



# LOS ORÍGENES DE LA ELECTRICIDAD Y EL MAGNETISMO

ANGEL PÉREZ GARCÍA - JOSÉ PERAZA  
Facultad de Física  
Universidad de La Laguna

La información contenida en las ecuaciones en derivadas parciales acopladas:

$$\text{rot } \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t \qquad \text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j}c + \partial \mathbf{D} / \partial t$$

$$\text{div } \mathbf{D} = \rho l \qquad \text{div } \mathbf{B} = 0$$

conocidas como ecuaciones de Maxwell, y que junto a la fuerza de Lorentz,  $\mathbf{F} = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$ , rigen el comportamiento del campo electromagnético y la interacción con sus fuentes (escalares y vectoriales), resume el saber acumulado a lo largo de la historia de la humanidad en cuanto a efectos provocados por cargas eléctricas se refiere, y básicamente tienen una base experimental obtenida a través del mundo macroscópico y son, que duda cabe, un bello ejemplo del poder simplificador de una nomenclatura matemática muy elaborada.



Hoy los especialistas en el campo electromagnético tratan toda la información contenida en estas «Ecuaciones del Campo Electromagnético» con suma facilidad, tanta que en principio se puede caer en la tentación de olvidar el esfuerzo que ha costado recorrer el largo camino desde sus inicios hasta el momento actual.

Aquí vamos a intentar subsanar en lo posible esa supuesta carencia (olvido) describiendo de forma somera los acontecimientos de los inicios del aprendizaje en la electricidad y el magnetismo, en un intento de compaginar las situaciones históricas con los personajes que las generaron, para así conseguir una comprensión del devenir secular de los conocimientos que hoy disfrutamos.

Como dice Angel Pérez en su obra «LA EPOCA DORADA», vol. 2 de «Las Estrellas de La Física», referencia obligada en el futuro para cualquier estudio sobre la historia de la física, y que ha sido nuestra fuente de inspiración para elaborar esta charla, refiriéndose a LA AURORA DE LA ELECTRICIDAD:

*«Al fulgor deslumbrante del rayo le sigue el tremendo estampido del trueno, cuyo eco retumba entre los montes y se extiende por los valles y las selvas, metiendo un pavor irracional en el corazón de los hombres. El rayo seguido de su ensordecedor escudero, el trueno, mata e incendia y los árboles más corpulentos y más firmes caen fulminados por la chispa cegadora; el trueno lo celebra con su espantosa carcajada ante la mirada despavorida del hombre de las cavernas. La humanidad primigenia, testigo impotente, creyó que los dioses estaban irritados y era preciso ofrecerles sacrificios para calmarlos. Luego, después de los milenios, esos dioses terribles se convertirían en el poderoso Zeus o en el Júpiter tronante, señores de las centellas. De esta manera tomó contacto el hombre con la electricidad.»*

Hoy la poderosa energía madre del rayo y del trueno está domada y sometida a las más diversas servidumbres, es nuestra esclava, nuestro mágico siervo invisible.

Es seguro, que nuestra descripción pecará de omisiones que espero sepan disculpar.

Aún cuando resulte difícil establecer una cronología estricta, y teniendo siempre en cuenta que los conocimientos sobre electricidad y sobre magnetismo no han ocurrido de forma sincrónica en el tiempo, y que en muchas ocasiones la explicación de un hecho experimental se ha formulado muy posteriormente, o ha sido errónea y más tarde subsanada, lo que hace más difícil una exposición metodológica, siguiendo al Profesor Velayos hemos de creer que el primer conocimiento acerca de la existencia de magnetismo natural se debe a la experiencia de un pastor, Magnus, que al pasar con su cayado de hierro por las proximidades de una piedra de magnetita notó una extraordinaria fuerza que le arrebató ese objeto metálico.

Se sabe que los chinos inventaron la aguja magnética hacia finales del siglo XI,



los mahometanos la aplicaron a la navegación y en el siglo XII ya era usada en Europa.

Los fenómenos eléctricos eran conocidos, como ya hemos apuntado, desde los albores de la humanidad, pero es W. Gilbert de Colchester (1540-1603) quien en su obra «De Magnete» compendia cuanto se sabía sobre magnetismo y también sobre electricidad, añadiendo al paso algunas observaciones propias.

En ese momento se poseían conocimientos acerca de la electricidad por frotamiento que podríamos sintetizar en:

– Si una barrita de ámbar amarillo, de vidrio o de resina se fricciona con un paño de lana o, mejor con una piel de gato, aunque esta última experiencia pueda conllevar el doble riesgo de un terrible arañazo o la persecución de algún furibundo miembro de alguna sociedad protectora de animales, adquiere la propiedad de atraer a ciertos cuerpos ligeros, como bolitas de médula de saúco o pedacitos de papel.

– Cuando la médula de saúco, por ejemplo, tomaba contacto con el vidrio, era inmediatamente repelida pero entonces era atraída por las barritas de resina.

Gilbert, que fruto de la época estaba muy interesado en el comportamiento magnético de La Tierra en su interacción con agujas imantadas, por su aplicación a la navegación, investiga las fuerzas que desarrollan los imanes entre sí y establece que:

– Una aguja magnética en suspensión libre no solo marca grosso modo la dirección Norte-Sur, sino también un ángulo (inclinación) correspondiente a la latitud.

– Para una piedra imán uniforme, la fuerza y ámbito de su magnetismo es proporcional a su cantidad o masa.

– La Tierra debe actuar como un inmenso imán y sus polos coinciden, aunque sólo aproximadamente, con el eje geográfico.

Aun cuando las contribuciones de Gilbert a la electricidad por frotamiento no son muy extensas, sí que tiene interés su labor de puesta al día y la introducción del término «electricidad» tomado del griego electrón que significa ámbar.

En un intento de explicar las causas de los fenómenos eléctricos y magnéticos, e influido por las ideas de la filosofía griega sobre un influjo etéreo e inmaterial, Gilbert imaginó que el imán o la sustancia electrificada emitía una especie de efluvio con el que cautiva los cuerpos circundantes y los atrae hacia sí. Esta idea precursora del concepto de campo se desarrolló posteriormente como hipótesis del éter.

A Gilbert atribuía Angel Pérez, en una charla ofrecida a los alumnos de la Facultad de Física de La Universidad de La Laguna hace algunos años, «el teorema del ajo», según el cuál se evidencia experimentalmente que en contra de ciertas «habladurías» del momento, el ajo no ejerce ninguna influencia sobre las agujas imantadas, y aunque no es muy usado ni conocido, evidencia la personalidad de Gilbert como



elaborador del método experimental como contraste de hipótesis. En este sentido Bacon menciona, en su «Novum Organum», la obra de Gilbert como ejemplo del método experimental que él propugnaba.

Pasó un siglo antes de que se dieran contribuciones notables en el campo del magnetismo, pero no ocurrió lo mismo con la electricidad.

Stephen Gray (?-1736) observa que poniendo en contacto un cuerpo electrizado con otro que no lo estaba, el último quedaba a su vez electrizado. Usando un tubo de vidrio cerrado en sus dos extremos por sendos tapones de corcho, obtiene: «*Si frota-mos el vidrio sin tocar el corcho, observamos que cuando el vidrio se electrizó tam-bién lo hizo el corcho*».

Así se llegó al descubrimiento de la conducción eléctrica establecido por vía experimental.

Gray continuó sus experimentos con largos hilos metálicos terminados por una varilla de vidrio o resina y comprobó que frotando la varilla de vidrio (o de resina) todo el hilo metálico quedaba electrizado. Este fenómeno no se producía con otros materiales, lo que le condujo a una clasificación de los materiales en:

- Los que se pueden electrizar.
- Los que no se pueden electrizar.

Dufay (París, 1698-1739), siguiendo al inglés Gray en sus experimentos, comprobó que un cordón de bramante húmedo era electrizable, mientras que seco no, y establece la nomenclatura de cuerpos conductores para los electrizables, y aisladores para los que no son.

Retoma la experiencia de Gray con el tubo de vidrio y los dos corchos y observa más:

- Una vez electrizados los tapones, al acercarlos y dejarlos en libertad se repelen.
- Si un tapón de corcho se electrizaba con tubo de vidrio, repelía a todos los corchos que se habían electrizado de la misma manera, pero atraía a los que se electrizaraban con un tubo de resina, y recíprocamente, y concluye:

- Existen dos clases de electricidad: vítrea y resinosa.
- Las cargas eléctricas (los cuerpos electrizados) del mismo nombre se repelen y las de distinto se atraen (ley de acciones eléctricas).

Con esta ley ya no hubo necesidad de recurrir a las varillas de vidrio o de resina



para clasificar el tipo de electricidad de un cuerpo: cualquiera que hubiera sido el material empleado para producir la electricidad por frotamiento (ámbar, baquelita, etc.), bastaba ponerlo frente a otro cargado con una varilla de vidrio. Si se repelían, el cuerpo a probar estaba cargado de electricidad vítrea y si se atraían, de electricidad resinosa. Hubo que esperar algunas décadas para que Franklin hablase de electricidad positiva (vítrea) o negativa (resinosa).

En esta época se desarrolla con profusión una física de divertimento con el desarrollo de máquinas que mediante el frotamiento de un disco de vidrio o de otro material electrizable producían chispas más grandes y ruidosas, las máquinas electrostáticas, que favoreció el que muchos aficionados tomaran verdadero interés por la experimentación, quedando así abonado el terreno para que brotase la siguiente floración de cultivadores de la ciencia eléctrica, y así se entró en EL TIEMPO DE LA ELECTROSTÁTICA.

Al correr del tiempo aparecieron, una tras otra, las maravillas ocultas de la electricidad estática. Era la hora de la Revolución Industrial que, al socaire de los trabajos de sagaces inventores artesanos y de unas magníficas condiciones económicas, dieron origen al progreso en todos los campos y especialmente, en el de la Ciencia. Llegó la máquina de vapor, capaz de generar una energía prácticamente ilimitada que libró al hombre de la esclavitud del músculo y con ella se crearon los capitales necesarios para financiar los cada vez más exigentes requerimientos de la investigación científica.

Como es lógico, los primeros avances se producen a través de una nomenclatura adecuada y de un intento de cuantificar (medir) las magnitudes involucradas en los fenómenos observados.

El electroscopio de panes de oro es uno de los primeros instrumentos puestos a disposición de los hombres para detectar la presencia de cargas eléctricas en los cuerpos. Consta de dos finísimas laminillas de oro suspendidas paralelamente del extremo inferior de una varilla de cobre. Cuando esta varilla se pone en contacto por el otro extremo con un cuerpo cargado, las laminillas se cargan a su vez con cargas del mismo nombre que la del cuerpo y por lo tanto, se repelen separándose, lo que no sucede si el cuerpo se encuentra descargado.

La separación de las láminas del electroscopio era mayor cuanto más cargado estaba el cuerpo de prueba y por ello se ideó marcar un arco graduado que midiera su separación. Así se permitía la COMPARACIÓN de la carga de dos cuerpos, midiendo las respectivas separaciones de las láminas del instrumento.

Otro paso importante se da con la invención de la botella de Leyden consistente en una botella de vidrio con recubrimiento interno y externo metálico que



permitía el almacenamiento de grandes cantidades de carga: se trataba del primer condensador eléctrico. Un investigador inglés no muy conocido, T. Lane, creó la botella unidad, y otro, Canton, postula la existencia de una atmósfera eléctrica que envolvía a los cuerpos cargados, idea que con el tiempo conduciría al concepto de campo eléctrico.

De interesantes podrían calificarse los trabajos del alemán Aepinus sobre la electrificación por influencia al verificar que si a un conductor aislado se le aproxima un cuerpo electrizado, en el extremo del conductor más próximo al cuerpo cargado aparece una carga eléctrica de distinto nombre que la carga del cuerpo, mientras que en el extremo más alejado aparece otra carga del mismo nombre que la de aquel cuerpo. En el Nuevo Mundo, las aportaciones más importantes provienen de Benjamin Franklin (1706-1790), el cual sostuvo frente a la opinión generalizada en su tiempo, que todo cuerpo no electrizado tiene su carga normal o quantum característico de electricidad. Cuando se aumenta la carga eléctrica por encima de ese valor está cargado con electricidad vítrea o «positiva», y si se disminuye de electricidad resinosa o «negativa».

Esta proposición fue rebatida por otros físicos entre los que destacó el inglés R. Symmer por un lado, que formuló una teoría dualista en la que mantuvo la existencia de dos clases distintas de electricidad, y por el francés Nollet, que mantenía que los fenómenos eléctricos eran una manifestación de dos corrientes de sentidos contrarios de un fluido muy sutil al que llamaba «fluido eléctrico»

Franklin formuló la Ley de conservación de la carga eléctrica, según la cual si en un cuerpo aparece una determinada carga esa misma carga falta en otro u otros cuerpos que están relacionados con el primero.

Considerando correctas ciertas hipótesis que sostenían que el rayo era una enorme chispa eléctrica, para probarlo realizó el día 22 de junio de 1752 su famoso experimento de la cometa. Con la cooperación de un hijo suyo confeccionó una cometa de seda con una punta de hierro a la que había atado una cuerda con una gran llave antigua sujeta en el extremo inferior. La cometa estaba gobernada por un hilo de seda y se elevó en un campo cerca de Filadelfia en un día de tormenta. Cuando la cuerda que sostenía la llave se humedeció al penetrar en la nube saturada de agua y se hizo conductora, la llave quedó eléctricamente cargada, como se observó al obtener de ella numerosas chispas después de recuperar la cometa. Sus experiencias le llevaron al descubrimiento del pararrayos: ya se había observado que si un cuerpo con salientes agudos (puntas) se cargaba suficientemente, las chispas se producían en esas puntas y no en los lugares de menor curvatura. Franklin supuso que de la



para clasificar el tipo de electricidad de un cuerpo: cualquiera que hubiera sido el material empleado para producir la electricidad por frotamiento (ámbar, baquelita, etc.), bastaba ponerlo frente a otro cargado con una varilla de vidrio. Si se repelían, el cuerpo a probar estaba cargado de electricidad vítrea y si se atraían, de electricidad resinosa. Hubo que esperar algunas décadas para que Franklin hablase de electricidad positiva (vítrea) o negativa (resinosa).

En esta época se desarrolla con profusión una física de divertimento con el desarrollo de máquinas que mediante el frotamiento de un disco de vidrio o de otro material electrizable producían chispas más grandes y ruidosas, las máquinas electrostáticas, que favoreció el que muchos aficionados tomaran verdadero interés por la experimentación, quedando así abonado el terreno para que brotase la siguiente floración de cultivadores de la ciencia eléctrica, y así se entró en EL TIEMPO DE LA ELECTROSTÁTICA.

Al correr del tiempo aparecieron, una tras otra, las maravillas ocultas de la electricidad estática. Era la hora de la Revolución Industrial que, al socaire de los trabajos de sagaces inventores artesanos y de unas magníficas condiciones económicas, dieron origen al progreso en todos los campos y especialmente, en el de la Ciencia. Llegó la máquina de vapor, capaz de generar una energía prácticamente ilimitada que libró al hombre de la esclavitud del músculo y con ella se crearon los capitales necesarios para financiar los cada vez más exigentes requerimientos de la investigación científica.

Como es lógico, los primeros avances se producen a través de una nomenclatura adecuada y de un intento de cuantificar (medir) las magnitudes involucradas en los fenómenos observados.

El electroscopio de panes de oro es uno de los primeros instrumentos puestos a disposición de los hombres para detectar la presencia de cargas eléctricas en los cuerpos. Consta de dos finísimas laminillas de oro suspendidas paralelamente del extremo inferior de una varilla de cobre. Cuando esta varilla se pone en contacto por el otro extremo con un cuerpo cargado, las laminillas se cargan a su vez con cargas del mismo nombre que la del cuerpo y por lo tanto, se repelen separándose, lo que no sucede si el cuerpo se encuentra descargado.

La separación de las láminas del electroscopio era mayor cuanto más cargado estaba el cuerpo de prueba y por ello se ideó marcar un arco graduado que midiera su separación. Así se permitía la COMPARACIÓN de la carga de dos cuerpos, midiendo las respectivas separaciones de las láminas del instrumento.

Otro paso importante se da con la invención de la botella de Leyden consistente en una botella de vidrio con recubrimiento interno y externo metálico que



permitía el almacenamiento de grandes cantidades de carga: se trataba del primer condensador eléctrico. Un investigador inglés no muy conocido, T. Lane, creó la botella unidad, y otro, Canton, postula la existencia de una atmósfera eléctrica que envolvía a los cuerpos cargados, idea que con el tiempo conduciría al concepto de campo eléctrico.

De interesantes podrían calificarse los trabajos del alemán Aepinus sobre la electrificación por influencia al verificar que si a un conductor aislado se le aproxima un cuerpo electrizado, en el extremo del conductor más próximo al cuerpo cargado aparece una carga eléctrica de distinto nombre que la carga del cuerpo, mientras que en el extremo más alejado aparece otra carga del mismo nombre que la de aquel cuerpo. En el Nuevo Mundo, las aportaciones más importantes provienen de Benjamin Franklin (1706-1790), el cual sostuvo frente a la opinión generalizada en su tiempo, que todo cuerpo no electrizado tiene su carga normal o quantum característico de electricidad. Cuando se aumenta la carga eléctrica por encima de ese valor está cargado con electricidad vítrea o «positiva», y si se disminuye de electricidad resinosa o «negativa».

Esta proposición fue rebatida por otros físicos entre los que destacó el inglés R. Symmer por un lado, que formuló una teoría dualista en la que mantuvo la existencia de dos clases distintas de electricidad, y por el francés Nollet, que mantenía que los fenómenos eléctricos eran una manifestación de dos corrientes de sentidos contrarios de un fluido muy sutil al que llamaba «fluido eléctrico»

Franklin formuló la Ley de conservación de la carga eléctrica, según la cual si en un cuerpo aparece una determinada carga esa misma carga falta en otro u otros cuerpos que están relacionados con el primero.

Considerando correctas ciertas hipótesis que sostenían que el rayo era una enorme chispa eléctrica, para probarlo realizó el día 22 de junio de 1752 su famoso experimento de la cometa. Con la cooperación de un hijo suyo confeccionó una cometa de seda con una punta de hierro a la que había atado una cuerda con una gran llave antigua sujeta en el extremo inferior. La cometa estaba gobernada por un hilo de seda y se elevó en un campo cerca de Filadelfia en un día de tormenta. Cuando la cuerda que sostenía la llave se humedeció al penetrar en la nube saturada de agua y se hizo conductora, la llave quedó eléctricamente cargada, como se observó al obtener de ella numerosas chispas después de recuperar la cometa. Sus experiencias le llevaron al descubrimiento del pararrayos: ya se había observado que si un cuerpo con salientes agudos (puntas) se cargaba suficientemente, las chispas se producían en esas puntas y no en los lugares de menor curvatura. Franklin supuso que de la





misma manera que las chispas se producían en esas puntas, éstas serían capaces de facilitar la descarga de la electricidad de las nubes, de modo que recomendó la construcción de los pararrayos, consistentes en unas barras metálicas de punta afilada, que se colocaban verticalmente en lo alto de los edificios, con el extremo agudo hacia arriba, bien aisladas y conectadas por la parte inferior con un extremo de una cadena metálica cuyo otro extremo estaba enterrado en la tierra que se procuraba mantener humedecida. La electricidad de la nube se descargaba sobre la barra y por la cadena era conducida a tierra sin causar daños.

Estas experiencias, no exentas de peligro realizadas por el «Príncipe de los autodidactas», que lo mismo hacía volar una cometa hacia una nube tormentosa que creaba las condiciones para la emancipación de su patria, significaron un cúmulo de saber considerable y sobre todo un gran amor por la experimentación que permitió la era de LAS SUPERBALANZAS.

Como destaca Angel Pérez, la extracción de leyes a través de la interpretación de un experimento exige una gran precisión en los instrumentos de medida y una sensibilidad suficiente para aplicarlos a magnitudes extraordinariamente pequeñas, a partir de las cuales, paradójicamente se pueda obtener información sobre esas mismas magnitudes cuando toman valores muy grandes.

Nada hay más significativo en ciencia que lograr una cifra decimal más en las medidas. En este contexto la aparición de las «Superbalanzas de torsión» de Cavendish (1731-1810) y de Coulomb (1736-1806), fueron definitivas.

Por la ley de la gravitación universal de Newton se sabía que la fuerza que se ejerce entre dos masas se puede obtener a través de la expresión :

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \text{donde la incógnita es } G.$$

De otra parte la fuerza con la que la Tierra atrae un cuerpo, su peso es medible, y como se sabía cuál era el radio terrestre se podría determinar la masa de la Tierra y por ende su densidad en cuanto se conociera la «escurridiza G».

Al parecer fue el geólogo inglés John Michell el que suministró a Cavendish la idea sobre la que se fundamenta la balanza de torsión, consistente en aprovechar la proporcionalidad entre el par de torsión de un hilo y el ángulo girado.

Coulomb que ignoraba los trabajos de Cavendish tuvo la misma idea en cuanto a los fundamentos de su balanza, la cual llevaba algo más de refinamiento en su construcción y con las condiciones necesarias para que el medio ambiente no pudiera



influir en sus medidas, pero en vez de utilizarla para medir fuerzas gravitatorias la empleó para medir fuerzas eléctricas entre cuerpos cargados y determinar su ley de Coulomb:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

*«La fuerza con que se atraen dos cuerpos "puntuales" cargados de electricidad de distinto signo o con la que se repelen si las cargas son del mismo signo es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia».*

A partir de esta ley se pudo definir una unidad de carga eléctrica. A la unidad de carga eléctrica en el sistema SI se la ha llamado Coulomb.

Como dice Angel Pérez, «hasta este momento» las cargas estaban quietas, refugiadas en los cuerpos electrizados, soltando chispas de cuando en cuando y sacudiendo violentos calambrazos a los indefensos investigadores o haciendo aparecer fuerzas misteriosas, pero es entonces cuando LA ELECTRICIDAD SE PUSO A CAMINAR de la mano de un sagaz profesor de la Universidad de Bolonia, y un amigo suyo profesor de Física en la Universidad de Pavía interpretando las experiencias del primero acerca de las convulsiones experimentadas por ancas de rana, que lograron poner en marcha las perezosas cargas y con ello los cimientos del monumental edificio de la electrodinámica.

Algunos observadores habían advertido que existía un gran parecido entre los choques producidos por la botella de Leyden y las descargas de algunos peces eléctricos, especialmente el torpedo o mantarraya. Hacia 1776 Cavendish logró construir un modelo en cuero de pez torpedo que funcionaba al conectarlo con una batería de botellas Leyden.

Galvani (1737-1798), en 1780 pone de manifiesto que:

- Las patas de rana se contraían al recibir una descarga eléctrica.
- Las patas se contraían simplemente poniendo el nervio y el músculo en contacto con dos metales diferentes.

La interpretación de estas experiencias y otras aportaciones personales del berlinés Sulzer condujeron a Volta (1745-1827), que ya había mejorado la botella de Leyden con una ingeniosa máquina electrostática, a demostrar que es posible producir electricidad prescindiendo de los animales, colocando simplemente juntas dos piezas de diferente metal en un líquido o en un paño húmedo, produciendo la primera pila de corriente eléctrica.



Como dice Angel Pérez, el mérito de estos descubrimientos es compartido, pues a Volta le habían dejado las cosas muy bien preparadas para lograr el éxito. Fue como si Sulzer hubiera elaborado la jugada, Galvani le diera el pase ajustado y Volta disparara imparablemente a gol.

El profesor Volta comunicó su hallazgo a la Royal Society de Londres, pero dos encargados de las publicaciones ocultaron el manuscrito, repitieron los experimentos y los presentaron como propios. Por suerte los trabajos de Volta también se conocían por otros caminos, lo que permitió poner en evidencia a los tramposos.

Con los trabajos de Volta sobre la corriente eléctrica se crea la moda de las cargas en movimiento, y con ella, una nueva hornada de investigadores dispuestos a jugar con el nuevo juguete y averiguar lo que tiene dentro.

Lo cotidiano pierde su capacidad para admirarnos y lo más peregrino, por maravilloso que sea, se convierte en indiferente cuando lo encontramos todos los días. Lo habitual mata nuestras posibilidades de asombro y, aunque esto es inevitable, no nos parece justo, porque es realmente increíble lo que los hombres han realizado con la invisible electricidad en movimiento, cómo han medido sus parámetros y establecido sus características y propiedades.

Pues bien, este cúmulo de prodigios no ha surgido por arte de birlibirloque, sino que ha requerido, por el contrario, del esfuerzo y trabajo en muchos laboratorios de hombres como Davy, Faraday, Ohm, ..., LOS BRUJOS DE LA ELECTRODINAMICA.

Humphry Davy (1778-1829) se interesó por los efectos de la corriente eléctrica al paso por disoluciones de diversos compuestos químicos, y por descomposición obtuvo K, Na, Ba, Sr, Mg, Ca, Bo.

Este hombre polifacético, poeta y escritor, filósofo y químico, publicó a los 21 años su primer trabajo importante «sobre la naturaleza del calor y de la luz» y ya por entonces había entablado amistad con Gilbert y Watt. En general obtuvo gran éxito social, pero quizá su mayor acierto —y tuvo muchos— fuera el aceptar como secretario a Faraday, el cual le sucedió en su cátedra.

Michel Faraday (1791-1867), hijo de un pobre herrero inglés, padre de la electrólisis, con escasos conocimientos matemáticos y una intuición poderosa y habilidad experimental, llegó trabajando sobre electrólisis a las dos leyes que llevan su nombre:

*—La cantidad de material depositado en los electrodos de una cuba electrolítica en una solución determinada es proporcional a la cantidad total de electricidad que pasa a través de la solución.*



– *Las moléculas cargadas (iones) monovalentes de sustancias diferentes transportan igual cantidad de electricidad, mientras que las bivalentes, trivalentes, etc. transportan cargas proporcionalmente mayores.*

Trabajó sobre los efectos de la corriente eléctrica sobre los imanes, y descubrió la rotación del plano de polarización de la luz cuando atraviesa un medio transparente situado en un campo magnético (efecto Faraday), pero a mí entender su contribución más trascendental la obtuvo como resultado del estudio de los efectos de inducción de una corriente eléctrica que recorre una espira conductora en otra espira también conductora que se encuentra en presencia de la primera (Ley de inducción electromagnética).

Como a Faraday le repugnaba la idea de acción a distancia, imaginó al espacio que rodea a los conductores recorridos por corrientes y a los imanes como lleno de algo por el cual se transmiten las fuerzas recíprocas. Es como si el espacio adquiriese en presencia de esos agentes unas propiedades (hoy campo electromagnético).

Al tiempo, un alemán Georg Simon Ohm (1857-1854), hijo también de un modesto herrero, se interesaba por la electrodinámica que había puesto de moda el italiano Volta, y sin recursos, ayudado por su padre, diseñó y construyó el equipo que precisaba para sus experimentos.

Inspirándose en la conducción calorífica, donde el calor transferido de una cara a otra de una lámina depende tanto de la diferencia de temperaturas entre sus caras como del material de que está compuesta, y siguiendo las ideas de Davy de la conducción, a través de la experimentación, concluyó que el flujo de cargas eléctricas entre los extremos de un conductor dependía de la diferencia de potencial entre sus extremos y del tipo de conductor. Al valor característico que habría de asignar a éste para poder aplicar su conjetura le llamó resistencia eléctrica, y dedicó todo su esfuerzo a buscar los parámetros que la determinan.

Con el tiempo obtuvo que el flujo de cargas eléctricas a lo largo de un conductor, para una misma diferencia de potencial en sus extremos, era proporcional a la sección e inversamente proporcional a la longitud, y el coeficiente de proporcionalidad era una constante característica del material y de las unidades que se utilizaban en los cálculos ( la conductancia eléctrica o conductividad).

El valor característico de un conductor que llamamos resistencia es igual a su resistividad (la inversa de la conductividad) multiplicada por su longitud y dividido todo por la sección.

Entonces se encontró en condiciones de enunciar su más celebre ley: *«El flujo de cargas que atraviesa en la unidad de tiempo a la sección normal de un conductor*



*(intensidad de corriente) se obtiene dividiendo la diferencia de potencial en sus extremos por su resistencia eléctrica».*

Estos trabajos no fueron comprendidos por los «instalados de siempre», y el acoso llevó a nuestro Ohm a presentar la dimisión del puesto de profesor en el instituto de Colonia. Por suerte la Royal Society le hizo justicia, y la comunidad científica le ha honrado posteriormente designando con su nombre a la unidad de resistencia eléctrica.

Nos acercamos al final de nuestra charla, entrando en un período que Angel Pérez denomina «LA INFANCIA DEL ELECTROMAGNETISMO», y que se había iniciado con el insigne Faraday, del cual se sabe que informó: *«Ahora me estoy dedicando nuevamente al electromagnetismo y creo que he dado con algo bueno, pero no estoy seguro. Puede ser que al cabo de tanto trabajo sólo haya atrapado una mala hierba en lugar de un pez».*

El testigo fue recogido en esta ocasión por Oersted, Ampère y Henry, entre otros.

El danés Hans Cristian Oersted (1777-1891), profesor de la Universidad de Copenhague se encontraba allá por el año 1819 en el laboratorio con un grupo de alumnos haciendo ensayos con circuitos eléctricos, y mientras les explicaba acercó una aguja imantada suspendida de un hilo a un conductor que transportaba corriente eléctrica y vió con gran sorpresa que la aguja se orientaba perpendicularmente y no, como esperaba, paralelamente al conductor. Luego cambió el sentido de la corriente y ¡sorpresa!, la aguja dio media vuelta y se colocó otra vez en dirección perpendicular al conductor. Su comunicación a la revista francesa «Annales de Chimie et de Physique» en 1820 fue el pistoletazo de salida para la realización de numerosos trabajos de investigación en este campo.

Nuevamente nos encontramos con un hombre sin recursos, procedente de una familia muy pobre, que figura hoy en el cuadro de honor de los científicos ilustres. Nacido en Albany, Joseph Henry (1797-1838), dedicó su atención a la fabricación de grandes electroimanes en los que introdujo núcleos de hierro.

Posteriormente extendió sus ideas a la fabricación de electroimanes muy pequeños y sensibles, que dieron origen a los relés, elementos claves para los sistemas de conmutación.

Del autodidacta francés André Marie Ampère (1775-1836), matemático y físico, al que Maxwell llamará «Newton de la electricidad» todos los elogios y reconocimientos son pocos. Su campo de actividad en física, la electricidad y sus relaciones con el magnetismo, se vió enormemente enriquecido con sus aportaciones:

– Las corrientes eléctricas no sólo ejercen fuerzas sobre los imanes que se les



aproximan, sino sobre otras corrientes, y obtuvo relaciones cuantitativas sobre las fuerzas de atracción y repulsión (si las corrientes llevan distintos sentidos) entre dos conductores paralelos.

De sus experimentos de interacción espiras-espiras, imanes-imites, y espiras-imites, dedujo que el magnetismo era una manifestación de las cargas eléctricas en movimiento, imaginando un imán como un conjunto de pequeñísimas corrientes circulares orientadas en un cierto sentido que determina la polaridad del imán (los imanes moleculares). Cuando un cuerpo no está imanado, esos imanes moleculares están orientados al azar, pero si se somete éste a un campo magnético exterior, y éste es capaz de orientar las corrientes moleculares de aquél, dicho cuerpo queda imantado.

Afirmó que la corriente eléctrica se debía a cargas eléctricas elementales que se desplazaban por los conductores, y con esta hipótesis y sus experimentos, ayudados de un serio tratamiento matemático, formuló las leyes de Ampère, básicas para los posteriores trabajos de reformulación de Maxwell, colaborando también al estudio de los arrollamientos cilíndricos de conductores recorridos por corrientes a los que llamó solenoides.

Hay una gran cantidad de trabajos y publicaciones de este eminente investigador, que siendo autodidacta llegó a tomar posesión de la cátedra de Análisis de la Politécnica de París a pesar de carecer del aval universitario de sus conocimientos.

Acaso si hubiera vivido en nuestros días sus aportaciones a la ciencia serían inéditas. Menos mal que entonces se actuó de otra manera, y todo quedó preparado para hacer posible la ingente aportación de Maxwell con sus corrientes de desplazamiento y ecuaciones del campo electromagnético.

NOTA: Esta conferencia, que por motivos de salud, fue impartida únicamente por el Profesor J. Peraza, deseamos sirva como homenaje póstumo del extinto Profesor Angel Pérez, «D. Angel», como con cariño le llamábamos los que fuimos sus discípulos.