** eléctrica del material; depende del tipo y número de cargas eléctricas (por unidad de volumen) dentro del material y de la resistencia que el material opone al movimiento de las cargas. Su recíproca  $\rho = 1/\sigma$  se denomina **resistividad**. Los materiales con un valor de  $\sigma$  alto se llaman **conductores**. Los materiales con una  $\sigma$  muy baja (prácticamente nula) se llaman **aislantes**.

Si un conductor rectilíneo de longitud  $l$  y sección  $S$  está sometido a un campo eléctrico  $E$  constante, la diferencia de potencial entre sus extremos es  $\Delta V = El$ , y entonces la intensidad que circula por el conductor es  $I = \sigma S \Delta V / l$ . A la cantidad  $R = l / \sigma S = \rho l / S$  se le llama **resistencia eléctrica** del conductor. La ley de Ohm puede escribirse entonces como  $I = \Delta V / R$ . La unidad de resistencia es el **ohmio** o voltio/amperio, y se representa por la letra griega  $\Omega$ .

El hecho de que cada carga se mueva con velocidad constante quiere decir que la fuerza de resistencia que opone el medio tiene el mismo valor (aunque sentido contrario) que la fuerza  $F_e = qE$  que ejerce el campo eléctrico sobre la carga. En un tiempo  $\Delta t$  la carga se desplaza una distancia  $v\Delta t$ , y el trabajo que realiza la fuerza de rozamiento sobre la carga es  $W = -F_e v\Delta t = -qEv\Delta t$ . Y puesto que  $v$  es proporcional a  $E$ , el trabajo es proporcional a  $E^2$ , que, como hemos visto antes, es igual a  $(I/\sigma S)^2$ . Por otra parte, el número de cargas en un conductor es proporcional a su volumen, es decir, a  $Sl$ , y es también proporcional a  $\sigma$ . Puede demostrarse entonces que el trabajo realizado en un tiempo  $\Delta t$  sobre *todas* las cargas en movimiento en el conductor es

$$W_T = -I^2 R \Delta t$$

Este trabajo negativo neutraliza el trabajo realizado por el campo sobre las cargas. Así, el trabajo realizado por el campo no se traduce en un aumento de la energía cinética de las cargas (ver [trabajo y energía](#)), sino que se disipa en forma de [calor](#). La potencia disipada entonces  $P = I^2 R = (\Delta V)^2 / R$ .

Si un conductor se bifurca en dos ramas, parte de las cargas seguirán una rama y la otra parte seguirá la otra. Pero puesto que las cargas eléctricas se conservan, la intensidad de corriente que llega al punto de bifurcación será igual a la suma de las intensidades que siguen cada rama. Lo mismo es válido, por supuesto, para cualquier número de ramas, o si varias ramas se juntan en una.

## EJEMPLO

### ENUNCIADO

Se dice que dos conductores están en paralelo si tienen sus dos extremos comunes. Si entre dichos extremos comunes hay una diferencia de potencial  $\Delta V$  y las resistencias de los conductores son  $R_1$  y  $R_2$ , calcular la resistencia de un único conductor que sometido a la misma diferencia de potencial disipa la misma energía.

### RESOLUCIÓN

La potencia disipada en el primer conductor es  $(\Delta V)^2 / R_1$  y la disipada en el segundo  $(\Delta V)^2 / R_2$ . La potencia total disipada es

$$(\Delta V)^2 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

La potencia disipada por un único conductor de resistencia  $R_T$  es  $(\Delta V)^2 / R_T$ . Ambas potencias disipadas serán iguales si

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \Rightarrow \quad R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Es también fácil ver que la intensidad de corriente que circula por el conductor único es

$$I_T = \frac{\Delta V}{R_T} = \Delta V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = I_1 + I_2$$

que es la suma de las intensidades que circulan por cada uno de los conductores en paralelo.

## EJERCICIO DE AUTOCOMPROBACIÓN

### ENUNCIADO

Un hornillo consiste en un conductor con una resistencia de  $1000 \Omega$ . ¿Cuánto tiempo hay que tenerlo conectado a una diferencia de potencial de  $220 \text{ V}$  para generar una energía calorífica de  $500$  calorías? (Recuerde que  $1 \text{ caloría} = 4,18 \text{ julios}$ ).

### RESULTADO

43,18 segundos

## REFERENCIAS:

- P. A. Tipler y G. Mosca, *Física para la Ciencia y la Tecnología*, 5ª Edición, Editorial Reverté, 2005.

## AUTOR:

- Javier García Sanz