



# PRÓLOGO

---

Atiendo con sumo gusto la petición que me efectúa el autor del libro que tiene en sus manos y agradezco que haya pensado en mí para escribir este breve prólogo.

Tengo, así mismo, que felicitar a su autor, David Arboledas Brihuega, que con un enfoque serio, nos ofrece un manual muy completo sobre los conceptos generales de electricidad. Éste se ha realizado de forma que quienes acudan a sus fuentes, se sientan capaces de adquirir los conocimientos prioritarios y necesarios para comprender y afrontar los pequeños problemas que puedan irle surgiendo, ya sea en su condición de estudiante, bien como usuario doméstico, e incluso construyendo y favoreciendo su futuro tránsito a la vida activa.

Los contenidos abordados se estructuran con continuidad, de tal forma que pueden ir adquiriéndose de manera autónoma y acumulativa, y contribuir con rotundidad al desarrollo de estrategias de trabajo personal para afianzar la iniciativa individual. De este modo se permite la tan deseable capacidad de “aprender a aprender” y aporta, por otra parte, complementos a los contenidos de áreas que posibilitan el aprendizaje de conocimientos técnico-científicos de distinta naturaleza donde, sin duda, la electricidad forma parte de uno de sus principales núcleos, como no podría ser de otra forma, en una sociedad como la actual, absolutamente dependiente de la misma.

Este libro que he tenido el honor de prologar, aborda, de forma clara, evolutiva y amena buena parte de los aspectos básicos relacionados con la electricidad; y es clásico en su estructura, pues no duda en situar los aspectos conceptuales como el punto fundamental de todo aprendizaje. Se trata de una obra útil, incluso casi necesaria, si pienso en estudiantes. Su autor, David Arboledas, con quien he tenido la ocasión de compartir trabajo varios años, es un gran conocedor de la materia y un buen comunicador, por lo que estoy convencido de que el lector encontrará este trabajo interesante, ameno y didáctico.

José Lista Rubianes  
Ingeniero de telecomunicaciones

# TEORÍA ATÓMICA Y ELECTRICIDAD

---

## 1.1 ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?

La **electricidad**, del griego *elektron* –ámbar–, es un fenómeno físico que presenta su origen en las cargas eléctricas y que se manifiesta en fenómenos térmicos (estufas, hornos), mecánicos (motores eléctricos), luminosos (luz) y químicos (cargadores de pilas, electrolisis), entre otros. La electricidad se puede observar en la Naturaleza en los relámpagos y es necesaria para el funcionamiento de nuestro sistema nervioso. Está presente en cualquier aspecto de nuestra vida; desde los más pequeños dispositivos electrónicos, como un MP4 o un móvil, hasta los potentes trenes de alta velocidad.

Desde el siglo pasado la electricidad no se había empleado de un modo tan amplio como se hace a día de hoy. La importancia que tiene actualmente en nuestras vidas es tan evidente que no hay manera de medirla de una forma sencilla o que resulte evidente.

No podemos encontrar en el planeta una ciudad, por pequeña que sea, que no requiera una gran cantidad de electricidad en su día a día. Son tantas y tantas las cosas que funcionan con corriente eléctrica que no podríamos mencionar todas ellas.

No sólo la electricidad puede transformarse en otras formas de energía, como las comentadas anteriormente, sino que puede transportarse

económicamente a grandes distancias para emplearla allí donde sea necesaria: ciudades, núcleos rurales, centros industriales, etc.

Año a año el consumo mundial de energía eléctrica crece sin freno, por lo que hemos de aprender a obtener la misma de la forma menos contaminante posible y, por tanto, más saludable para nuestro medio ambiente. La electricidad, como tal, es una fuente limpia, pero su producción puede llegar a ser realmente contaminante.

Si poseemos los conocimientos adecuados de las leyes del electromagnetismo y sabemos, así mismo, los diferentes modos de obtener electricidad y poner de manifiesto sus efectos magnéticos, mecánicos o químicos; resultará bastante sencillo aplicar la misma a cualquier proyecto tecnológico que la mente del hombre sea capaz de imaginar.

También podemos hablar de **electricidad** refiriéndonos a la rama de la Física que estudia las leyes que rigen este fenómeno físico; así como también a la parte de la tecnología que la usa en aplicaciones prácticas.

## 1.2 LA MATERIA

La materia se ha definido tradicionalmente como todo lo que existe en el Universo y que ocupa un lugar en el espacio. Así que es materia todo lo que podemos ver y tocar, e incluso aquello que no podemos ver a simple vista pero que sí sabemos que existe, como los virus o los átomos. La materia no sólo estará en un lugar en el espacio, también tendrá una masa y llevará asociada una energía.

La materia está formada por moléculas, como en el agua ( $H_2O$ ); o átomos, como en el diamante (C) o en el aluminio (Al) y, que precisamente es el **átomo**, del griego *atomon* –sin dividir–, la parte más pequeña de la materia que conserva sus propiedades. Solos o en combinación forman toda la materia del Universo (Figura 1.1).

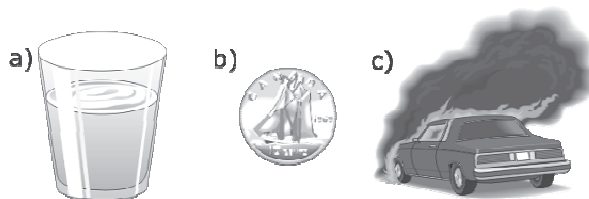


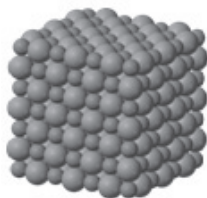
Figura 1.1. Estados de agregación de la materia. a) Estado líquido (bebida). b) Estado sólido (moneda). c) Estado gaseoso (humo)

Dependiendo del tipo de unión que exista entre átomos y moléculas, los cuerpos se pueden presentar en cuatro diferentes estados de agregación.

### 1.2.1 Estado sólido

El estado sólido se caracteriza por tener un volumen y una forma fijos. Son incompresibles, ya que por mucha fuerza que se ejerza sobre ellos su volumen no disminuirá (Figura 1.1.b).

Los átomos y moléculas que forman los sólidos están ordenados en el espacio formando una estructura cristalina, como la sal de mesa (NaCl), con una geometría definida (Figura 1.2).



*Figura 1.2. Estructura cristalina de la sal de mesa, NaCl. Los cationes sodio se empaquetan con los aniones cloruro*

Esto no significa, sin embargo, que los átomos estén en reposo; al contrario, debido a la temperatura se mueven continuamente, pero no tienen libertad para desplazarse, sino tan sólo para vibrar.

### 1.2.2 Estado líquido

El líquido es uno de los cuatro estados de agregación de la materia. Un líquido, como un sólido, es incompresible, de forma que su volumen no cambia apreciablemente; sin embargo, al contrario que el sólido, el líquido no tiene una forma fija, sino que se adapta al recipiente que lo contiene y mantiene siempre una superficie superior horizontal (Figura 1.3).

En este estado de agregación de la materia los átomos o moléculas no están unidos tan fuertemente como en el sólido; por eso tienen más libertad de movimiento y, en lugar de vibrar alrededor de un punto fijo, se pueden trasladar.



Figura 1.3. Los líquidos mantienen siempre su superficie horizontal

### 1.2.3 Estado gaseoso

Si los sólidos tienen un volumen y una forma fijos, y los líquidos un volumen fijo y una forma variable, los gases no tienen ni lo uno ni lo otro (Figura 1.4). Se adaptan al recipiente que los contiene y, además, lo ocupan completamente.



Figura 1.4. Expansión natural de un gas

En un gas las moléculas no están unidas de ninguna forma. Si en el sólido sólo podían vibrar y permanecían *fijas* en un sitio determinado, y en el líquido podían moverse pero sin separarse unas de otras, en el gas las moléculas se mueven y desplazan libremente. El gas está formado por moléculas con mucho espacio vacío entre ellas; espacio vacío por el que se mueven con absoluta libertad. Por eso su volumen no es fijo y se puede comprimir y dilatar. Comprimir simplemente disminuye el espacio vacío en el que se mueven las moléculas del gas, y dilatarlo es aumentar dicho espacio.

## 1.3 LA ESTRUCTURA ATÓMICA

Una vez descubierta la existencia del átomo a finales del siglo XIX, los científicos trataron de contestar a la pregunta de cómo era la estructura de un átomo. Los modelos de **Rutherford** (1911), primero y de **Bohr**, más tarde (1913), explicaron la estructura interna de los átomos. Según esta

visión moderna, en todo átomo distinguimos una parte central, llamada **núcleo**, formada por dos tipos de partículas subatómicas: los **protones** ( $p^+$ ), con carga positiva y los **neutrones** ( $n$ ), sin carga eléctrica. Alrededor del núcleo y describiendo diferentes órbitas giran los **electrones** ( $e^-$ ), con carga negativa. Los electrones son las cargas que participan de forma activa en los procesos eléctricos (Figura 1.5).

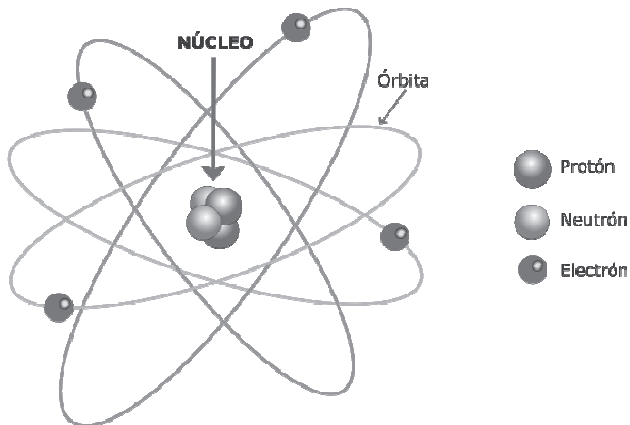


Figura 1.5. Estructura interna de un átomo. Protones, con carga + y neutrones, sin carga, se localizan en el núcleo. Los electrones, con carga -, se distribuyen en órbitas alrededor de aquel

### 1.3.1 Carga eléctrica de los átomos

Los protones y los electrones son las únicas cargas que existen en los átomos. Además, como la materia es eléctricamente neutra, esto significa que ambas cargas deben ser iguales en valor. Efectivamente es así,  $p^+$  y  $e^-$  poseen una carga de  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C. La única diferencia es el signo de ambas; de tal modo que los **campos eléctricos** generados por estas partículas son contrarios y de igual magnitud. Así pues, los átomos son eléctricamente neutros.

Para que se produzcan cambios eléctricos en la materia los átomos deben estar eléctricamente descompensados. Esto puede ocurrir cuando un átomo cualquiera gana o pierde algún electrón. En tal caso decimos que se ha formado un **ion**. Los iones podrán ser entonces de dos tipos:

- **Ion positivo (cati3n):** cuando el átomo tiene más protones que electrones, por haber perdido uno o varios de éstos.



- **Ion negativo (anión):** cuando el átomo posee más electrones que protones, por haber ganado uno o varios electrones.

Como hemos dicho que la materia es eléctricamente neutra, esto significa que en el momento en el que un átomo se desequilibra eléctricamente, para tener de nuevo el mismo número de protones que de electrones, será necesario que el ion positivo, o **cación**, robe un electrón del átomo vecino. De este modo, el átomo al que se le ha quitado el electrón se desestabiliza y adquirirá un electrón de otro átomo vecino y así sucesivamente. De esta forma se crea una cadena de intercambio de  $e^-$  entre los diferentes átomos de un cuerpo con el objetivo de ser eléctricamente neutro. Así pues, podemos afirmar que siempre que exista en la naturaleza una carga positiva atraerá a otra carga negativa, y viceversa. Dicho de otra manera, cargas del mismo signo se repelen y cargas de distinto signo se atraen; lo que constituye una ley básica de la electricidad (Figura 1.6).



Figura 1.6. Fuerzas eléctricas entre las cargas

### 1.3.2 Número atómico (Z)

Los protones de cualquier átomo son idénticos entre sí; por lo que sólo pueden diferenciarse por el número de protones que tiene cada uno en su núcleo. Así, el litio (Li) se diferencia del carbono (C) en que aquél posee  $3p^+$  y éste 6. De este modo, se define el **número atómico** como el número de protones que un átomo posee en su núcleo y que, a su vez, coincidirá con la cantidad de electrones que orbitan alrededor del mismo para un átomo eléctricamente neutro (Figura 1.7).

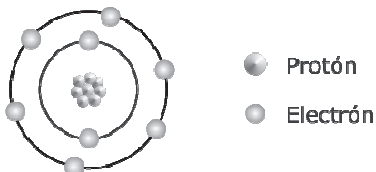


Figura 1.7. Número atómico. Estructura del oxígeno, con  $Z = 8$