

Evolución de los conocimientos sobre los fenómenos eléctricos

Las primeras observaciones sobre la atracción eléctrica se remontan a la Grecia antigua; **Thales de Mileto** (640-546 a.C.) observó que cuando se frotaba el ámbar con piel, adquiría el poder de atraer objetos pequeños tales como plumas, hilos, pelos, etc. **Platón** (427-347 a.C.) se refiere en su diálogo *Timeo* a los "fenómenos sorprendentes de atracción producidos por el ámbar". En la alta Edad Media se sabía que este poder lo compartían otras sustancias: por ejemplo, el azabache, variedad de lignito; el monje inglés **Beda el Venerable** (637-735) destaca que el azabache "atrapa todo lo que se le acerca cuando se calienta por fricción". (Beda sufre aquí una confusión respecto a la causa de la atracción eléctrica, no distinguiendo entre la propia fricción y el calentamiento que se produce).

William Gilbert (1544-1603) descubrió que otras sustancias (el vidrio, el azufre, la cera o las gemas) tenían propiedades similares. Introdujo el término **eléctrico**, como transcripción literal del griego 'elektron', que significa ámbar.

La observación de la atracción eléctrica en tantas sustancias diferentes condujo a la idea de que la electricidad no era una propiedad intrínseca de dichas sustancias, sino una especie de fluido que se transfería al frotar los cuerpos entre sí y se difundía hasta atraer objetos cercanos. Esta opinión se vio respaldada con el descubrimiento de la conducción eléctrica por **Stephen Gray** (1667-1739). Quedaba claro que, fuese lo que fuese la electricidad, podía separarse del cuerpo donde se originaba.

En 1.773 comenzó a trabajar con la electricidad uno de los científicos más versátiles del siglo XVIII: **Charles-François Du Fay** (1698-1739). Pronto observó que los trocitos de metal que habían estado en contacto con una varilla de vidrio electrizada se repelían entre sí, pero atraían trocitos de metal que habían estado en contacto con un trozo de resina electrizada. Du Fay concluyó que existían **dos tipos de electricidad: vítrea y resinosa**. La electricidad vítrea (las cargas positivas, en la terminología actual) aparece sobre el vidrio cuando se frota con seda y la electricidad resinosa (las cargas negativas) aparecen sobre la resina cuando se frota con piel. También se vio que tipos distintos de electricidad se atraen entre sí, mientras que los iguales se repelen.

Gray y Du Fay no escribieron nada donde se considerase a la electricidad como un fluido; la suponían una condición que podía inducirse en la materia. Fue el abate **Jean-Antoine Nollet** (1700-1770) quien interpretó los dos tipos de electricidad de Du Fay específicamente como dos tipos de fluidos eléctricos: uno vítreo y otro resinoso. La teoría de los dos fluidos estaba de acuerdo con todos los experimentos que podían realizarse en el siglo XVIII. Pero la pasión que siente el físico por la simplicidad llevó al planteamiento de la teoría de un solo fluido, propuesta por el naturalista **William Watson** (1715-1787) y elaborada posteriormente por **Benjamin Franklin** (1706-1790).

Franklin comenzó a interesarse por la electricidad a partir de 1.743; de sus experimentos y lucubraciones concluyó que la electricidad consistía en una única clase de fluido, formado por "partículas extremadamente sutiles". Supuso que la materia ordinaria retenía la electricidad como si fuera una "especie de esponja". Al frotar una varilla de vidrio con una tela de seda, algo de la electricidad de la seda se transfería al vidrio, dejando la seda deficitaria; este déficit de electricidad era lo que Du Fay llamaba electricidad resinosa. Análogamente, cuando se frotaba una barra de ámbar con piel, se transfería parte de la electricidad, pero esta vez desde la barra a la piel, dejándola deficitaria de nuevo; el defecto de la electricidad de la barra y el exceso de la piel coincidían, respectivamente, con las electricidades resinosa y vítrea de Du Fay. Al déficit de electricidad lo denominó Franklin

electricidad negativa; al exceso, **electricidad positiva**. Por **carga eléctrica** del cuerpo entendía la cantidad de electricidad, positiva o negativa, del mismo. Estos términos han persistido hasta nuestros días. Franklin introdujo también la hipótesis fundamental de **conservación de la carga**. La electricidad nunca se crea ni se destruye, solamente se transfiere.

Hacia finales del siglo XVIII se conocían la mayoría de las propiedades macroscópicas cualitativas de la fuerza eléctrica y de los materiales comunes. Se habían construido y perfeccionado aparatos para producir y transferir cargas. Faltaba por conocer de qué factores dependía la fuerza de atracción o de repulsión entre los cuerpos cargados. Un amigo de B. Franklin, **Joseph Priestley** (1733-1804), dedujo que la fuerza entre las cargas debía variar proporcionalmente al inverso del cuadrado de la distancia entre ellas. Esta hipótesis fue confirmada por los experimentos del ingeniero militar francés **Charles A. Coulomb** (1736-1806), mediante una balanza de torsión.

En el siglo XIX se vio un crecimiento rápido de los conocimientos sobre electricidad y magnetismo, culminando esta etapa con los grandes experimentos de **Michael Faraday** (1791-1869) y la teoría matemática de **James C. Maxwell** (1831-1879). Fue Faraday el precursor del concepto de campo; sin embargo, nunca imaginó al campo eléctrico como un campo vectorial, tal como lo concebimos hoy, sino que siempre pensó en términos de "líneas de fuerza".

En 1897, el físico inglés **J.J. Thomson** (1856-1940) demostró que todos los materiales contienen partículas que poseen la misma relación carga/masa; ahora sabemos que estas partículas, denominadas **electrones**, son una parte fundamental de la composición de todos los átomos. En 1909, el físico norteamericano **Robert Millikan** (1868-1953) descubrió que la carga eléctrica se presenta siempre en cantidades enteras de una unidad fundamental; es decir, **la carga está cuantizada**. Cualquier carga puede escribirse entonces como $q = Ne$, siendo N un número entero y ' e ' el valor de la unidad fundamental. El electrón tiene carga $-e$ y el protón $+e$. Todas las partículas elementales, o bien carecen de carga, o bien tienen una carga $+e$ ó $-e$.

A partir del modelo atómico de la materia, es muy sencillo justificar la electrización de las sustancias. La neutralidad del átomo ordinario es la consecuencia de un balance exacto entre las cargas positivas del núcleo y las cargas negativas de los electrones extranucleares. Cuando se arranca un electrón de un átomo, éste pierde una carga negativa, es decir, se convierte en un **ion positivo**. Este electrón libre puede asociarse a un átomo neutro y transformarlo en un **ion negativo**. En los sólidos, los átomos superficiales están en reposo, exceptuando las vibraciones térmicas. Sus electrones se mantienen próximos a los núcleos por atracción electrostática, pero en algunas sustancias es posible interferir esta atracción -por ejemplo, por fricción- y arrancar algunos electrones superficiales, dejando una superficie cargada positivamente sobre un material y adquiriendo una carga negativa igualmente intensa en la otra. De esta manera, se pueden explicar todos los hechos experimentales de la electrización por fricción.

Actividad 1

- [a] ¿Cómo se descubrió la existencia de dos tipos de electricidad?
 - [b] ¿Cuándo se estableció la idea de la electricidad como fluido?
 - [c] ¿Cuál es la aportación de Franklin en este contexto?
 - [d] ¿Por qué es importante Coulomb?
 - [e] ¿Cómo se explica actualmente la existencia de cargas eléctricas positivas y negativas?
-

Actividad 2

Basándote en tus conocimientos acerca de la estructura de la materia trata de explicar los siguientes resultados experimentales:

- [a] Una varilla de plástico o de ebonita se electriza al frotarla con una piel de gato.
 - [b] Si se toca con dicha varilla un electroscopio se separan sus laminillas, pero si se toca a continuación con la piel de gato, las laminillas vuelven a juntarse.
 - [c] Si se toca el electroscopio con los dedos, cuando está cargado, también se juntan sus laminillas.
-

Finalmente, es preciso insistir en que no existe una imagen fácil para visualizar el concepto de carga eléctrica. Las cargas de los iones y de los electrones no son algo distinto de estos cuerpos. Por ejemplo, no es posible "descargar" un electrón y obtener una partícula neutra; todo electrón en 'sí mismo' es portador de carga negativa. Cualquier partícula está caracterizada por dos propiedades independientes fundamentales: **masa** y **carga**. Así como el concepto de masa nos permite explicar la existencia de fuerzas gravitatorias, el concepto de carga no tiene significado al margen de estas fuerzas no gravitatorias que los cuerpos ejercen, a veces, unos sobre otros. La siguiente cita ilustra muy bien las dificultades conceptuales en electricidad.

*"Algunos lectores esperan de mí que les diga en esta etapa lo que la electricidad es realmente. El hecho es que ya lo dije. No es una cosa como la catedral de San Pablo; es **una forma de comportarse las cosas**. Al referir cómo se comportan las cosas electrizadas y en qué circunstancias lo han sido, hemos dicho todo lo que podemos decir. Cuando refiero que un electrón tiene cierta cantidad de electricidad negativa doy a entender, simplemente, que se comporta de cierto modo. La electricidad no es como pintura roja, una sustancia que puede colocarse sobre el electrón y quitarse de nuevo, sino meramente un nombre conveniente para ciertas leyes físicas."*

(BERTRAND RUSSELL, 'ABC de los átomos').