

hombres. Fácilmente se entiende lo que significa esta desigualdad.

Ultimamente (para evitar toda equivocacion en la inteligencia de este sistema), repito lo que ya dije arriba, que el recurso al cúmulo de materia eléctrica amontonada en una alta profundidad, solo es necesario para explicar la causa de los terremotos que en un mismo tiempo se estienden á dilatados espacios, cual fué el que poco há padecemos: pues para los que comprenden un corto territorio bastan las exhalaciones que de mucho menor profundidad se levantan á alguna ó algunas cavernas poco distantes, donde forman tempestades semejantes á las que vemos en la atmósfera. Pero no obstante esta material discrepancia, la unidad de la causa que es la virtud eléctrica para uno y otro caso, constituye la unidad del sistema total sobre la causa de los terremotos.»

APÉNDICE SEGUNDO.

LA ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

Y SUS PRINCIPALES MANIFESTACIONES.

Veniet tempus quo ista, quæ nunc latent, in lucem dies extrahat, et longioris ævi diligentia. Ad inquisitionem tantorum una ætas non sufficit.

Llegará tiempo en que, á beneficio de repetidas y diligentes observaciones, se harán patentes estas verdades desconocidas para nosotros al presente. No basta una sola edad para tan grandes descubrimientos.

SÉNECA, *Quæst. Natur.*

Verdad es que hay en las ciencias una parte meramente especulativa, y que difícilmente puede conducir á resultados prácticos; sin embargo, es preciso no olvidar, que aun esta parte, al parecer inútil y, como si dijéramos, de mero lujo, se liga muchas veces con otras que tienen inmediata relacion con las artes. Por manera que su inutilidad es solo aparente; pues andando el tiempo se descubren consecuencias en que no se había reparado.

BALMES, *El Criterio.*

CUALQUIERA que consulte la historia de los progresos y vicisitudes de las ciencias físicas desde los tiempos mas remotos hasta nuestros dias, no podrá menos de observar que así como en los anales de los imperios y de las naciones se encuen-

tran períodos brillantes á causa de la prosperidad y gloria que gozan, así tambien hállanse en la historia de la física épocas brillantes por los descubrimientos que en ellas tuvieron lugar. Verdad es que no siempre la importancia y utilidad de esos descubrimientos han estado en razon directa de la admiracion que excitaron en sus contemporáneos. En la historia de las ciencias físicas y naturales, encuéntranse algunos hechos y sistemas que, despues de haber arrebatado por algun tiempo la admiracion del hombre y despues de haber sido el estudio favorito de su siglo, pasaron rápidamente para aumentar el número de opiniones, hipótesis y teorías que despues de haber ejercitado la inteligencia del hombre por algunos dias, van á sepultarse para siempre en el olvido, del cual tal vez no debieran haber salido. En cambio, los anales de las ciencias físicas nos ofrecen otra clase de descubrimientos, cuya importancia, utilidad y aplicaciones les impiden tener el fatal destino de los primeros. A esta clase de hechos y conocimientos privilegiados pertenece la electricidad en todas sus partes, entre las que ocupa un lugar distinguido la que se refiere á sus manifestaciones en la atmósfera por medio del trueno, del relámpago y del rayo.

Desde que los fenómenos eléctricos tuvieron cabida en la física, dieron origen á una nueva rama de esta ciencia, la cual se desarrolló rápidamente y corrió á pasos agigantados hácia su perfeccion. Los físicos reconocieron en la electricidad uno de los mas poderosos agentes de la naturaleza, desconocido á los antiguos; cultivaron con ahinco su estudio, sometiéndola cada dia á nuevos y variados experimentos; se escogitaron ingeniosas hipótesis para explicar su naturaleza y dar razon de sus fenómenos; se hicieron útiles é importantes aplicaciones de ese nuevo resorte de la naturaleza, así en las ciencias como en las artes, comercio é industria; en una palabra, cada físico se hizo como un deber de conducir su piedra al

vasto y brillante edificio que se alzaba en los umbrales de las ciencias naturales. De aquí los rápidos progresos de esta rama de la ciencia desde que se proclamó la existencia de la electricidad hasta nuestros dias, y de aquí tambien el estado floreciente en que se ha conservado y conserva hoy sin retrogradar jamás.

Aparte de los resultados especiales que hasta el presente ha producido, así en el órden especulativo como en el práctico, hallamos una razon poderosa para que los amantes de las ciencias cultiven con todo esmero y sin descanso, y dediquen con preferencia su atencion á una materia que, á pesar de las diferentes fases bajo las cuales se presenta, nos ofrece, sin embargo, una tendencia marcada hácia la unidad á que aspiran sin cesar las ciencias, como á su perfeccion. Vemos, en efecto, á la electricidad desempeñar un papel importante en los variados y complicados fenómenos de la naturaleza que antes se atribuian á causas, no solo diferentes, sino hasta destituidas de toda relacion entre sí, y lo que es mas aun, vemos que cada nuevo paso dado en esta privilegiada carrera, nos descubre íntimas relaciones entre los agentes de la naturaleza, lo cual ciertamente, no es el resultado menos importante entre los varios á que ha dado origen ú ocasion el estudio de la electricidad.

I.

Reseña histórica sobre el descubrimiento de la electricidad ordinaria.

Hemos indicado que la electricidad fué desconocida de los antiguos filósofos, porque si bien es cierto que algunos de ellos hablaron de la propiedad que tiene el ambar de atraer y repeler los cuerpos ligeros que se le acercan, sus conocimientos respecto de esta materia puede decirse que se hallaban reducidos á esta observación. Debe hacerse, sin embargo, una honrosa excepción en favor de Teofrasto, discípulo y sucesor de Aristóteles en la escuela peripatética, el cual, después de haber hablado del *electron*, atribuye también la propiedad de atraer los cuerpos ligeros á la sustancia llamada *lynkurium*: según las investigaciones de los modernos parece fuera de duda que el *lynkurium* de Teofrasto es nuestra turmalina, y es bien sabido que esta sustancia es uno de los cuerpos en que se manifiesta con mayor facilidad y energía la fuerza eléctrica.

Muchos siglos transcurrieron sin que los físicos fijasen su atención en semejantes fenómenos, hasta que á principios

del siglo XVII, Gilbert, médico inglés, reconoció la propiedad de atraer y repeler los cuerpos ligeros, no solo en el *electron* y en el *lynkurium* de Teofrasto, sino en algunos otros cuerpos, razón por la cual algunos filósofos modernos, especialmente entre los ingleses, han llamado á Gilbert el «padre de la electricidad moderna.» Sin pretender disminuir en lo más mínimo el mérito del médico inglés, creemos no obstante, que con igual razón, cuando menos, se pudiera conceder este dictado á un físico que floreció tres siglos antes que él. El principal mérito de Gilbert en esta materia, y la razón por qué se le ha atribuido esa gloria, consiste en haber reconocido que la propiedad de atraer los cuerpos ligeros, no solo conviene al *electron* y *lynkurium*, sino á gran número de piedras preciosas, como el diamante, el ópalo, el rubí, etc. Pues bien: si los mencionados filósofos se hubieran tomado el trabajo de revolver algunos volúmenes que yacen no pocas veces cubiertos de polvo en el fondo de las bibliotecas, relegados á un olvido que no siempre merecen, hubieran visto que esta verdad había sido conocida ya en el siglo XIII por el famoso Alberto Magno, religioso de la orden de Santo Domingo. Después de haber dicho que la piedra por él denominada *suctinus*, y que parece ser una especie de ambar, cuando es frotada «atrae las hojas, las pajas é hilos como el imán al hierro...» al hablar del *lynkurium*, pone estas terminantes palabras: «Se ha experimentado de esta piedra, que cuando se la frota atrae las pajas, lo cual conviene también casi á todas las piedras preciosas:» *Et est expertum de ipso, quod fricatus trahit paleas, quod fere convenit omni lapidi pretioso* (1). Es digno de notarse también que este gran físico observó un fenómeno espe-

(1) *Alberti Magni Opera omnia*, tom. II, trat. 2.º de los Miner., página 233, edic. de Lyon, 1651.

cial, que despues se ha reconocido como uno de los efectos de la electricidad. «Hay algunos, dice, que cuando se lavan la cabeza con agua caliente ó mezclada con lejía y cuando afeitan los cabellos, se ven salir chispas de su cabeza, si la restregan con un pedazo de tela áspera.» (1)

Sin embargo, estos primeros ensayos solo eran el crepúsculo de los grandes descubrimientos que se preparaban en el campo de las ciencias. El estudio de la electricidad hizo débiles progresos, hasta que físicos eminentes, como Bacon, Boyle, Oton de Guerik, Newton y mas que todos Hauwksbée le dieron nuevo empuje, estudiando con perseverancia y con suceso los fenómenos eléctricos. Hauwksbée parece haber sido el primero que observó la facilidad con que se desarrolla la electricidad en el vidrio por medio del frotamiento. Descartes habló tambien de los cuerpos eléctricos en su obra *De principiis* que apareció por primera vez en el año 1645, y hasta intentó explicar los fenómenos eléctricos por medio de su famoso sistema de los tres elementos. Los brillantes descubrimientos de Newton relativos especialmente á la óptica y á la astronomía retardaron por algunos años los progresos de la ciencia de la electricidad. La nueva fase que aquellos fecundos descubrimientos daban á las ciencias físicas y exactas atrajeron las miradas y fijaron la atencion de los sábios, y de ahí el vacío que se nota en la historia de la electricidad despues de Hauwksbée. Gray volvió á llamar la atencion de los físicos hácia los fenómenos eléctricos, mediante las variadas observaciones é ingeniosos esperimentos que hizo y publicó en el siglo XVII. Apareció poco despues el famoso esperimento de la botella de Leyden, cuyo descubrimiento, aunque debido á la casualidad, se disputaron Muskembroecke, y M. Kleist ca-

(1) Tomo III de las obras citadas, pág. 86.

nónigo de Comin. Nuevos ensayos y curiosas investigaciones sobre la naturaleza y efectos del fluido eléctrico, fueron el resultado inmediato de la experiencia de Leyden. La electricidad adquirió mayor importancia científica, multiplicáronse los experimentos, se variaron las observaciones, y nadie ignora los rápidos progresos que hizo en los siglos siguientes esta nueva rama de la física, hasta llegar al estado de perfeccion relativa en que hoy la vemos, y que aun parece prometer magníficas recompensas á los que se ocupan en su estudio.

II.

Analogia de la electricidad ordinaria con la atmosférica indicada por los físicos.

Despues de haber indicado el desarrollo sucesivo de la electricidad, hasta llegar á la época en que viniendo á ser un estudio constante de los sábios se hizo inseparable de la física, hablaremos de las aplicaciones que se hicieron de la misma para dar razon de los fenómenos eléctricos que se manifiestan en la atmósfera, fenómenos conocidos bajo el nombre de meteoros igneos, y de las principales esperiencias que motivaron dichas aplicaciones. Siendo nuestro intento, al escribir esta disertacion, poner al alcance de todos el conocimiento de estos fenómenos que tanto interesan nuestra curiosidad en un clima especialmente en que son tan frecuentes, pondre-

mos estudio especial en abstenernos de términos y experimentos difíciles de comprender si no se tienen á la vista las máquinas é instrumentos á que se refieren, procurando poner nuestras esplicaciones al alcance, no solo de los que se hallen poco versados en estas materias, sino hasta de las personas vulgares. Causa verdaderamente admiracion que á pesar de la analogía tan notable que existe entre los fenómenos eléctricos de nuestras máquinas artificiales y los que se observan en el rayo y relámpago, hayan trascurrido, sin embargo, muchos años despues de haberse descubierto la electricidad artificial con la mayor parte de sus principales efectos, sin que los físicos pensasen en hacer uso de esa analogía para la explicacion del rayo, sus efectos y fenómenos que le acompañan.

Gray, físico inglés, fué uno de los primeros que advirtió esta analogía, segun consta de su carta escrita á Mortimer fechada en 28 de Enero de 1754, en la cual, despues de hablar de varios experimentos eléctricos, se expresa así: «Vemos por estos experimentos que se puede producir por medio de la electricidad una llama de fuego con una explosion y una ebullicion del agua fria, y aunque estos efectos solo sean al presente *in minimis*, es muy probable que con el tiempo se hallará el medio de reunir mayor cantidad de electricidad, y consiguientemente de aumentar la fuerza de este fuego eléctrico, el que segun nuestros experimentos (*si licet magnis componere parva*), parece ser de la misma naturaleza que el del trueno y de los relámpagos.» Como se vé por estas palabras, Gray, aunque sospechó la identidad de origen del rayo y de la electricidad artificial, segun lo hicieron tambien Wall y Winkler, no llegó á establecer una comparacion meditada entre estas dos clases de fenómenos. El abate Nollet, célebre por sus obras y experimentos sobre la electricidad, consignó de una manera mas formal y esplicita la mencionada analogía en 1748.

Despues de haber intentado explicar el rayo con sus fenómenos por medio de las efervescencias químicas determinadas por diferentes causas en la atmósfera, segun la hipótesis hasta entonces admitida, añade estas notables palabras: «Despues de todo lo dicho acerca de los meteoros inflamados, quizás dirá alguno que he propuesto mas incertidumbres que instrucciones. Sin embargo, he procurado instruirle, mostrándole los lugares mas débiles del sistema que he expuesto, para que si no queda mas satisfecho que yo, suspenda el juicio, como yo lo hago, y esté siempre dispuesto á examinar sin prevencion todo lo que se dirá en adelante acerca del mismo asunto. Si alguno, por ejemplo, emprendiese probar con una comparacion bien seguida de fenómenos, que el trueno está en manos de la naturaleza, como la electricidad está en las nuestras, y que estas maravillas de que ahora disponemos á nuestra voluntad son unas imitaciones de estos grandes efectos que nos espantan, y que uno y otro dependen de un mismo mecanismo; si se mostrase que una nube preparada con la accion de los vientos, del calor, de la mixtura de las exhalaciones, etc., es respecto de un cuerpo terrestre, lo mismo que es un cuerpo electrizado en presencia y á cierta distancia de uno que no lo está, confieso que si se sostuviese bien esta idea me agradaria mucho; y para sostenerla ¿qué razones mas especiosas no se ofrecen á cualquiera que se haya hecho cargo de lo que es la electricidad? La universalidad de la materia eléctrica, la prontitud de su accion, su inflamabilidad, su actividad para inflamar otras materias, la propiedad que la acompaña de tocar los cuerpos exterior é interiormente hasta sus menores partes, el singular ejemplo que tenemos de este efecto en la experiencia de Leyden, la idea que legítimamente se puede formar suponiendo un grado mayor de virtud eléctrica, etc. Todos estos puntos de analogía, en que pienso ya há tiempo, empiezan á persuadirme que tomando

por modelo á la electricidad, se podrán formar algunas ideas del rayo y del relámpago, mucho más justas y verosímiles, que cuanto se ha discurrido hasta ahora.» (1) Cualquiera creeria, en vista de las palabras que anteceden, que Nollet hubiera tratado de explicar los fenómenos del rayo por medio de la electricidad, especialmente despues de haber sido testigo de las famosas experiencias de Marly-la Ville, y sin embargo, este hábil fisico á quien se debe el descubrimiento de no pocos de los principales fenómenos eléctricos, que escribió obras importantes sobre esta materia, que formuló una hipótesis bastante ingeniosa sobre la naturaleza del fluido eléctrico, y que impugnó las opiniones de su contemporáneo Franklin sobre varios puntos relativos á la electricidad, en sus escritos posteriores se refiere todavía á las opiniones de los antiguos para la explicacion de los meteoros ígneos, ó cuando menos, no hizo uso de los progresos que en su tiempo hizo la ciencia de la electricidad, aplicándola á la explicacion de los fenómenos del rayo.

(1) Nollet, *Lecciones de Física experimental*, tom. IV, p. 283 y sigs. edic. de Madrid, 1757.

III.

Franklin descubre que el rayo debe su origen á la electricidad atmosférica.

La perfecta semejanza entre estos fenómenos y los efectos de la electricidad artificial, se confirmaba á cada paso que daba la ciencia en la nueva carrera que acababa de abrirse, y cada nuevo experimento convertíase en una prueba más de la analogía que existe entre esos dos órdenes de fenómenos. En efecto: los físicos no podían menos de notar que si el rayo destruye los edificios, reduce los árboles á astillas, mata los animales, sin dejar muchas veces señales sensibles de su acción destructora; si derrite los metales, rompe en mil pedazos los cuerpos que encuentra á su paso, con especialidad cuando son malos conductores, se dirige con preferencia sobre los cuerpos metálicos y demás buenos conductores de la electricidad, quema y carboniza los cuerpos, si obra, en fin, algunas veces sobre los imanes, ya destruyendo su virtud magnética, ya comunicándola de nuevo á algunos cuerpos, ó ya ranversando sus polos; todos estos efectos eran producidos en pequeño por medio de la electricidad artificial, la cual es capaz de matar algunos animales sin que en ellos se observe causa aparente de muerte, de fundir y reducir á óxidos los metales, agujerear cartones y aun vidrios por medio de una chispa, determinar la combustion en muchos cuerpos, etc. Solo faltaba, por consiguiente, un genio atrevido que por medio de experiencias directas pusiese fuera de duda la identidad de la materia eléctrica en las nubes tempestuosas