

## XVI.

## Sobre la existencia de rayos ascendentes.

En todos tiempos, desde que los **retumbos** pavorosos del trueno y la luz fulgurante del relámpago comenzaron á llenar al hombre de espanto y de terror, lo **mismo** el filósofo que el hombre vulgar habian abrigado **siempre** la conviccion de que el rayo se lanzaba del seno de las **nubes** sobre la tierra. En el primer tercio del siglo pasado, **presentóse** el célebre Maffei probando con numerosos **experimentos** que el rayo se lanza mas bien de la tierra hácia las **nubes**; **pero** acontecióle á este físico lo que acontece generalmente á **los** que intentan operar en cualquier materia una **reaccion** violenta. Arrastrado por el deseo de desarraigar la **opinion** entonces dominante, llevó las consecuencias de su **sistema** mas lejos de lo que permitian los hechos, pretendiendo **que** el rayo subia siempre de la tierra, sin descender en **ningun** caso de la nube. Empero, si es cierto que esta **opinion** **exagerada** se halla en contradiccion, no solo con la **creencia** general y constante, sino con la experiencia y principios de **la** física, no lo es menos, que el rayo sale algunas veces del **suelo** para lanzarse á la region de las tempestades, y sería **una** temeridad negar la realidad de este fenómeno, atestiguada por gran número de físicos eminentes, tales como Beccaria, Cote, Recher, Fortu-

nati, Vigñoles, Segnier, La-lande con otros muchos que sería largo enumerar.

El abate Chappe, bien conocido entre los físicos por sus viages y trabajos astronómicos, refiere un hecho notable relativo á esta materia. Hé aquí cómo se expresa en su *Viaje á la California*: «En las inmediaciones de Querétaro tuve la satisfaccion de ver y convencerme diferentes veces de la verdad de un fenómeno, que habia sospechado, mas bien que observado en Francia, á saber, el del rayo que se eleva de la tierra, en lugar de caer de las nubes, segun la opinion comun. El 3 de Mayo de 1769, hallándome cerca de Molino, pequeña aldea distante unas treinta y seis leguas de Méjico, descubrí hácia el sur una gran nube negra medianamente elevada sobre el horizonte, y todo el resto del hemisferio estaba como inflamado. Dicha nube parecia sostenerse sobre tres columnas igualmente distantes una de otra, y cuya base tocaba casi en el horizonte: mientras permaneció en este estado se sucedian relámpagos muy vivos y frecuentes en los tres puntos de la nube que correspondian á los vértices de dichas columnas, y al mismo tiempo salian de los puntos del horizonte en donde descansaban las bases unas irradiaciones de luz eléctrica semejantes á las que se vén en una aurora boreal. Muy poco despues se bajó la nube, y vimos elevarse del suelo muchos rayos en forma de cohetes que estallaban en lo alto de la nube. Por lo que á mí toca, estaba muy seguro de que no me hacia ilusion á mí mismo en esta observacion; pues todas las personas que me acompañaban, el intérprete y los soldados de la escolta, que no se hallaban prevenidos por ningun espíritu de sistema, fueron los primeros que notaron el fenómeno y solo una vez nos pareció que el rayo salia de las nubes. Dos dias despues volvimos á ver en corta diferencia el mismo espectáculo, y observamos igualmente que el rayo se elevaba de la tierra con

bastante lentitud para poder distinguir su origen y direccion.»

El abate Bertholon hizo tambien en tiempo de tempestad observaciones análogas, que confirman la realidad de este fenómeno. «En 28 de Octubre, dice, de 1762, á cosa de las cinco y cuarto de la mañana, hallándome á un cuarto de legua de Brignai, me asaltó una tempestad horrorosa que duró hora y media, en cuyo espacio distinguí muchas corrientes de fuego que se elevaban de la tierra y eran seguidas de un estampido semejante al del trueno, pero seco y casi nada repetido. En esta ocasion me hallaba yo en el camino real con un compañero de viaje y un criado: á un lado teníamos una pequeña cordillera de montañas, y al otro una especie de valle, y pude observar fácilmente la direccion del rayo que salia de la tierra, en razon de que el tiempo, que al principio habia sido claro, se puso despues muy oscuro y las ráfagas de fuego se sucedieron con mucha frecuencia. Continuando la tempestad arreció el viento, cayó una lluvia copiosa acompañada de granizo, y cuando habia cosa de media hora que habíamos comenzado á notar unos cohetes luminosos que se lanzaban de la tierra contra las nubes, ví caer un rayo acompañado de un estampido tan horroroso, que puedo asegurar que no le habia oido nunca tan fuerte... En 30 de Junio de 1773, cerca de las seis de la tarde, cayó un rayo en Casoul, lugar situado á dos leguas de Beziers y mató á un hombre. En esta tempestad, que duró algun tiempo, ví tres corrientes de fuego muy marcadas que se elevaron sucesivamente desde la tierra hácia las nubes, produciendo una explosion muy fuerte. El 21 de Agosto de 1774 á cosa de las cinco y media de la tarde... nos sorprendió de improviso una fuerte y copiosa lluvia precedida de todas las señales que anuncian una tempestad, y ví distintamente un rayo que se levantó de la tierra y estalló á cierta elevacion con un estrépito muy fuerte, aunque poco

repetido; la figura de la llama que culebreaba con gran rapididad nos pareció de poca longitud.» (1)

Nuestro Feijóo abrazó tambien esta opinion y aduce los hechos siguientes para apoyarla: «El año de 1718 (como consta de la Historia Académica de las Ciencias, año de 1719, página 22), la noche del 14 á 15 de Abril, fatal por la horrible tempestad que cayó sobre Bretaña la Baja, y de que dimos noticia en el tomo V, discurso 5, núm. 36. Mr. Deslandes, de la Academia Real de las Ciencias, que se hallaba á la sazón en Brest, tuvo la curiosidad de ir á Govesnon, lugar distante legua y media para informarse de la operacion y efectos de un rayo que habia destruido la Iglesia de aquel lugar. Allí supo que lo primero se habian visto tres globos de fuego cada uno de tres piés y medio de diámetro que, habiéndose unido, se encaminaron á la Iglesia, y la rompieron á dos piés de altura sobre el suelo, sin romper los vidrios de una ventana grande, que estaba cerca; que al mismo tiempo mató dos personas de cuatro que estaban tocando las campanas, é hizo saltar hácia arriba el techo de la iglesia, como hubiera hecho una mina... El segundo suceso que hace á nuestro propósito, es el que refiere Mr. Mairan, tambien de la Academia Real de las Ciencias, de una encina hecha pedazos por un rayo, en que todas las circunstancias del destrozo mostraban que el rayo habia rompido hácia arriba, no hácia abajo.» (2)

En fuerza de estas observaciones y de otras muchas que pudiéramos citar, creemos fuera de duda que el rayo sale algunas veces de los cuerpos terrestres y se dirige hácia las

(1) Bertholon, *Electricidad de los Meteo.*, tom. I, pág. 436 y siguientes, edicion de Valencia, 1830.

(2) Feijóo, *Teat. Crit.*, tom. VIII, pág. 200 y siguientes.

nubes; porque si bien es posible que algunos de los físicos que dedicaron su atención á este género de observaciones, se engañasen alguna vez, preocupados por el deseo de encontrar á toda costa pruebas y experimentos que corroborasen su modo de pensar, sería, sin embargo, ponerse en contradicción con las prescripciones de la crítica y del buen sentido, el negar la verdad y exactitud de todas sus observaciones. Por otra parte, la teoría que llevamos expuesta se halla perfectamente de acuerdo con esta opinión. Hemos visto que el rayo no es otra cosa que la chispa eléctrica que salta entre la nube y el cuerpo terrestre sometido á su influencia, cuando la electricidad adquiere el grado de tensión suficiente para vencer la resistencia del aire interpuesto que se opone á su paso: luego para que se verifique la explosión del rayo, basta que cualquiera de las dos electricidades adquiera la tensión necesaria para vencer la resistencia del aire: luego así como cuando la electricidad de la nube llega primero á ese grado de tensión, el fluido eléctrico se dirigirá desde la nube sobre la tierra y el *rayo caerá*, así por el contrario, si la electricidad atraída y acumulada en la parte superior del cuerpo terrestre adquiere antes que la de la nube la tensión necesaria al efecto, el fluido saldrá entonces del cuerpo terrestre para dirigirse hácia la nube, en cuyo caso la explosión del rayo se verificará de abajo arriba, no siendo imposible también que alguna vez tenga lugar esta explosión de la nube y del cuerpo terrestre simultáneamente, si las dos electricidades llegan en el mismo instante al punto de tensión necesaria para vencer la resistencia de la capa de aire interpuesta.

## XVII.

## Sobre el origen y causas de la electricidad atmosférica.

Hasta ahora hemos seguido al rayo y sus fenómenos, tomando las nubes que determinan su explosión cargadas de electricidad ó positiva ó negativa. Ensayemos ahora señalar el origen de esta electricidad atmosférica. Pocas cuestiones hay en la física moderna que hayan ejercitado tanto el ingenio de los que la cultivan, como la que se refiere al origen de esta electricidad. De aquí la multitud y variedad de hipótesis que con este objeto se han escogitado. Que las nubes tempestuosas se hallan cargadas de electricidad, es una verdad de todos conocida y comprobada, no solo por los experimentos que al principio de esta disertación hemos expuesto, sino por las observaciones posteriores de Saussure y Volta, y por los recientes experimentos de PUILLET, PELTIER y especialmente de BECQUEREL, que se ha distinguido últimamente en este género de investigaciones. Los experimentos y observaciones de estos hábiles físicos conducen á los siguientes resultados:

1.º La electricidad de la atmósfera es positiva generalmente cuando el cielo se halla sereno y sin nubes, y como por otra parte, cuanto mas se elevan en la atmósfera los instrumentos de observación, se presentan por lo regular mas cargados de electricidad, se ha deducido de aquí que la intensidad de esta crece con la altura.

2.º Así como la declinacion magnética experimenta variaciones diurnas mas ó menos sensibles en los diferentes lugares del globo, así tambien la intensidad de esta electricidad atmosférica se halla sujeta á variaciones mas ó menos periódicas en las diferentes horas del día. Desde la salida del sol hasta las ocho ó las once de la mañana, segun las diferentes estaciones, crece gradualmente la electricidad positiva, decrece en seguida con bastante rapidez hasta poco antes de ponerse el sol, comienza á crecer segunda vez hasta pocas horas despues de puesto el sol, para disminuir de intensidad durante las horas restantes de la noche.

3.º Cuando el cielo está cubierto no es tan constante la electricidad positiva de la atmósfera, sino que presenta alternativas mas ó menos regulares de electricidad positiva y negativa, no siendo raro el ver que la presencia ó formacion de una nube cambie repentinamente el estado eléctrico de la atmósfera.

Por lo que hace al origen de esta electricidad, algunos atribuyeron su desarrollo al rozamiento de la tierra con la atmósfera; otros á las corrientes hidro-eléctricas desarrolladas en las diferentes capas del globo; otros pretendieron explicarla considerando la tierra como una gran pila termo-eléctrica; otros á la descomposicion de las materias vegetales y animales. No negaremos que todas estas causas pueden contribuir mas ó menos á la determinacion del estado eléctrico del aire, y tenemos tambien por muy probable que en el interior del globo y entre sus diferentes capas se desarrollan corrientes hidro-eléctricas y termo-eléctricas bastante enérgicas, para contribuir, cuando menos, á la produccion de algunos fenómenos de la naturaleza. Pero por mas que reconozcamos la existencia de dichas corrientes, hasta tanto que se nos haga ver de qué manera esas corrientes pueden comunicar en abundancia su electricidad á la atmósfera, nosotros buscare-

mos el origen principal de la electricidad atmosférica en la evaporacion de las aguas, en la vejetacion de las plantas y en el contacto de las tierras con las aguas dulces y saladas. Resulta, en efecto, de los experimentos de Puillet, que en toda evaporacion de agua mas ó menos saturada de materias salinas ó alcalinas, hay desprendimiento de electricidad, á lo menos si hay roce de las partículas de agua arrastradas por el vapor contra las paredes de la vasija ó cuerpo continente, y como esta condicion se realiza no solo en las aguas del mar, sino tambien en las aguas dulces de los continentes, es fácil reconocer la inmensa cantidad de electricidad que la evaporacion de esas grandes masas de agua debe comunicar á la atmósfera, al diseminarse por ella los vapores. Se ha observado tambien, que la disolucion en que se verifica la evaporacion, queda cargada de electricidad negativa, al paso que los vapores desprendidos llevan consigo electricidad positiva. Tal vez sea esta la causa por qué el suelo se halla constantemente con electricidad negativa y por qué en la atmósfera se manifiesta con mas frecuencia la positiva.

La vejetacion constituye otro manantial abundante de electricidad para la atmósfera; porque, segun las sagaces observaciones del mismo Puillet, corroboradas por los experimentos de Becquerel, el oxígeno y el ácido carbónico que las hojas de los vegetales exhalan continuamente se encuentran electrizados positivamente.

Por lo que hace al desprendimiento de electricidad en el contacto de las tierras con las aguas así saladas como dulces, hé aquí cómo se expresa la *Revista de los Progresos de las Ciencias*, al hacer el extracto de los trabajos de Becquerel sobre este punto: «Los efectos eléctricos producidos por el contacto de las aguas dulces y saladas se han observado sucesivamente con unas láminas de oro y de platino, y con las mismas láminas cubiertas con polvo de carbon, azúcar cande,

para retardar cuanto fuera posible la polarización producida cuando el circuito está cerrado, á fin de apreciar los efectos... Numerosos experimentos hechos en distintos puntos por Mr. Becquerel, le han probado que la tierra vegetal es siempre positiva en su contacto con el agua dulce ó con la del mar; que los efectos eléctricos son muy débiles entre las aguas y tierras adyacentes, cuando estas son permeables á las primeras. En las marismas saladas, segun era de esperar, son negativas las tierras con relacion á las aguas dulces. Mr. Becquerel observó que la fuerza eléctrica en el contacto del agua del mar con la tierra vegetal, siendo iguales todas las demás condiciones, es próximamente dos veces ó cuatro mas fuerte que la que produce el contacto de las mismas tierras con aguas dulces. Los experimentos se han verificado durante el último invierno en el jardin de Plantas de noche y dia por espacio de tres meses consecutivos, poniendo en comunicacion el agua de un pozo del establecimiento con la tierra circundante.» (1) Creemos, pues, que en el estado actual de la ciencia, la evaporacion, la vegetacion y el contacto de las tierras con las aguas deben considerarse como los manantiales mas abundantes y perennes de la electricidad atmosférica, y esta teoría, sobre hallarse apoyada en observaciones y experimentos decisivos, tiene la inmensa ventaja de explicar de una manera bastante satisfactoria la mayor frecuencia de tempestades en determinados climas relativamente á otros. Es evidente, en efecto, que en los climas intertropicales, en los cuales estas causas, ó cuando menos las dos primeras, obran en mayor escala y con mayor actividad, la electricidad atmosférica será mas abundante é intensa que en

(1) *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales*, tom. VII, núm. 8.º, pág. 486.

las regiones polares, en las cuales ni la evaporacion ni la vegetacion son tan abundantes y activas. Así no debe extrañarse que las tempestades sean mas frecuentes, en general, bajo los trópicos que en las zonas templadas y frias; que si se presentan algunas excepciones en esta ley, debe buscarse la razon de su existencia en las condiciones especiales en que se encuentran dichos puntos, relativamente á las causas indicadas. Hay mas aun: la observacion manifiesta que las tempestades son menos frecuentes en el interior de los grandes continentes, que en las regiones situadas cerca de las costas; fenómeno que se explica muy bien en nuestra teoría, supuesto que el contacto de las aguas saladas con las tierras determina desprendimiento de electricidad.

Ya hemos indicado antes que, además de las tres causas señaladas como principal origen de la electricidad atmosférica, pueden y deben admitirse otras secundarias, que cooperen mas ó menos al mismo efecto. Siendo el aire cuerpo ideoeléctrico, su rozamiento con la tierra y con los diferentes cuerpos colocados en su superficie, y tambien el roce y contacto de sus capas entre sí podria desarrollar fluido eléctrico. Por otra parte, las investigaciones mas recientes sobre las fuentes de electricidad tienden á poner en evidencia que en todas las acciones moleculares hay desprendimiento de fluido, de manera que no puede alterarse el equilibrio de las moléculas sin que se turbe igualmente el de la electricidad. En consecuencia, el roce de los cuerpos, las combustiones, las acciones y reacciones químicas con otra infinidad de acciones análogas que se operan á cada instante entre los diferentes cuerpos de la naturaleza, serán otras tantas fuentes secundarias de la electricidad atmosférica, debiendo admitirse como principio fundamental en esta materia «que todo trabajo molecular mecánico, fisico ó químico desprende electricidad.»