

EL SR. VÉRTIZ replica al Sr. Bandera, que no pretende tener una gran práctica, ni una habilidad operatoria excepcional; que la operacion la ha llevado á buen término, porque no la reputó tan difícil, teniendo en cuenta lo que dijo ántes acerca de la debilidad de las ligas cristalineanas en esta especie de cataratas.—Respecto del instrumento de Desmarres, agrega que no lo habia creído malo *à priori*, sino que tiene datos para asegurar que es incómodo, inútil y áun peligroso.

La Academia en seguida se ocupó de asuntos económicos, y concluyó la sesion dándose á conocer los turnos de lectura.

Concurrieron los Sres. Bandera, Caréaga, Fénelon, Gómez, Licéaga, Lugo, Martinez del Río, Reyes D. Agustin, Reyes D. José María, Semeleder, Vértiz y el Secretario que suscribo.

DEMETRIO MEJÍA.

---

## DEL USO DE LA ELECTRICIDAD EN LA MEDICINA:

POR EL DR. F. SEMELEDER.

A la Redaccion y á algunas personas amigas y competentes les pareció que un tratadito sobre el uso de la electricidad en la Medicina podria ser de oportunidad y de utilidad. Animado por esas opiniones he emprendido mi trabajo, cuyo único objeto, así como mi único deseo al hacerlo, es estimular el estudio de un ramo importante de la Medicina, que entre nosotros, hasta ahora, no ha merecido toda la atencion á que es acreedor, pues los dos objetos esenciales de la Medicina, el diagnóstico y la terapéutica, se encuentran notablemente enriquecidos y adelantados por la aplicacion de la electricidad.

Efectivamente, no hay otra potencia capaz como la electricidad, de producir fenómenos tan variados, mecánicos, térmicos, ópticos, químicos, magnéticos y eléctricos. Pero además de todo esto, en su aplicacion al organismo humano produce muchos otros fenómenos complicados, sensaciones luminosas en los ojos, auditivas en el oido, gustativas en la lengua, sensaciones de tacto y de temperatura en el cutis y hasta al olfato se hace perceptible su poder. Un célebre fisiólogo dijo, que los fenómenos vitales de los nervios, si no son debidos á la electricidad, á lo ménos se le parecen completamente. La electricidad, pues, es el *único agente* capaz de producir casi en todos los órganos efectos adecuados y específicos.

Será inevitable tocar algunos puntos de fisica, que, si nos eran familiares en un tiempo, despues han sido envueltos en el remolino de la vida agitada del medio práctico, y sin embargo tendrémos que recapitular algunos axiomas para formar la base de los estudios que van á ocuparnos. Ha habido siempre

el grave inconveniente de que algunos de los médicos que escribieron sobre electroterapia no han tenido conocimientos sólidos de física, mientras que los físicos no pueden cultivar este ramo de la medicina por carecer de la educación especial. De ahí resultaron varios errores y el uso de términos impropios.

Muchas personas han contribuido á elevar la ciencia de la electro-terapéutica á la altura que, á pesar de sus imperfecciones, actualmente ocupa. Los alemanes y los franceses han sido los principales cultivadores de la nueva doctrina; á los primeros se debe el estudio de la corriente continua, la galvanocáustica y la electrolización médica; á los últimos el uso de la faradización y la electrización localizada.

De la literatura sobre la materia, que ya es bastante copiosa, he consultado cuanto estuvo á mi alcance:

M. Meyer (Berlin), M. Benedickt, M. Rosenthal, F. Fieber (Viena), Fromhold (Pest), Zech (Tubinga), Beetz (Munich), Lewandowsky (Viena), Middeldorpf (Breslau), Bottini (Milán), Cyon (Petersburgo), Althaus (Londres), Beard & Rockwell (Nueva-York) Duchenne de B., Onimus & Legros, Teissier (Paris).

No hablaré con la autoridad del especialista, sino simplemente como puede tratar este asunto el que ha dedicado algun tiempo á esta clase de estudios: ofrezco poco nuevo y mio; pero he procurado compilar lo bueno, lo comprobado y lo necesario para mis compañeros.

Vaya, pues, mi trabajo encomendado á la indulgencia del lector.

---

#### Naturaleza y orígenes de la electricidad.

Para explicar la naturaleza de la electricidad, se supone la existencia en los cuerpos de uno ó dos fluidos imponderables. Repartidos éstos en ciertas direcciones, ordenados, representan, segun esta teoria, el estado eléctrico; provocar esta reparticion y ordenacion en un cuerpo, se llama ponerle en estado eléctrico, electrizarle. A esta teoria corresponden los términos técnicos, las explicaciones y los cálculos usados.

Estas ideas acerca de la electricidad pertenecen á una época en que se suponian tambien fluidos imponderables especiales para el magnetismo, la luz, el fuego, el calor, etc. (el fluido magnético, el éter luminoso, el flogiston, el calórico, etc.)

Todos los fenómenos que llegamos á conocer dependen de movimientos; de consiguiente la causa de la electricidad tambien debe ser un movimiento. Movimientos de las moléculas y de los átomos constituyen el sonido, el calor, la luz, el quimismo, el magnetismo y la electricidad. Varios experimentos demuestran que la electricidad consiste en un movimiento determinado de la masa del cuerpo eléctrico. Cuando se imanta una varilla de hierro dulce por la influencia de

una corriente eléctrica, da un sonido muy marcado en el acto de cerrarse ó de interrumpirse la corriente; es decir, que la electricidad ha producido un movimiento vibratorio longitudinal de las moléculas del hierro, lo que no podría suceder si la misma electricidad no consistiese en vibraciones de las partículas infinitamente pequeñas de la materia.

Es un hecho conocido que los alambres de los telégrafos con el uso se alargan y se hacen más frágiles, es decir, que ha tenido lugar un cambio en la constitucion molecular del alambre.

Otra prueba de este carácter de la electricidad es que segun las investigaciones exactas de *Franz & Wiedemann* (1853), todos los cuerpos tienen la misma conductibilidad para el calor y la electricidad, y que, segun los estudios de *Coulomb* 178 $\frac{5}{8}$ , la accion directa de la electricidad disminuye en razon directa del cuadrado de la distancia, lo mismo que sucede con la gravitacion, la luz, el sonido, etc.

Si, como tenemos dicho, la naturaleza de la electricidad consiste en un movimiento, tambien el origen de ella debe ser un movimiento.

El ámbar (*ἤλεκτρον*) se hace eléctrico por el *frotamiento*, hecho conocido desde muy remotos tiempos, y hoy dia se sabe que en todos los cuerpos por el frotamiento se puede despertar la electricidad. Muchos otros procedimientos mecánicos pueden desarrollarla por ejemplo, la *presion*. El papel de máquina, al salir de entre los cilindros, está cargado de electricidad negativa.

La *exfoliacion* de muchos cuerpos, sobre todo de los cristales, es acompañada de fenómenos eléctricos.

Las *acciones químicas* pueden desenvolver la electricidad. En 1789 *Galvani* descubrió la electricidad por contacto, que recibió su legitima definicion por Volta en 1799. El movimiento que en ella tiene lugar es la accion química.

En 1821 descubrió *Seebeck* la termo-electricidad, desenvuelta al *calentar* las soldaduras de dos metales diferentes. Varios metales al calentarse se hacen eléctricos. Al evaporarse una cantidad de agua en un vaso aislado, el vapor revela electricidad positiva y el vaso electricidad negativa.

*Faraday* en 1831 descubrió que en un carrete de alambre aislado se desenvuelve electricidad cada vez que se le acerca un imán ó que se retira de él. (*Induccion por los imanes.*)

Si por una parte la causa de la electricidad es un movimiento y por otra parte su efecto es un movimiento, la misma electricidad debe tambien desenvolver la electricidad. En un conductor metálico, un carrete de alambre aislado, se desenvuelve electricidad cada vez que en otro conductor distante y aislado se produce ó cesa el estado eléctrico (*induccion por las corrientes*), *Faraday*, 1831. La clase de movimiento que constituye la electricidad, segun el estado actual de nuestros conocimientos, debe colocarse entre el movimiento que produce la luz y el que produce el sonido.

En consecuencia la luz y el sonido son los vecinos inmediatos de la electricidad y pueden producirla á su vez. Sumérjanse dos láminas iguales de platino en ácido nítrico concentrado y reúnanse por un alambre y no se podrá encontrar ningún vestigio de electricidad. Sombréese ahora una de las láminas, mientras que la otra queda expuesta á la luz del sol, y luego se manifiesta una corriente eléctrica.

Al formarse las figuras vibratorias de Chladni se desenvuelve electricidad en las líneas nodales. Dijimos que todos los fenómenos vitales son debidos á movimiento. Consistiendo, como nos hemos esforzado en comprobar, la naturaleza de la electricidad en fenómenos de movimiento, se deduce que los fenómenos vitales tambien deben originar la electricidad. Algunos peces, como la tremielga, el siluro, el gimnoto, etc., poseen órganos eléctricos, que muy bien pueden compararse con las pilas de Volta. Estos animales pueden, mientras vivan y cuando se irriten, voluntariamente descargar golpes eléctricos comparables á los de la botella de Leiden y que les sirven de arma ofensiva y defensiva. Esta clase de electricidad se llama la *animal*.

*Nobili* introducía los miembros crurales de una rana preparada en una cápsula llena de agua salada y luego los nervios lumbares en otra, llena de una disolucion semejante; y cerraba el circuito, introduciendo en cada cápsula la punta del alambre de un galvanómetro muy sensible y obtuvo así una corriente que se dirigía desde los piés á la cabeza del animal y que él llamó la *corriente propia* de la rana.

*Dubois-Reymond* ha dado á conocer sus investigaciones sobre las *corrientes musculares* en el hombre. Una persona metió una mano en un vaso lleno de agua salada y la otra en otro vaso lleno de una solucion igual; cerróse luego el circuito por medio de un galvanómetro multiplicador muy sensible y no se manifestó ninguna corriente. Mas apénas la persona contrae los músculos de un brazo ó solo un dedo de una mano, se puede reconocer la presencia de una corriente de electricidad.

Así los fenómenos vitales, como acabamos de ver, dan origen á la electricidad, y el cuerpo humano en estado de salud posee constantemente una cantidad de electricidad positiva libre que gira alrededor de él en la direccion *dextrorsum*. Lo mismo tiene lugar con los animales. Algunos de ellos poseen grandes cantidades de electricidad libre, como los venados, los perros y los gatos.

Siempre que la electricidad del organismo sufre alguna alteracion por una variacion en el estado eléctrico de la atmósfera, como cuando se prepara un temporal, experimentamos una sensacion molesta.

En la atmósfera constantemente existe el *Ozono*, aunque en diferentes proporciones segun los lugares y las estaciones. El ozono fué descubierto en 1839 por *Schönbein*. Él es el oxígeno eléctrico, en estado naciente y de triple condensacion. Su presencia se manifiesta por su olor; él es el agente oxidante y desin-

fectante más poderoso. La causa más eficaz de su generacion es la electricidad atmosférica, no la que aparece bajo la forma de chispas ó relámpagos, sino la que se esparce en efluvios oscuros.

Todos los fenómenos atmosféricos, los temporales, los huracanes, la aurora boreal, etc., son debidos á la electricidad.

Con mucha justicia dice un sabio: «Los fenómenos eléctricos son las manifestaciones de la vida del globo terrestre y del océano atmosférico que le rodea.»

#### Aparatos para desenvolver mayor cantidad de electricidad.

Aunque todo movimiento puede desenvolver la electricidad, para la aplicación práctica sin embargo tenemos que recurrir á aquellos procedimientos que nos la suministren en mayor cantidad; tales son: *el movimiento mecánico*, ELECTRICIDAD POR FROTAMIENTO, *el quimismo*, ELECTRICIDAD POR CONTACTO, *el calor*, TERMO-ELECTRICIDAD, *el magnetismo y la electricidad*, INDUCCION POR IMANES Y VOLTAICA (por las corrientes).

Conforme al modo de producir la electricidad estambien diferente su clase, y segun su duracion y efectos distinguimos tres formas:

1. *La electricidad estática*, cuyo efecto es momentáneo, como un golpe ó una explosion (electricidad por frotamiento).

2. *La electricidad dinámica ó corriente*, cuyos efectos se asemejan á una presión ó tracción continua y homogénea (electricidad galvánica y térmica).

3. *La electricidad inducida*, que viene á colocarse entre las dos primeras, formando una corriente interrumpida compuesta de muchas intermisiones y repeticiones de electricidad estática.

Una calidad comun á las tres clases es la *Polaridad*. El más sencillo de los electroscopios que sirven para conocer que un cuerpo está electrizado es el péndulo eléctrico que es una esferita de médula de saúco suspendida de un pié de vidrio por una hebra de seda. Cuando se le presenta un tubo de vidrio, frotado por un pedazo de paño, hay primero atracción, y en seguida, despues del contacto, repulsion, y lo mismo sucede con una barra de lacre frotada con piel de gato. Pero si, miéntras es repelido el péndulo por el vidrio, se le aproxima la resina, atrae ésta vivamente la esferilla de saúco, así como si al péndulo rechazado por la resina, despues de haberla tocado, se presenta el cilindro de vidrio, hay una fuerte atracción: es decir, que *un cuerpo rechazado por la electricidad del vidrio, es atraído por la de la resina y reciprocamente*.

En estos hechos se funda la suposición de dos electricidades antagonistas la una de la otra; y como este antagonismo en la matemática se expresa convencionalmente por positivo y negativo, ha recibido la primera el nombre de *electricidad vítrea ó positiva*, y la segunda de *electricidad resinosa ó negativa*.

Las diferencias polares se manifiestan con mucha frecuencia en los fenóme-

nos eléctricos. Toda electricidad que tiene las propiedades de la del vidrio, se llama positiva, la contraria negativa.

El experimento citado del péndulo nos enseña también que la electricidad puede pasar de un cuerpo á otro (comunicacion), ó puede desenvolverse en un cuerpo al acercársele otro cuerpo electrizado (influencia).

En algunos cuerpos se propaga la propiedad eléctrica con mucha facilidad, como en los metales, en el aire húmedo, etc., esos se llaman buenos conductores de la electricidad; otros transmiten mal el movimiento eléctrico, como el aire seco, la seda, el vidrio verde, la resina, esos se llaman comunmente malos conductores ó aisladores.

Aun en los buenos conductores el modo de repartirse la electricidad es distinto, segun la clase de ella: la electricidad *estática* se limita á la superficie de los cuerpos; la *electricidad dinámica* se reparte en los cuerpos en toda su extension, aunque en su mayor parte busque el camino más directo; la *electricidad inducida* en su modo de reparticion en los cuerpos ocupa un término medio entre las dos primeras.

La electricidad desenvuelta en un cuerpo continúa como movimiento eléctrico ó se traspone en otras formas de movimiento: en calor, en luz, en sonido, en magnetismo, en quimismo, etc. Algunas veces, cuando las circunstancias son excepcionalmente favorables, la electricidad se trasforma en varias otras formas de movimiento en un mismo tiempo.

La chispa eléctrica, por ejemplo, nos presenta en un mismo tiempo luz, calor y sonido. Para evitar la rápida trasformacion de la electricidad en otras formas de movimiento, el cuerpo conductor, á que se trata de conservar su estado eléctrico, se rodea, se soporta ó se suspende por otro cuerpo mal conductor, es decir: *se le aísla*. El movimiento eléctrico en un cuerpo se trasforma luego en otro movimiento, cuando esto no se impide artificialmente; por esa circunstancia el estado eléctrico permanente de un cuerpo puede considerarse como un estado forzado y llamarse *tension eléctrica*.

La tension de la electricidad estática ó inducida es mayor que la de la electricidad dinámica. El poner un cuerpo en estado de tension eléctrica se llama *cargarle* de electricidad; la trasformacion de electricidad en otra forma de movimiento, la destruccion de la tension eléctrica se llama *descargar*.

La electricidad se aumenta y adquiere mayor tension en los puntos y en los cantos de cuerpos conductores y se comunica con mayor facilidad á otros cuerpos. Este *poder de las puntas* se aprovecha algunas veces (peines, punta, brocha eléctrica etc.), ó se evita, dando á los instrumentos una forma redondeada.

*El antagonismo de la electricidad positiva y negativa descansa sobre las direcciones opuestas del movimiento de las partes infinitamente pequeñas de la materia.* Encontrándose en un cuerpo las dos electricidades en igual canti-

dad, los movimientos contrarios se apagan, *las electricidades se compensan*. Doquiera se manifiesta la electricidad, en un mismo tiempo y en un mismo lugar no puede haber más que *una* electricidad; la contraria encuéntrase en otra parte del cuerpo ó es conducida á otro cuerpo. En la electricidad dinámica corriente la electricidad positiva siempre precede en la direccion de la corriente, de consiguiente cada partícula del conductor en que circula la electricidad, es electro-positiva en la direccion de la corriente, y electro-negativa en la direccion opuesta.

*De los aparatos que sirven para producir mayores cantidades de electricidad*, citarémos primero *la máquina eléctrica* que desarrolla más ó menos *electricidad estática*. Inventada en 1650 por *Guericke*, perfeccionada por *Planta* en 1735, ha sido modificada por *Ramsden*, *Steiner*, *Nairne*, *Van Marum*, *Winter*. La electricidad viene á desprenderse por la rotacion de un disco de vidrio frotado por cuatro almohadillas de cuero. La electricidad positiva pasa por medio de unas puntas ó *peines* á un globo metálico (conductor); la negativa pasa por el aparato al suelo.

En *la máquina eléctrica de influencia*, inventada por *Holtz* y *Töpler* en 1865, la electricidad se desenvuelve por la induccion de un cuerpo electrizado ántes. Delante de un platillo fijo de vidrio barnizado con goma laca, gira otro platillo de vidrio barnizado tambien. El platillo fijo tiene dos aberturas en un mismo diámetro, en las cuales se presentan las puntas de dos lengüetas de papel, pegadas en la cara exterior del platillo fijo. Estas dos lengüetas se electrizan primero, una positiva y otra negativamente. Esta electricidad inducida obra *por influencia* sobre el platillo que gira y desarrolla en ello la electricidad que pasa á un conductor por unas puntas que se encuentran enfrente del platillo giratorio y de las lengüetas. En la revolucion del platillo la electricidad contraria se comunica á la otra lengüeta, el platillo fijo vuelve á ser electrizado, etc. Dando vueltas con mucha violencia al plato giratorio se produce una especie de corriente intermitente.

Otra manera de desarrollar grandes cantidades de electricidad es por *acciones químicas (electricidad por contacto)*. *Galvani* en 1786 observó que poniendo en contacto los nervios lumbares de una rana muerta, por medio de un arco metálico, con los músculos crurales, se contrajeron éstos. *Galvani* atribuyó el fenómeno á la electricidad animal. *Volta*, fundado en que la contraccion muscular es mucho más enérgica cuando el arco se compone de dos metales, reconoció que á los metales era debido el papel principal en el fenómeno; probó que dos láminas de metales distintos (*electro-motores*, conductores de primera clase) en contacto con un liquido (*electro-conductor* de segunda clase), poseen tension eléctrica, y que en el acto de reunir las dos láminas por un conductor metálico (*arco de la oclusion*) se establece una *corriente* eléctrica continua que pasa de un metal á otro en el liquido y del segundo metal al primero por el alam-

bre que cierra el circuito. En este experimento uno de los metales posee electricidad positiva y el otro negativa. Pero no es indiferente cuáles sean los electro-motores, y cuál el conductor y el líquido, pues algunos metales en su combinación dan mayores cantidades de electricidad que otros. Fundándose en esta propiedad se ha establecido la siguiente serie de los electro-motores: zinc, cadmio, estaño, hierro, bismuto, arsénico, antimonio, níquel, cobre, plata, oro, platino, grafita, coaks (carbon) y manganesa. Cada uno de estos cuerpos puesto en contacto con el que sigue, es positivo y negativo puesto en contacto con el que le precede en la serie, y la tensión eléctrica es tanto mayor cuanto más disten en la serie los dos electro-motores.

Un sistema compuesto de dos electro-motores, de un líquido conductor y de un alambre conjuntivo, se llama un elemento galvánico ó una pila de un solo par; la combinación de varios de estos elementos constituye una pila de columna ó una batería. La primera pila de columna fué construida en 1800 por *Volta*; se compone de una serie de discos colocados unos sobre otro en este orden: un disco de cobre, otro de zinc, una roldana de paño empapada en agua acidulada, luego otro disco de cobre, otro de zinc, una nueva roldana de paño, y así sucesivamente. Reuniendo el primer disco de cobre con el último de zinc por un alambre conjuntivo, se establece una corriente eléctrica, que parte del cobre y pasa por el alambre al zinc y de éste por la pila al cobre. Por inconvenientes prácticos *Volta* abandonó pronto esta combinación y adoptó una construcción nueva. Cada elemento compuesto de una lámina de cobre y otra de zinc es sumergido en un vaso lleno de agua acidulada con ácido sulfúrico, y la lámina de zinc de cada elemento es reunida por un alambre con la lámina de cobre del vaso siguiente (*pila de vasos*). Esta pila ha recibido varias modificaciones. Para evitar el inconveniente que tiene de que los pedazos de paño comprimidos por los discos metálicos dejen escapar el líquido que los empapa, *Cruishank* inventó en 1802 el *aparato de artesa*, que consiste en una caja rectangular de madera, cubierta interiormente de una capa de betun aislador. Los elementos formados cada uno de una lámina de cobre y otra de zinc, soldadas entre sí y fijas en el betun, forman otras tantas celdillas en que se vierte agua con ácido sulfúrico.

*Wollaston* modificó en 1815 la pila de vasos, fijando todos los elementos en un marco de madera que puede bajar entre 4 sustentáculos, y subir cuando ya no se quiere que funcione la pila.

En todos estos elementos la corriente circula en el líquido del metal electro-positivo (zinc) al metal electro-negativo (cobre), y de éste por el alambre conjuntivo vuelve al zinc. En el elemento la parte sumergida del zinc es positiva y la parte sumergida del cobre es negativa; fuera del líquido, en el alambre, al revés la punta que corresponde al cobre es positiva y la que corresponde al zinc es negativa.

(Continuará.)