

DISCURSO

QUE

SOBRE LOS FENÓMENOS DE LA ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

LEYÓ

EL SR. D. MANUEL RICO Y SINOBAS

EN EL ACTO

de su recepcion de Académico numerario de la Real Academia de Ciencias.

— o o o —

Señores:

DESDE este honroso lugar y con igual motivo los dignísimos Académicos que me han precedido con sus discursos, dieron á esta respetable Corporacion pruebas patentes de la ciencia atesorada por el trabajo y el estudio, delineando con mano segura, ya el cuadro histórico de la importancia siempre en aumento de la química como ciencia filosófica, bien el que corresponde á las matemáticas consideradas como el mas firme apoyo, ó eje sobre el que gira y en lo futuro girará el inmenso plano de los métodos inductivo, de observacion y esperimental de la filosofía física. No faltó entre los que me escuchan alguno que con mirada fija, y para la historia de los progresos del entendimiento humano, descendió desde la idea general de la ciencia á demostrar con sagacidad consumada que el organismo de los vegetales era de una sencillez

aparente; mientras que otro señaló con poderosa razón la tendencia progresiva á la armonía entre el mal, hijo de las pasiones de la criatura que perece, y los bienes científicos amontonados por el trabajo de los siglos que se suceden.

Aquellos discursos, Señores, se conservan cuidadosamente como pruebas que la historia imparcial recojerá mañana, para reunir las con otras y marcar sobre las naciones los centros del saber, cuya importancia se valorará en el porvenir por la viveza de la luz acumulada en ellos, y por la distancia á que lleguen en el trascurso del siglo XIX sus rayos ondulantes y civilizadores. Interpretando segun lo espuesto uno de los deberes que impone el Estatuto de la Academia, y conmovido por la lectura y el estudio de la palabra científica de los que me han precedido en este lugar, se comprenderá mi justo temor en ocasion de seguir á tan dignísimos Académicos.

Por lo tanto, difícil era la eleccion de un asunto científico que, como motivo de mi discurso, fuese digno de la ilustrada Corporacion que llamándome á su seno me dispensa un honor á todas luces inmerecido; pero afortunadamente, el talento cultivado de quien conserva restos de un vigor que ya se acaba, interrogó hace pocos años á la naturaleza, al presente y al porvenir de la ciencia, diciendo desde este lugar: «¿Y quién osará negar que la que supo concentrar el carbono en el diamante, un día nos presente una sustancia que se resuelva en electricidad? ¿Quién es capaz de calcular todo lo que pasa en ese inmenso laboratorio de la atmósfera, donde la naturaleza tiene en juego todos los meteoros, influyendo en las acciones de los seres orgánicos que á su vez se ejercen sobre los demás, para no esperar que los metales y otros simples de hoy resulten mañana compuestos de elementos ignorados?» Interrogaciones de un valor incalculable, hijas de una fuerza que se gastó en el estudio, y cuyos restos todavía vigorosos se ocuparon en contemplar filosóficamente á la electricidad como agente físico, y á la atmósfera como laboratorio donde se reunen las mas poderosas facultades de la naturaleza.

Para calcular lo que pasa en el inmenso laboratorio atmosférico, puede servir lo que dice Davy con motivo de los progresos hechos en

las ciencias físicas: Que la observacion guiada por la analogia nos conduce al experimento, y la analogia confirmada por el experimento nos hace dueños de la verdad científica.

Por este principio de los métodos de estudio se igualan y encumbran los hombres de todos los siglos, así los que gastan la actividad de su espíritu en sujetar experimentalmente á la naturaleza con la destreza del ingenio, con la energía del fuego, con la dureza del hierro y la tenacidad del tiempo, como los que guiados por la observacion y seducidos por teorías y sutilezas ingeniosas, pretendieron la posesion de la verdad física, de la cual nos dejaron mezclados entre mil ídolos antiguos algunos magníficos restos estatuarios modelados por los cantores de las epopeyas paganas, y posteriormente por las escuelas y sectas que se han sucedido en medio de la civilizacion de los pueblos.

Hace medio siglo que la física reunida á la química, asociada á las ciencias matemáticas, y con todos los recursos de los métodos descriptivos de las ciencias naturales, consiguió elevar á la geología sobre la firme base espresada filosóficamente por Davy; reconstituyéndose con los minadores de la tierra, con los viajeros infatigables y por la reunion de asiduos observadores, la ciencia, cuyo objeto, segun Séneca, seria el estudio de todos los fenómenos naturales, que pasan ó pasaron desde la superficie hasta la profundidad del centro de nuestro planeta.

La misma física, con todos sus progresos, y auxiliada por las demás ciencias, sondeó con la luz y halló limitado el piélago atmosférico; pesó y encontró cantidades commensurables para la presion del aire. Para determinar el calor terrestre, á falta de mejores aparatos envió en todas direcciones, primero al termómetro florentino y despues los que se han construido con alguna ventaja, adquirida por el saber y la destreza. Guiados por la analogia, y temerosos de las interrogaciones de los escépticos de todas las edades, Dalibard y Franklin, á mediados de la última centuria, elevaron en la soledad y al través del aire sus cometas armadas con puntas, para tener entre sus manos, trascurridos breves momentos, el rayo vivísimo; ese meteoro que, en el espiritualismo poético de los antiguos pueblos, se suponía espresion fiel del enojo y de la ira de los dioses, que aterraban haciendo que el fuego y la luz brilla-

sen sobre el fondo oscuro de las nubes, ó ya tronchando como frágil caña á la criatura altiva que vivió en la tierra.

Es evidente que en la atmósfera y en las grandes alturas, segun indicó Séneca, pasan numerosos fenómenos, con cuyo difícil estudio se puede constituir una ciencia positiva, como lo es la geología relativamente á la existencia, superposicion y cambios que presenta ó ha presentado la costra seca de la tierra. Algunos, sin embargo, de noble y elevado espíritu por las perfecciones que idearon en los procedimientos experimentales, y que por su medio han rectificado muchos de los datos numéricos, que nos legaron como leyes físicas y naturales las ciencias del último siglo, en vista de las imperfecciones de los instrumentos de observacion, de las inmensas dificultades que ellos han tenido que vencer para rectificar los números del saber, y de los voluminosos registros acumulados por la meteorología, han espresado sus dudas sobre la cuestion de los métodos actualmente adoptados en aquella ciencia, y sus temores por los resultados y por las aplicaciones de la que, limitándose en sus investigaciones á las capas inferiores de la atmósfera, se dice que corre riesgo de abusar de la analogía al establecer sus teorías fundamentales.

Pero la ciencia del Océano atmosférico existe ó puede existir, porque se sostiene en un axioma filosóficamente espresado por Davy, y porque sus observadores se revuelven con la tenacidad propia de los números sobre los fenómenos y meteoros que llegan á presentarse en el plano atmosférico que cubre á la superficie marina ó terrestre del globo. Porque aquellos, considerando á la atmósfera de la tierra como una mezcla gaseosa, la estudiaron químicamente en los llanos y en las alturas, y mecánicamente en el fondo del Océano aéreo. Además, si la física considera á la atmósfera como un medio gaseoso á cuyo través pasan la luz radiante, el calor radiante y conducido, y la electricidad conducida é influyente cuando se halla acumulada en algun lugar del espacio, las ciencias fisiológicas á su vez han creído hallar en aquella luz que se percibe, en el calor que se siente y en la electricidad que conmueve, al neuma, al espíritu de que hablaban los antiguos, causa física de la actividad de la materia inorgánica, por cuyos medios las acciones

y reacciones de esta última se suceden en la naturaleza con una constancia y regularidad admirables. Los mismos fisiólogos, sin confundir á los agentes físicos con las fuerzas vitales de los vigorosos organismos, han notado simultáneamente que aquellas se sostienen, se exaltan, languidecen, se gastan y concluyen bajo la influencia de los fluidos imponderables, por cuya razon consideran como de grande interés por sus aplicaciones á su ciencia predilecta, á las observaciones atmosféricas relativas á la luz que llega en línea recta hasta la tierra, al calor que se dispersa y pierde aparentemente para ser condensado en los cuerpos, y á la electricidad que aquí desciende fugaz al través del aire, iluminándose la atmósfera por globos de fuego y por simples ó duplicadas chispas, que allí cae á torrentes en medio de las gotas gruesas de lluvias aturbonadas, que mas allá desciende lenta con los rocíos, que en otro lado es muy enérgica en medio de algunas nieblas, y que, por el contrario, en todas partes con tenacidad permanente marcha desde la superficie de la tierra envuelta por los vapores hácia las regiones mas altas del piélago atmosférico. Tales son los fenómenos que mas han llamado la atencion de los meteorologistas y del fisiólogo relativamente á la electricidad espontánea y naturalmente desarrollada y acumulada en el aire que respiran los seres dotados de vida, y sobre cuyos fenómenos accidentales me propongo fijar por breves momentos la atencion de la Academia.

II.

Franklin, Dalibard y Romas demostraron que la electricidad de la atmósfera tempestuosa era idéntica á la causa física que en manos de Wall dió por resultado la primera chispa eléctrica. Por aquella demostracion se perdió la poesía de los ascitici ó nubes precursoras de la tempestad, cuyas formas bizarras y estraños movimientos describió Virgilio. El rozamiento rudo de las nubes hasta brotar en ráfagas y chispas, el fuego meteórico de que habló Séneca, despues de los experimentos de Dalibard y Franklin pasó á ser una hipótesis bella y atrevida. El peso de las nubes cargadas de nieve, su descenso rápido y su pre-

sion sobre las capas inferiores de vapores, como causa del rayo segun Descartes, fueron supuestos físicos que corrieron la misma suerte que la opinion de Séneca; sorprendiéndose la crítica filosófica del siglo último, en cuyos registros se escribió como consecuencia del método de observacion y en señal de la nobleza de la mente de Séneca, la palabra rozamiento, origen de las que actualmente se llaman chispas eléctricas, y la palabra presion, que con mucha posterioridad se considera causa suficiente para producir señales eléctricas de notable intensidad. Para Franklin y Dalibard el rayo enmedio de la tempestad era una chispa eléctrica, y la tempestad misma no pasaba de ser un conductor vaporoso, aislado en medio del espacio atmosférico, en el cual existia el mismo fluido que en los conductores metálicos de una de nuestras máquinas eléctricas. Con el objeto de comprobar la opinion anterior se han seguido una série de estudios, de los cuales me ocuparé con suma rapidez.

Si el rayo procedia de un conductor electrizado y tempestuoso, aquella chispa deberia saltar hácia los puntos mas elevados de la superficie de la tierra, y hácia aquellas localidades que por su composicion fuesen mejores conductoras de la electricidad. La primera de estas dos conjeturas la comprobaron los viajeros, observando los esmaltes, estrías y surcos que el rayo deja en su camino por las rocas que coronan las cimas de las elevadas cordilleras; y cuando el rayo alcanza á las llanuras, por el estallido y destruccion de los troncos de los árboles, y por la existencia de las fulguritas enmedio de las arenas que se funden por el fuego del cielo. El número de estas últimas, y los cuadros estadísticos por los cuales se ha demostrado la frecuencia de la caida del rayo en determinadas localidades de composicion geológica conocida, patentizaron tambien que la segunda conjetura era fundada.

El rayo, en el supuesto de Franklin, debia pasar lateral y oblicuamente desde las nubes, centro de la tempestad, hácia otras mas ó menos distantes, que pueden á su vez constituir conductores cargados de electricidades contrarias. Tambien en este enunciado existen dos conjeturas; la primera familiarmente admitida por la generalidad, que observa en el fondo oscuro de la tempestad que algunos zig-zags eléctri-

cos cruzan el espacio casi horizontalmente. La segunda trató de comprobarla Peltier con una serie de esperiencias directas, en que tomó parte nuestro ilustrado y bien conocido D. Antonio Gutierrez, consiguiendo aquel físico hallar, por medio de la cometa armada de Franklin, signos contrarios en la electricidad de las capas vaporosas que rodean y constituyen un centro tempestuoso. El fenómeno meteorológico *de la frecuencia de signo* en la electricidad observada por medio de los conductores fijos á la superficie de la tierra, y cuando se estudia la influencia eléctrica de las nubes tempestuosas, sostienen con fundamento la segunda conjetura.

El rayo debia, y no habia razon contraria para que dejase en el supuesto de Franklin de dirigirse vertical ú oblicuamente, pero hácia la parte superior del centro tempestuoso; fenómeno que ha sido observado por algunos cazadores cántabros, cuyo pié atrevido se sostiene en ocasiones en riscos desde los cuales se distingue despejado el espacio superior, mientras que la vista, desde aquellas alturas y hácia los valles próximos, se pierde en un caos aparente de nubes amontonadas. Peytier y Hossard observaron el mismo fenómeno del rayo ascendente hácia nubes superiores desde las cimas del Pirineo, transcribiendo el hecho á los anales de la ciencia, y con él la demostracion en definitiva de ser el rayo en su tortuoso camino una chispa eléctrica resultante de la neutralizacion del fluido acumulado en las nubes, y de la electricidad contraria de otras masas vaporosas, ó de otros cuerpos mas ó menos distantes.

Hasta la consecuencia anterior se ha llegado por la analogía y el experimento, que confirmandose recíprocamente dieron origen á una verdad científica. Sin embargo, en el rayo que cruza el espacio atmosférico se observan algunos fenómenos característicos, difíciles de explicar por la analogía y por los experimentos con nuestras máquinas de construccion mas perfecta, pero en las cuales, á pesar de todas sus perfecciones, la electricidad, por su tension y cantidad, es incomparablemente menor que la acumulada por la naturaleza en las nubes tempestuosas.

Los antiguos no pudieron calcular con exactitud la tension y la

cantidad del fluido eléctrico acumulado en las tempestades, ni por la fábula ni por la historia, ni por la semblanza moral; tampoco las observaciones directas recojidas en los anales positivos de la ciencia de los últimos tiempos han dado los resultados exactos que serian de desear. Sin embargo, los estudios han cambiado de rumbo, y en lugar de la epopeya fabulosa por cuyo medio los antiguos nos dieron á conocer la tension y cantidad del fluido eléctrico en las tempestades que ellos observaron, el abate Richard, subiendo la montaña de Boyer en 1750, se halló en medio de una nube de tempestad declarada. Allí el rayo no tronaba por intervalos interrumpidos, en cambio su ruido era mas terrible por la continuidad; pero tambien allí Mr. Richard demostró que la existencia del hombre era posible en el espacio mismo donde se elabora el fuego, y de donde salta el meteoro que tan terrible fué para los antiguos.

La misma posibilidad de existir los observadores cuando se hallan envueltos por la tempestad, quedó comprobada en España durante el meteoro del 18 de agosto de 1806, refiriéndome á los que estudiaron en Madrid desde las inmediaciones de la torre de San Ginés el fenómeno eléctrico y luminoso que, muy terrible pero vistoso, apareció sobre aquel edificio. Del citado meteoro se dijo: «Llegada la noche del dia 18 se avistaron entre el horizonte del Mediodía y Poniente unas aglomeradas nubes negras y densas, que despues empezaron á chispear y serpentear en pequeños relámpagos. Como estos meteoros se ven á menudo en las noches de verano despues de fuertes calores, y no eran seguidos de truenos, juzgamos que estos fuegos propiamente eran la reverberacion de otros reales y efectivos relámpagos; pero en breve nos desengañamos de que nos amenazaba una fuerte tempestad.

En efecto, un aire repentino levantó en pocos minutos la nube hasta nuestro hemisferio; luego se vieron serpear cerca varios meteoros inflamados que nos deslumbraban; á estos seguian sin interrupcion los truenos, ó por hablar fisicamente, el relámpago ya era el trueno. En la proximidad conocí que teníamos la nube perpendicular, comunicándose su foco ó depósito de electricidad con el de la atmósfera inferior, y de consiguiente que estábamos en peligro. De repente vimos

cruzar con rapidez un surco de luz como cohete, que al parecer se dirigia á la veleta de la torre de San Ginés, y luego á impulsos de un trueno estrepitoso, apareció el chapitel de la referida torre electrizado, presentando el espectáculo mas risueño y agradable. Todo él estaba adornado de estrellitas ó pequeños globos que bullian incessantemente, sin que la lluvia oscureciese su resplandor y claridad; formaba la natural iluminacion como un cono piramidal coronado de una cola de estrellitas que subian como dos varas de la cruz, las cuales por intervalos desaparecian. En la cúpula, en la cornisa y en los ángulos del chapitel, se acumulaba mayor copia de materia iluminada; á todo el fenómeno acompañaba un chasquido casi imperceptible por la distancia, igualmente que el olor fosfórico mezclado con el terrestre; pero lo mas notable y gracioso era que, desde la bola del cuerpo del chapitel descendia por el aire en línea curva una cadena de estrellitas formando como S ó asa de una jarra. Por la parte del Norte parece que descendia algunas veces la materia luminosa ó el calórico, mas yo no pude observarlo. Y considerando que la atmósfera impregnada de moléculas ocultaria á nuestra curiosidad otros maravillosos efectos de la electricidad, tomé un antejo, y llegué á descubrir que en ciertos puntos emanaban (á lo que conjeturo, en los ganchos de hierro que hay para subir á la veleta) hermosos penachos luminosos compuestos de rayos divergentes entre sí, presentándose una vista agradable y superior á cuanto el arte puede inventar ó fingir. Descubria igualmente, aunque en confuso, un conductor ó vehiculo que comunicaba de la torre á la nube..... Duró este fenómeno de 9 á 10 minutos, y primeramente se desprendió de la barra de la veleta, soltándose todo despues á la manera que el fuego desampara el leño que ya no tiene materia combustible. Asi cesó este prodigioso fenómeno, sin hacer estrago notable ni en los hierros, ni en las pizarras, ni en parte alguna.»

Algunos se han encontrado en medio de las nubes de tempestad bien definida, citando Mr. Arago á Peytierd y Hossard, á quienes envolvió la tempestad misma diferentes veces durante sus trabajos geodésicos en el Pirineo; aquellos notaron que en medio de los vapores donde se elabora el rayo los cabellos se erizaban, percibiéndose el

ruido extraño é indefinible que producía la electricidad al escaparse por las estremidades de los dedos. En algunos momentos notaron las telas de su tienda de campaña como enrojecidas por el fuego; las armas allí presentaron señales positivas de fusión originada por la electricidad. En cuanto á la acción directa del rayo por aquellas alturas, fue suficiente para arrancar plumas á una perdiz blanca y carbonizar un trozo de madera, mientras la lluvia, el granizo, la nieve y los relámpagos eran fenómenos seguidos casi instantáneamente de violentos truenos.

Mr. Roset en su viaje por Africa, hablando de la tempestad del 8 de mayo de 1851, dice que á la postura del sol se vieron iluminados los techos de algunos edificios militares en Argel, sorprendiéndose los oficiales al notar que mientras sus cabellos se erizaban, los de sus compañeros aparecían luminosos, y que bastaba levantar las manos para que se presentase en la estremidad de los dedos la luz eléctrica, sin sentir ningún dolor, hasta que pasada la tempestad los referidos observadores se notaron fatigados, y con un cansancio que les agobiaba.

Situaciones análogas en que el hombre se ha hallado en medio de la tempestad ó muy próximo, se citan por todos los meteorologistas, comprobándose que la existencia de aquel sin graves incomodidades es posible en el centro mismo del meteoro referido; y por consecuencia, que cualesquiera que sean la tensión y la cantidad del fluido eléctrico acumulado en las nubes, mientras no cambie su estado estático por el de la electricidad dinámica ó en movimiento, los seres animados perciben algunas sensaciones oscuras, difíciles de definir.

La tensión y la cantidad del fluido eléctrico necesaria para originar las tempestades no se ha podido calcular con exactitud por las sensaciones casi negativas que se percibieron cuando la casualidad y la oportunidad nos llevó al centro mismo de aquellos meteoros; pero debe recordarse que si por este camino no se ha podido llegar á dicha determinación, consiste en que no poseemos un sentido para el fluido eléctrico como el de la vista para la luz, ó como el del tacto para el calor, que aunque inexactos en sus apreciaciones, sin embargo, por el primero se tiene conocida la máxima intensidad y fuer-

za relativa de la luz reflejada sobre los cuerpos que se dicen amarillos, mientras que el tacto se emplea útilmente para percibir diferencias entre ciertos límites del calor que corresponde á los cuerpos. La electricidad *dinámica* conmueve violentamente cuando pasa de los filetes á los cordones nerviosos en los seres dotados de vida, y alarma, aterra ó destruye conforme su enerjía se aumenta. Por consecuencia, se comprende que no poseemos medios para calcular con exactitud física y por las sensaciones, la tension enorme y la cantidad escesiva del fluido eléctrico que corresponde á los centros ó núcleos de las tempestades.

No han faltado algunos que, para calcular la tension y la cantidad del fluido eléctrico en las nubes activas, se han propuesto estudiar previamente su altura sobre el nivel de los terrenos, cuando el relámpago fulgura en ellas seguido del trueno. Las observaciones que se refieren á la altura de las nubes tempestuosas pueden ser muy exactas, y siempre interesantes; porque en el supuesto de que las facultades eléctricas decreciesen en derredor de las nubes tempestuosas en razon inversa de los cuadrados de las distancias, conforme acaece en los conductores de nuestras máquinas, se comprende la posibilidad, muy difícil, de construir una série numérica creciente que espresase los incrementos de la tension y cantidad del fluido eléctrico, desde la superficie terrestre donde se estudia hasta el centro agitado de la misma tempestad; para cuyo problema uno de los datos que mas influirian en su resolucion, seria necesariamente el de la altura observada, ó nivel que ocupasen aquellos meteoros.

Conjeturalmente, y por analogía con los resultados de algunas esperiencias físicas, se puede sostener que la tension de la electricidad en las nubes se aumenta considerablemente conforme aquellas se hallan á mayor altura, por la razon física de que la tierra con su electricidad contraria tiende á neutralizar al fluido propio de las nubes, con tanta mas enerjía cuanto la distancia es menor. Saussure en los Alpes y Humboldt en los Andes habian ya notado la tension escesiva del fluido eléctrico en sus viajes á la cima de dichas montañas; pero la idea aproximada de la tension y cantidad del fluido eléctrico en las mismas nubes tempestuosas, se puede comprender solo por la esperiencia de 7

de junio de 1783, verificada por Romas. Este físico, y Charles, que le siguió con sus trabajos análogos, se sirvieron de la cometa armada con puntas y sujeta á una cuerda de cáñamo en cuyo interior se contenía un alambre de hierro. El aparato anterior, una vez elevado y próximo á la tempestad, dió origen á vivísimas chispas, cuyo chasquido se percibía á la distancia de 500 pies. Se sentía en las inmediaciones de la estremidad de la cuerda una impresion en el rostro como si uno se hallase envuelto por telas de araña. Algunas gotas de lluvia y las ráfagas vivas de viento que levantaron mas la cometa, dieron origen á ruidos estraños semejantes al susurro continuado que produce la salida de la electricidad al escaparse por las puntas de los conductores de nuestras máquinas, y que sin duda salía en cantidad enorme por las estremidades del conductor de Romas. Un momento despues se verificaron tres esplosiones con fuego y ruido semejante al del trueno. La luz y el fuego percibido llegó á ocupar un espacio de 8 pulgadas de largo por 5 líneas de diámetro; notándose además un olor sulfurado muy vivo en las inmediaciones del conductor que tocaba en el suelo. La cuerda, segun Romas, apareció cubierta por un cilindro luminoso de unas 3 á 4 pulgadas de diámetro, asegurando este físico, que si las esperiencias se hubieran verificado de noche, la atmósfera eléctrica que envolvía á la cuerda se hubiera creido que tenia de 4 á 5 pies de diámetro. Si la tension y la cantidad del fluido eléctrico fueron escesivas en la nube observada por Romas el 7 de junio, todavía fueron mayores y mas prodigiosas en la de 28 de agosto de 1786, de la cual la cometa armada con puntas arrebató á la tempestad cantidades de fluido eléctrico que aparecieron á la estremidad de los hilos conductores en forma de corrientes de fuego, de 1 pulgada de diámetro aparente y de 10 pies de lonjitud (1).

(1) Con posterioridad Mr. Crosse ha estudiado nubes tempestuosas con alambres exploradores de 1600 y 3000 pies ingleses de lonjitud, tendidos horizontalmente encima de las copas de los árboles en sus terrenos y propiedades de Broomfield. Por medio de aquellos y durante las tempestades, se han cargado 20 veces por minuto los 50 volcales eléctricos de que disponia el referido físico, tan completamente como por 230 vueltas de una máquina eléctrica de escesiva fuerza y energia; consiguiendo en el trascurso de alguno de aquellos meteoros obtener chispas entre las esferas del deflagrador (*noti me tangere*) del aparato con ruidos semejantes á los disparos de las armas

Las esperiencias anteriormente referidas se comprende que son peligrosísimas de repetir; mientras que Saussure, Volta y Read, poco satisfechos de las observaciones que versan sobre la altura y distancia de las nubes fuertemente electrizadas, se propusieron determinar la intensidad del fluido eléctrico espontáneamente acumulado en un punto cualquiera del espacio atmosférico por los efectos de su influencia en los aparatos electrométricos colocados á larga distancia de las nubes, apareciendo en las manos de los citados físicos los primeros electrómetros con aplicacion á la meteorología de la tempestad, Read en 1790, el Marqués de Ureña en 1803, Schübler en 1811, y Ronalds desde 1817, han observado la electricidad atmosférica por medio de conductores fijos y electrómetros de cuadrante, á los que muy pronto añadieron los deflagradores para medir la distancia esplosiva de las chispas que procedian de un cuerpo electrizado bajo la influencia de la tempestad; mientras que Colladon modificó el galvanómetro adaptándole para las observaciones de la electricidad atmosférica, y con tendencia á trasformar el carácter pasivo del método de observacion en esta parte de la ciencia, por la actividad que caracteriza al método experimental.

de fuego, y con cuya intensidad calorífica se fundieron en ocasiones hilos de hierro de 30 pies de longitud y de $\frac{1}{16}$ de pulgada de diámetro. Cuando los alambres exploradores tenian 3000 pies de longitud, la carga de la batería referida se verificaba instantáneamente, mientras que en los momentos en que los centros mismos de las nubes activas se correspondieron encima del hilo investigador, entonces una espantosa cascada de chispas como en torrente eléctrico era lo que se observaba, y cuyos efectos, segun dice Noad, solo viéndolos se podian concebir.

Mr. Weekes, en Sandwich, con un alambre explorador de 363 yardas de longitud y aparato semejante al de Crosse, ha observado en 1841 en la atmósfera tempestuosa fenómenos tan extraordinarios y de tanta intensidad como los referidos anteriormente.

Mr. Sturgeon en Woolwich, sirviéndose de la cometa armada para las exploraciones eléctricas en la tempestad del 14 de junio de 1834, observó que su aparato á la altura de 50 yardas sobre el terreno, y bajo la influencia del meteoro, se presentaba iluminado, tanto el cordón de la cometa en toda su estension, como la masa devanada de aquel, y ademas las matas y yerbas del terreno inmediato por una circunferencia de muchas yardas; observando al fin un globo de fuego cuyo diámetro aparente fue de bala de arcabuz, el cual descendiendo desde la nube por la cuerda y devanadera, al tocar en el terreno desapareció. (*Noad, tratado de la electricidad.*)

Para apreciar el grado de exactitud á que se ha llegado por el camino experimental sistemáticamente adoptado en la actualidad, y juzgar del porvenir cuando se trate de la tension y cantidad de la electricidad tempestuosa, pueden seguirse con rapidez las series numéricas siguientes, que son el resultado del estudio con el aparato de Ronalds, durante algunas tempestades que ocurrieron en la atmósfera de Madrid en el trascurso de los años 1854 y 1855. Debiéndose tener presente que esta clase de trabajos, aun cuando Beccaria, Read y Schübler indicaron que los aparatos de observacion que ellos manejaron no daban resultados acordes, y por consecuencia exactamente comparables, sin embargo han sido recomendados á todos los meteorologistas, y proseguidas las observaciones por Mr. Arago en París, por Ronalds en Kew, por Mr. Quetelet en Bruselas, por Palagi en Italia, y por algunos otros observadores, escasos en número y muy separados en la superficie de la tierra.

Al pie del conductor fijo de Ronalds durante las tempestades en Madrid, se nota en ocasiones la impresion de la tela del araña sobre el rostro de los observadores, de que habló Romas. El olor sulfurado se ha percibido una sola vez en el trascurso de una tempestad en agosto de 1854 por las inmediaciones de la barra de hierro con la cual se comunica el deflagrador con el suelo. En cuanto á la máxima y distancia explosiva de las chispas observadas no pasó en los años referidos de 14 líneas francesas.

Exaltacion eléctrica en la atmósfera el día 21 de abril de 1854.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Defla- grador.	
10 ^h 40'	»	90°	»	1 ^s	A las 10 y 40' estaba el espacio cubierto por cúmulis hasta que á las 11 y 30' aparecieron nimbus al N. de Madrid, y stratus cúmulis al S. y al O., con grandes masas de vapores acumulados encima del conductor. A las 12 y 10' los nimbus se aproximaron. A las 12 y 55' se observaban tan solo cirristratis sobre el conductor. Las nubes se movian con mucha velocidad, pasando algunas muy bajas y teñidas con un color de heces de vino.
42	»	»	30°	2,4	
45	»	»	29	»	
11 0	»	»	26	»	
5	»	»	29	»	
7	»	»	45	»	
8	»	»	70	4	
15	»	»	40	»	
20	»	»	35	»	
25	»	»	20	»	
30	»	»	38	»	
35	»	»	32	»	
40	»	»	30	»	
45	»	»	24 á 26	»	
50	»	»	32	3	
55	»	»	34	»	
12 0	»	»	24	»	
5	»	»	18	»	
10	»	»	20	»	
18	»	»	6°	»	
21	»	»	40 á 48	»	
22	»	»	50	4,5	
27	»	»	48	»	
28	»	»	60	6,0	
29	»	»	30 á 38	»	
30	»	»	40	3,5	
32	»	»	20	»	
35	»	»	22	»	
40	»	»	8°	»	
45	»	»	8	»	
50	»	»	45	»	
55	»	»	»	»	
1 0	»	200°	»	»	
2	»	196°	»	»	

Las observaciones anteriores corresponden solo á un aspecto tempestuoso en la atmósfera de Madrid, y únicamente las presento por haber sido la primera exaltación eléctrica que se estudió con el aparato de Ronalds. Si aquellos datos numéricos no corresponden á una tempestad declarada, los siguientes del 26 de julio de 1854, dan á conocer algunas de las irregularidades que se presentan bajo la influencia de la electricidad de la atmósfera, cuando por la altura ó por la distancia el centro de la tempestad se halla muy lejano.

Tempestad del 26 de julio de 1854.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defla- grador	
1 ^h 23'	»	150°	»	»	Las nubes tempestuosas demoraban hácia el S. y S. E. de Madrid, cayendo agua aturbonada en la poblacion, y percibiéndose á las 3 y 30' de la tarde algunos truenos lejanos. La tempestad se corrió hácia el S. O. y O., estendiéndose posteriormente al N. O. de la poblacion.
30'	»	150	»	»	
3 0	»	150	»	»	
5	»	310	»	»	
15	»	310	»	»	
18	»	»	40°	»	
20	»	»	48	»	
25	»	»	42	»	
27	»	»	52	»	
30	»	»	70	»	
35	»	»	64	»	
40	»	»	40	»	
45	»	»	42	»	
50	»	»	48	»	
51	»	»	60	7,5	
55	»	»	52	»	
4 0	»	»	8	»	
5	»	»	58	»	
7	»	»	70	12	
10	»	»	60	»	
15	»	»	56	»	
22	»	»	56	»	
23	»	»	75	13	
25	»	»	62	»	
28	»	0°	0°	»	

En el trascurso de la tempestad del 26 de julio se notan, comparando los datos recojidos con los correspondientes á la exaltacion eléctrica del 21 de abril, que la distancia esplosiva de las chispas en el uno y en el otro meteoro no convinieron exactamente con las indicaciones marcadas por el electrómetro de cuadrante; sin embargo de este defecto, durante la tempestad de julio de 1854, la influencia eléctrica de nubes activas, pero distantes, se aumentó gradualmente por espacio de 15 minutos; mientras que 2 minutos despues, y simultáneo con una descarga eléctrica, el electrómetro de cuadrante señaló 40°, alcanzando á señalar hasta 70°; descendiendo posteriormente á 8°, recuperando luego su posicion hasta señalar 75° con chispas á 13 líneas francesas de distancia, pasado lo cual, y trascurridos 5 minutos, todo el aparato repentinamente quedó en estado quiescente.

Los efectos de la influencia de las nubes tempestuosas cuando se aproximan á los electrómetros del aparato de Ronalds, pudieron reconocerse el 15 y 21 de abril de 1855.

Dia 21 abril 1855.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Della- grador.	
3 ^h 5'	»	»	40°	4 ^l	<p>La tempestad principió á las 3 y 5' de la tarde, apareciendo las nubes en el horizonte y en direccion N. O. y S. O.: á las 3 y 11' truenos y relámpagos en la última direccion, cayendo lluvia fuerte y granizo á las 3 y 35'. En este último tiempo la nube tempestuosa se estendia desde el S. E. hasta el cenit de Madrid, observándose surcado el espacio á cada momento por chispas eléctricas de forma simple, pero que algunas descendian hasta una distancia muy corta de la tierra. (Se suspendieron las observaciones por espacio de 20'.) A las 4 se oian los truenos 9" despues de visto el relámpago. La tempestad se corrió al O., observándose que la electricidad cuando adquirió sus mas fuertes tensiones se escapaba en grandes cantidades por los bordes y ángulos de los electrómetros de Volta, y por las gotas de lluvia que rodando caian del borde del paraguas metálico que defiende el pie del conductor. Las gotas de agua referidas en el borde del paraguas se prolongaban notablemente, apareciendo con punta hasta tocar en los plomos del edificio.</p>
10	»	»	48	6 ^l	
11	»	»	50	8	
15	»	»	8	0 ^l	
20	»	»	38	4	
30	»	»	36	»	
35	»	»	68	14	
4 0	»	»	32	»	
10	»	»	32 á 36	»	
15	»	»	36	»	
20	»	»	38	4	
21	»	»	38 á 40	»	
22	»	»	36	»	
25	»	»	40	»	
27	»	»	30	»	
30	»	»	38	»	
32	»	»	40	4	
35	»	»	44 á 46	8	
37	»	»	44	»	
40	»	»	48	»	
45	»	»	36	»	
50	»	»	30	»	
51	»	»	32	»	
55	»	»	28 á 34	»	
5 3	»	»	2	»	
5	»	»	42	»	
8	»	»	44	»	
10	»	»	2	»	
11	»	»	30	»	
15	»	»	43	»	
17	»	»	22	»	
20	»	»	32	»	
22	»	»	36	»	
25	»	»	38	»	
30	»	»	44	»	
35	»	»	45	»	
40	»	»	38	»	
45	»	»	20	»	
50	»	»	8	»	
55	»	»	4	»	
6 0	»	»	4	»	
10	»	»	»	»	

Tempestad del 15 de abril de 1855.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Deflagrador.	
12 ^h 40'	»	»	20	2	Aspecto tempestuoso á las 12 y 50' con un trueno debil y lejano. A las 5 y 38' grandes cúmulos sobre el conductor con tempestad en el 2.º cuadrante, corriéndose al 3.º; y truenos, relámpagos y lluvia fuerte á las 6 horas y 12' de la tarde. La primera corriente continua de chispas se observó á los 20' despues de las 6 y á la distancia de media linea entre las esferas del deflagrador. 10' despues se presentó la segunda corriente continua á la distancia de 3 líneas; algunos segundos despues, y por causa de un relámpago, corriente continuada mucho mas viva y casi á triple distancia, con iluminacion vivisima de la mesa é inmediaciones del pie del aparato, sintiendo los que observaban una sacudida en la cabeza y pecho en el instante mismo de establecerse la corriente citada. A las 7 todavia quedaba el electrómetro de cuadrante señalando 10° de su escala.
55	»	»	10	»	
1 0	»	»	24	2½	
5	»	»	2	»	
10	»	»	0	»	
5 56	»	»	20	»	
57	»	»	44	5	
6 0	»	»	20	»	
3	»	»	30	»	
7	»	»	28	»	
8	»	80	»	»	
9	»	0	0	»	
10	»	200	»	»	
12	»	»	34	4	
15	»	»	22	»	
20	»	»	20 á 30	Corriente continua	
22	»	0	0	»	
25	»	»	10 á 20	»	
30	»	»	20 á 40	»	
34	»	»	50	»	
37	»	»	44	Corriente continua	
39	»	»	40 á 50	»	
41	»	»	20	»	
42	»	»	30 á 40	»	
44	»	»	35	»	
45	»	»	36	»	
48	»	»	30 á 40	»	
50	»	»	2	»	
52	»	»	18	»	
55	»	»	18	»	
59	»	»	10	»	

De todos los datos anteriores, y de otros correspondientes á las 40 tempestades eléctricas que llevo estudiadas en la atmósfera de Madrid durante los años 1854 y 1855, se deduce que en esta localidad de la península, lo mismo que en otras partes de Europa donde se observa la electricidad atmosférica con aparatos análogos, los resultados del trabajo prometen iluminar el fondo científico, hasta ahora oscuro, de la tempestad considerada meteorológicamente. Los electrómetros de Volta y el de cuadrante es cierto que han presentado irregularidades en el trascurso de las tempestades referidas, apareciendo en ocasiones dotados con movimiento escilatorio, en otras neutrales en medio de la tempestad, para señalar pocos momentos despues, y por la divergencia de sus pajas *indicadoras*, la mayor tension de la electricidad influente de las nubes. No faltaron ocasiones en que el movimiento oscilatorio apareció como tembloroso ó de trepidacion, ni momentos, y han sido los mas frecuentes, en los cuales despues de algunas oscilaciones notables por su amplitud y casi instantaneidad, los índices de la electricidad se fijaron en una posicion para permanecer en ella muchos minutos y aun horas seguidas, como acaeció durante la tempestad del 21 de octubre de 1855.

Es difícil explicar el estado neutral de los electrómetros en el aparato de Ronalds cuando las nubes activas se hallan al parecer suspendidas sobre dicho aparato. Sin embargo, Kaemtz halló notable analogía entre aquel extraño fenómeno y el que experimentalmente se produce con la electricidad disimulada en las botellas, en los vocales y en las grandes baterías eléctricas, cuando estos aparatos presentan signos de repulsion para los cuerpos lijeros en la armadura que posee un exceso de electricidad, mientras que la armadura opuesta aparece inactiva sobre los electrómetros mas delicados. Recordando este hecho, que pertenece á las esperiencias de la fisica, y suponiendo por analogía que la tempestad puede estar constituida por dos capas ó estratos vaporosos fuertemente electrizados, y apartados entre si por una capa de aire aisladora y mala conductriz, ó bien por una sola nube separada de la superficie fuertemente electrizada de la tierra, se tendria la posibilidad de que la naturaleza prepare grandes aparatos condensadores, cuya descar-

ga lenta desarrollará influencias energicas, fáciles de debilitarse repentinamente conforme se pierda el exceso de electricidad, ya en las nubes inferiores y mas próximas á los electrómetros, ó ya en estos mismos; pues trasladándose el exceso eléctrico á la nube superior quedará inactiva para los efectos de la influencia la masa de los vapores inferiores, ó la superficie de la tierra, si esta fue la que primitivamente dió origen á las repulsiones de los electrómetros del aparato de Ronalds (1).

Algunos pueden asegurar que lo anteriormente espuesto no pasa de ser una hipótesis fundada en pocas observaciones y en la analogia, y que se corre el grave riesgo de resbalar cuando se quiere llegar á la generalizacion de un hecho. Si la generalizacion no fuese posible, lo anteriormente espuesto sostiene con mucha probabilidad la opinion de Franklin, de hallarse el fluido eléctrico en las nubes en un estado análogo al que presenta en la superficie de los conductores de nuestras máquinas; y además con las propiedades que le caracterizan en el estado latente, como en los condensadores, dispuesto á producir las explosiones de actividad mas violenta. •

Colladon he manifestado que agregó el galvanómetro á los elec-

(1) Mr. Crosse, observando cuidadosamente la influencia ejercida en el hilo explorador y metálico de su aparato durante el paso de las nubes tempestuosas, explica la desaparicion de los signos eléctricos y las exaltaciones sucesivas que se observan en el trascurso de una tempestad por la constitucion de las nubes activas, causa y motivo de aquellos meteoros. Segun el referido físico, cuando se acerca una tempestad al alambre explorador, la primera exaltacion observada en los aparatos electrométricos unidos con aquel, supone la influencia y paso de una zona atmosférica electrizada, positiva ó negativamente, cuya anchura se reconoce por el momento en que los referidos aparatos se quedan quiescentes; se da, pues, lugar al reposo: pero muy pronto una nueva zona activa, y al parecer concéntrica con la que ya pasó, llega y actúa sobre los alambres con doble ó triplicada energía, negativamente si la primera fue positiva y vice-versa; á esta segunda se siguen otra y otras calmas y recíprocas exaltaciones de fuerza progresivamente creciente hasta que el núcleo ó espacio central de la tempestad se corresponde verticalmente con los alambres de investigacion.

En el momento referido *las ventanas y vidrieras rechinan en sus marcos*, el rayo truena sin intervalos y con espantosa continuidad fuera de los edificios, mientras que por las inmediaciones de los electrómetros se sienten los ruidos compañeros del fluido que se escapa en susurrantes ráfagas por mil puntos, en chis-

trómetros por repulsion en el aparato de Ronalds. Los resultados obtenidos con el galvanómetro durante las tempestades no han sido hasta hoy tan satisfactorios como se esperaba de la precision y sensibilidad de aquel instrumento; pero á pesar de las dificultades y de la inexactitud, los registros de la ciencia conservan suficiente número de hechos para asegurar que la electricidad de las nubes tempestuosas llega en ocasiones á la superficie de la tierra en estado dinámico, y con todos los caracteres que corresponden á las corrientes; estas en diferentes ocasiones se han establecido al parecer entre las dos esferas metálicas del deflagrador, ganando una longitud de 3 y 4 líneas francesas, con un diámetro aparente de 1 ó 2 milímetros, y cuya viveza é intensidad de luz en la corriente establecida á los 37 minutos despues de las 6 de la tarde del 15 de abril fue tan deslumbradora, como la que se origina entre dos puntas de carbon cuando se comunican con una pila de Bunsen de doce pares en actividad. Aquella corriente permaneció en tal estado por 30 segundos, acompañándola un ruido sordo y debil muy difícil de definir.

La ciencia se me dirá que progresa con lentitud, tratándose de la

pas vivisimas, ó por corrientes de fuego eléctrico que deslumbra la vista intranquila de los observadores.

Cuando el centro de la tempestad pasó se repiten de nuevo las acciones interrumpidas de las zonas eléctricas concéntricas que se corresponden con las primeramente observadas, hasta finalizarse los fenómenos de las tempestades. Mr. Crosse, fundándose en las leyes de la electricidad por influencia, sostiene que en la superficie de la tierra, y conforme la tempestad se traslada de unos puntos á otras partes del espacio atmosférico, deberá existir un núcleo eléctrico de nombre opuesto que tambien se traslada, pero de energía igual y contraria, y que se corresponde con el de la atmósfera cruzada por la tempestad. El núcleo eléctrico terrestre está rodeado por zonas eléctricas y fajas quiescentes dispuestas simétricamente, aunque de signo contrario á las admitidas como constituyentes de las nubes tempestuosas. Mr. Weekes sostiene la misma opinion que Crosse, fundándose en las tempestades que estudió en 1840 y 41. En opinion de los dos observadores referidos, la tempestad consiste en definitiva, en un conductor vaporoso flotante en medio de la atmósfera, con un centro fuertemente electrizado, y zonas concéntricas en las cuales decrece la intensidad eléctrica proporcionalmente á la distancia, y simultáneamente en el acumulo y distribucion análoga de la electricidad en la superficie de nuestro globo, conforme las nubes de tempestad pasan.

electricidad atmosférica, que se halla rodeada por do quier de tantas dificultades. Este hecho es positivo; pero la meteorología conmueve ya alguno de los pesados sillares del muro que la naturaleza se ha complacido en oponer á nuestros trabajos, y ay del dia en que uno de aquellos granitos salte de su lugar desquiciado por las palancas de la ciencia, porque entonces el horizonte que nos ciñe quedará aporillado; y si la actividad del espíritu como en otro tiempo y en igualdad de circunstancias, no recorre y gana con la velocidad del génio un largo rádio, posesionándose simultáneamente de una circunferencia y del inmenso terreno en ella contenido, en cambio la meteorología actual, con un solo paso que dé mas allá del punto donde se halla detenida, conseguirá la posesion de una faja ó corona que, rodeando al horizonte de hoy, equivaldrá en superficie á la contenida en aquellas circunferencias que recorrieron las grandes y primitivas lumbreras del saber.

Con razon podria asegurarse que el estudio físico de las tempestades en un lugar de la tierra es interesante, pero insuficiente para la determinacion de las leyes que rijen á la electricidad atmosférica tratándose de la totalidad de la atmósfera, cuestion que interesa á la fisica del globo, y que se halla iniciada en los registros de la meteorología bajo las denominaciones de geografía de las tempestades, y distribucion de dichos meteoros en el trascurso de las estaciones anuales. Estos estudios se han procurado seguir estadísticamente por los recuerdos y las observaciones que, en tiempo de Plinio, dieron ya motivo para asegurar que en Egipto no tronaba, y con mucha posterioridad para afirmar el mismo hecho relativamente á las tierras bajas del Perú y á las regiones polares; observacion que podríamos referir en la península á la costa de Málaga, donde se dice (Martinez Montes, *Topografía de Málaga*), que en un período de nueve años no se han visto mas que tres tempestades.

En cambio de la falta absoluta ó casi absoluta de las nubes tempestuosas en las regiones referidas, la estadística de las tempestades tiene comprobada la existencia de una faja en las regiones ecuatoriales de la tierra, por la cual todo el año en alguno de sus puntos truena. Mientras que en las regiones templadas aquellos meteoros se presentan

distribuidos en números muy diversos y durante las estaciones con suma irregularidad. Los datos que la meteorología conserva, han demostrado que las tempestades en diferentes puntos de la tierra presentan, conforme llevo espuesto, diferencias é irregularidades; pero de nuestro país apenas se hallan noticias sobre esta cuestion que promete ser de gránde interés en el porvenir. Sin embargo, habiendo recogido notas de 461 tempestades en la península desde 1737 á 1837, han resultado los referidos meteoros distribuidos mensual y estacionalmente con los números siguientes:

Distribucion anual de las tempestades en España.

Meses.	Número mensual de las tempestades.	En el Invierno.	En la Primavera.	En el Verano.	En el Otoño.
Diciembre.....	2	11	75	232	143
Enero.....	6				
Febrero.....	3				
Marzo.....	8				
Abril.....	19				
Mayo.....	48				
Junio.....	78	.			
Julio.....	76				
Agosto.....	78	.			
Setiembre.....	99				
Octubre.....	32				
Noviembre.....	12				

El cuadro anterior puede servirnos para tener una idea aproximada de la atmósfera que cubre á la península del S. O. de Europa, bajo el punto de vista de la electricidad tempestuosa; pero atendiendo á las numerosas lagunas que se hallan en los registros numéricos en el trascurso del siglo citado, creo mas exacto el siguiente cuadro de

cantidades proporcionales, suponiendo fueron mil las tempestades que deben distribuirse.

Meses.	Número mensual.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.
Diciembre.....	4,6	24,7	162,6	503,2	310,1
Enero.....	13,6				
Febrero.....	6,5				
Marzo.....	17,3				
Abril.....	41,2				
Mayo.....	104,1	310,1			
Junio.....	169,2				
Julio.....	164,8				
Agosto.....	169,2				
Setiembre.....	214,7				
Octubre.....	69,4				
Noviembre.....	26,0				

No haremos un estudio detenido de los números anteriores entre los cuales, y como datos en el primer cuadro, se halla un período en Barcelona de 19 días seguidos de tempestad (setiembre de 1787); dos períodos tempestuosos en Madrid de 9 días cada uno (abril y mayo de 1801); la notable tempestad en la costa de Cataluña, en la que cayeron trece rayos en Mataró (junio de 1827), y el período tempestuoso de tres días de repetidas tronadas desde el Norte de Navarra hasta el Mediodía de la península en setiembre de 1829. Sobre lo que sí conviene fijar la atención es sobre el mes de setiembre, en cuyo período el número de tempestades en España es bastante mayor que el anotado en cualquiera de los otros meses del año.

Con mas cuidado se han recojido las observaciones en Madrid durante los diez años que median de 1838 á 1847, resultando distribuidas las 98 tempestades que pasaron en el trascurso de aquel tiempo en este punto del centro de España con los números siguientes:

Meses.	Número mensual.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.
Diciembre.....	0	0	22	33	21
Enero.....	0				
Febrero.....	0				
Marzo.....	0	}	}	}	}
Abril.....	6				
Mayo.....	16				
Junio.....	21				
Julio.....	15				
Agosto.....	19				
Setiembre.....	14				
Octubre.....	7				
Noviembre.....	0				

Estos datos no son todavía exactos, porque en el centro de la península he observado el 4 de enero de 1849 una tempestad bien definida; pero en cambio se comprende que la ciencia se halla en el único camino de la exactitud respecto á la distribución geográfica y anual de las tempestades eléctricas, cuestión que se presenta con un vivo y creciente interés, considerados aquellos meteoros como exaltaciones del fluido eléctrico en medio del espacio, desde que Mr. Quetelet observó en 1849 que el estado eléctrico del aire apareció irregular en Bruselas durante la permanencia de la última y temible epidemia que ha invadido á las naciones. Dichas anomalías é irregularidades se han notado también en Madrid en los meses de setiembre, octubre y noviembre de 1854. Pero las observaciones de Quetelet segun Mr. Renou, serian suficientes por sí solas para recomendar eficazmente á la ciencia y á sus obreros las observaciones estadísticas y físicas de la electricidad atmosférica.

* El número de tempestades que se han presentado en Madrid en 1854 fué de 15, mientras que en 1855 llegaron á contarse 25 de aque-

llos meteoros, número que podrá parecer excesivo respecto del centro de la península. Sin embargo, el año de 1801 se llegaron á contar en Madrid hasta 35 tempestades. Comparando los cuadros estadísticos de las nubes tempestuosas en el Norte y Sur de la divisoria entre el Duero y Tajo, todas las conjeturas hacen creer que aquellos fenómenos se aumentan por las orillas del Duero, donde se ha hallado por término medio de las tempestades, en los cuatro años de 1849 al 1852, el número 15, mientras que en 1855 se contaron 38. Comparando las orillas del Duero con la costa Cantábrica, y fundándonos en los datos recojidos en Santiago, Oviedo y Vergara, han resultado 47 tempestades por aquella costa en el transcurso de 1855; de donde al parecer se infiere, que las tempestades en la península se aumentan en número desde el Mediodía hácia el Norte. Para probar lo espuesto anteriormente pueden servirnos los cuadros tempestuosos y estadísticos siguientes:

• *Tempestades en Madrid.*

Meses.	1854.		1855.	
Enero.	»	}	»	}
Febrero.	»		»	
Marzo.	»	}	»	}
Abril.	»		2	
Mayo.	2	}	1	}
Junio.	3		2	
Julio.	2	}	1	}
Agosto.	3		8	
Setiembre.	4	}	9	}
Octubre.	1		5	
Noviembre.	»	}	1	}
Diciembre.	»		»	

Tempestades en la Cuenca del Duero.

VALLADOLID.	1849.	1850.	1851.	1852.	1855.
Enero.....	1	»	»	»	»
Febrero.....	»	»	»	»	»
Marzo.....	»	»	»	»	»
Abril.....	1	1	1	»	»
Mayo.....	2	2	2	7	8
Junio.....	2	7	7	1	10
Julio.....	1	2	1	3	4
Agosto.....	1	»	»	3	3
Setiembre.....	5	2	1	5	12
Octubre.....	»	»	»	1	1
Noviembre.....	»	»	»	»	»
Diciembre.....	»	»	»	»	»

Tempestades en la region Cantábrica durante 1855.

SANTIAGO.		OVIEDO.		VERGARA.		Número total de tempestades.
Enero.....	1	Enero.....	»	Enero.....	»	1
Febrero.....	2	Febrero.....	»	Febrero.....	»	2
Marzo.....	3	Marzo.....	»	Marzo.....	»	3
Abril.....	2	Abril.....	1	Abril.....	1	4
Mayo.....	1	Mayo.....	1	Mayo.....	2	4
Junio.....	»	Junio.....	»	Junio.....	1	1
Julio.....	»	Julio.....	»	Julio.....	1	1
Agosto.....	»	Agosto.....	3	Agosto.....	5	8
Setiembre.....	3	Setiembre.....	1	Setiembre.....	12	16
Octubre.....	2	Octubre.....	4	Octubre.....	1	7
Noviembre.....	»	Noviembre.....	»	Noviembre.....	»	»
Diciembre.....	»	Diciembre.....	»	Diciembre.....	»	»

Las nubes tempestuosas no solo se han estudiado por su número con relacion á la geografía de los lugares, sino tambien por su direccion en el espacio con relacion á la topografía. Esta nueva cuestion meteorológica la iniciaron Saussure observando la permanencia de aquellas nubes en las cimas de los Alpes, Mr. Arago citando el sitio de Tumba Barreto en Nueva-Granada y las lomas de Pitago en las inmediaciones de Popayan, lugares célebres, segun los viajeros, por los numerosos y frecuentes rayos que cruzan la atmósfera de las localidades citadas. Entre otros muchos que han notado en diversas localidades la direccion ó sea el camino mas frecuentado por las nubes de tempestad, Kaemtz dice que desde Rigi se ven marchar con mucha frecuencia hácia el Norte las citadas nubes, pasando sobre el monte Pilatos. En Madrid se observa que las tempestades aparecen regularmente en el S. E., estendiéndose prontamente y ganando en la apariencia las orillas del Tajo, mientras la lluvia se precipita en turbion por las confluencias del Jarama y el Henares, de aquel y del Tajuña, y sobre el primer rio citado. Trascurrido algun tiempo, las nubes de tempestad se aproximan á los cerros de Vallecas, de los Angeles y de las Alcantueñas, girando al parecer por las cuencas de Guadarrama y del Alberche. En algunas tempestades he observado que la intensidad de la influencia eléctrica de aquellas nubes y su energía, se aumentan cuando demoran al N. O., ó hallándose situadas en el espacio que media desde Madrid á los cerros de Sietepicos, la Maliciosa y Cabezas de Hierro, que en el horizonte son los mas culminantes de la cordillera próxima.

El estudio del camino mas frecuentado por las tempestades se comprende que se principia hoy; pero prometiendo grande interés por hallarse íntimamente enlazado con el relieve y formas topográficas, y tal vez con la composicion geológica y cultivos de las diversas localidades. Además, con esta clase de datos, cuando sean numerosos y estén exactamente recojidos, por lo menos, se estrecharán las distancias; aclarándose las relaciones que existen entre el aire movible y ajitado violentamente por la electricidad de las nubes, y la tierra invariable con sus formas de valles, llanuras y montañas accidentadas hasta lo in-

finito. Se me dirá con Kaemtz, que la electricidad de las tempestades, á pesar de todos los esfuerzos, se halla, como estudio, envuelto por la oscuridad. Podrá repetirse con Renou, que aun cuando los resultados hasta aquí obtenidos sobre la electricidad atmosférica son muy importantes, el conocimiento de ella se encuentra todavía en la infancia. Algunos asegurarán, con fundado motivo, que las nubes tempestuosas como fenómeno meteorológico, se han burlado hasta hoy de la destreza, de la paciencia y del peligro de los observadores. Pero la ciencia y la vida, que se hallan íntimamente unidas sosteniéndose recíprocamente, principian su camino, la primera para ganar la meta del trabajo, trascurriendo y pasando la segunda sin temor, cuando se la defiende lealmente y con el estudio (1).

Por la razon anterior, y suponiendo que los trabajos meteorológicos de la actualidad tan solo preparen un porvenir mas feliz, no creo existe derecho para negar un lugar en las ciencias físicas á los estudios importantes que se han verificado sobre la tempestad por diferentes y apartados observadores. De aquella quedan por colmar lagunas no pequeñas, como lo es el conocimiento de la constitucion íntima de las nubes activas por su electricidad, que se halla casi desconocida, y como lo será por algun tiempo la causa verdadera de los zig-zags que señala el rayo simple en su camino, por cuyo motivo algunos han creído ilusorias las líneas con retrocesos por ángulos agudos que aquellos meteoros trazan en el espacio y sin temer á las tintas de dudoso color

(1) Las observaciones de la eletricidad atmosférica que en la actualidad y continuamente se verifican por Luigi Palmieri en las inmediaciones del Vesuvio, han dado motivo suficiente para que el Señor G. Pegado escribiese:

Senti muitas vezes forte emoção ao imaginar-vos perto do incendio, o vosso Observatorio banhado pelas lavas, as cinzas ainda quentes vindo depositar-se por si mesmas no prato do conductor movel da vossa *Cameretta electrica* á 610 metros acima do nivel do mar no *Ermo do Salvador*, em un Observatorio

«Unico nel suo genere in tutto il mondo.»

Sabendo pelos vossos aparelhos electricos, que á 50 é 60 milhas de vós já os céos estao turbados, quando ó vosso ainda está claro é tranquilo; é pelos vossos instrumentos magneticos esperando com anticipacao de dias, com fervor é animo, as erupções é as chammas do Vesuvio. — Outubro de 1837, carta á L. Palmieri.

que arrojaron con su aserto sobre la exactitud de las observaciones astronómicas, refieren los zig-zags del rayo á las refracciones irregulares que sufren los haces luminosos al través de las nubes, y de las masas diferentes de vapores flotantes en la atmósfera (Logan). Segun Mr. Arago, los astrónomos no tienen derecho á rebatir tan estraña y bizarra opinion, puesto que aquellos observan mil veces á los astros al través de los vapores y de las nubes, sin hallarlos segun sus tablas 1 segundo mas altos que al través de la atmósfera despejada y serena en todo el horizonte.

La *bifurcacion*, triseccion y multiplicacion del rayo, y su motivo ó causa física hasta constituir la *descarga en manojo*, ó *centella* de la generalidad, y el globo de fuego, son otros problemas de los mas difíciles que se presentan en el estudio de las tempestades, si bien por los esfuerzos de Snow Harris se han recojido datos para resolverlos por analogía con las descargas eléctricas deliberadamente producidas en nuestras máquinas. La enumeracion de las dificultades hasta hoy invencibles de esplicar en el meteoro de la tempestad, pudiéramos aumentarla; pero el estudio de la electricidad atmosférica se presenta todavía positivo con relacion á otros fenómenos meteorológicos de que me ocuparé.

III.

Además de las nubes de tempestad declarada, existen otras que se resuelven en turbiones ó lluvias, constituidas por gotas de mucho volumen. Cuando se observan éstas por medio del aparato fijo de Crosse ó por el de Ronalds, dan señales ostensibles de la energía que posee la electricidad en medio de las citadas nubes. Sin referirse á observaciones muy antiguas, Mr. Arago cita dos verificadas por Bergman, de las cuales resulta que este último notó lluvias sin relámpagos ni truenos, cuyas gotas al tocar en los cuerpos los daban la facultad de escintilar, apareciendo la superficie de la tierra durante aquellas lluvias semejante á un mar inflamado. Mr. Arago aventuró la conjetura de que tal vez las regiones septentrionales de la tierra eran las

mas á propósito para originar las lluvias luminosas, sin caer acompañadas de los fenómenos característicos de la tempestad. Pero la conjetura anterior no se puede aceptar como fundada, una vez verificados los estudios de la electricidad en las lluvias de turbion que corresponden á las latitudes bajas. El número anual de aquellos meteoros en Madrid en el trascurso de 1854 y 55 se hallará en los dos cuadros siguientes, advirtiéndose que en todos ellos se originaron exaltaciones eléctricas comparables, tan solo por sus efectos, á las que se observan en el trascurso de algunas tempestades.

Distribucion mensual de las lluvias aturbonadas en Madrid en 1854.

Número mensual.		Primavera.	Verano.	Otoño.
Enero.....	»			
Febrero.....	»			
Marzo.....	»			
Abril.....	6	11		
Mayo.....	5			
Junio.....	5			
Julio.....	1		6	
Agosto.....	»			
Setiembre.....	1			
Octubre.....	2			4
Noviembre.....	1			
Diciembre.....	»			

Distribucion de las lluvias aturbonadas en Madrid en 1855.

Meses.	Número mensual.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.
Enero.....	»	4	6	1	6
Febrero.....	4				
Marzo.....	1				
Abril.....	2				
Mayo.....	3	1	6	6	
Junio.....	»				
Julio.....	»				
Agosto.....	1				
Setiembre.....	3	1	6	6	
Octubre.....	3				
Noviembre.....	»				
Diciembre.....	1				

Las nubes que dieron origen á las lluvias anteriores se acercaron al conductor de Ronalds en la apariencia bajas, precedidas de ráfagas de viento velocísimo, y cayendo las primeras gotas del turbion con notable oblicuidad. Conforme la lluvia arrecia la direccion de las gotas se aproxima á ser perpendicular, sucediéndose los bufidos ó ráfagas interrumpidas por calmas en el aire, que envuelve al parecer con sus movimientos á la nube electrizada.

Uno de los turbiones que originaron signos eléctricos de notable energía cuando sus gotas chocaron con el conductor de Ronalds fue el que cayó en Madrid el 1.º de mayo de 1854, el cual á la vez presentó la irregularidad de dos exaltaciones eléctricas en el transcurso de la lluvia; notándose por otra parte la rapidez con que se desarrollaron y desaparecieron los fenómenos eléctricos al principiarse y concluirse dicho meteoro. Para comprobar que en Madrid pueden pasar los mismos fenómenos que observó en 1772 el abate Bertolon en una lluvia y granizo tempestuoso, cuya caída y contacto con las piezas metálicas

de la silla del caballo que el citado abate montaba dieron origen á chispas muy vivas, presentaré el conjunto de observaciones verificadas durante las siguientes lluvias de turbion.

Turbion del 1.º de mayo de 1854.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Della- grador.	
3 ^h 10'	70°	»	»	»	Cúmulis densos aproximandose al conductor á las 3 y 10', llegando del O. S. O. nimbus en el zenit á las 3 y 19'. Goterones, y ráfagas fuertes de viento á la misma hora y 20', y lluvia aturbonada posteriormente hasta los 35', en cuyo momento cesó el viento y la lluvia, para reproducirse esta última á las 4 y 20' de la tarde, continuando hasta pasadas las 5.
12	»	200°	»	»	
15	»	»	40°	»	
16	»	»	40	»	
17	»	»	50	4	
18	»	»	50	»	
19	»	»	60	»	
20	»	»	68	»	
21	»	»	60	7½	
22	»	»	60 á 80	8½	
23	»	»	6 á 8	»	
25	»	»	42	»	
26	»	»	30	»	
30	»	»	2	»	
35	14	»	»	»	
4 6	»	80	»	»	
10	»	»	6	»	
15	»	»	»	»	
18	»	»	42	»	
20	»	»	46	»	
25	»	»	20	»	
30	»	»	38	»	
35	»	»	40	»	
36	»	»	12	»	
40	»	»	8	»	
45	»	»	16	»	
52	»	»	36	»	
53	»	»	44 á 46	»	
54	»	»	46 á 48	»	
5 0	»	»	40 á 48	4½	
2	»	»	40 á 46	»	
3	0	»	»	»	

Tan notable como la lluvia aturbonada anterior, por la distancia explosiva á que saltaron las chispas eléctricas entre las bolas del deflagrador, fue la del 9 de mayo del mismo año, hallándose comprendidas las observaciones de esta última desde las 1^h y 0' de la tarde á las 1^h y 29' en el siguiente cuadro; advirtiéndose en esta como en la primera la misma rapidez en desaparecer los signos de la electricidad desde el momento en que la nube pasó.

Turbion del 9 de mayo de 1854.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Deflagrador.	
1 ^h 0'	6	»	»	»	Grandes cúmulis y nimbus en las inmediaciones del conductor, pasando muy bajos & próximos á la superficie de la tierra, con lluvia de turbion.
10	20	»	»	»	
11	»	70	»	»	
13	»	»	30°	1½	
14	»	»	45	»	
15	»	»	52	»	
16	»	»	60 á 65	7,0	
20	»	»	20	5	
21	»	»	32	»	
22	»	»	35	»	
25	»	»	24	»	
28	»	»	22	»	
29	»	»	4	½	

Pero entre las lluvias aturbonadas, solo en la del 7 de setiembre de 1855 he observado el fenómeno de la divergencia de las chispas ó tendencia á la formacion de manajo diverjente, en las que saltaron entre las esferas del deflagrador; fenómeno á mi juicio que presenta algun interés, porque segun Snow Harris, las chispas eléctricas en forma de manajo constituyen el paso intermedio de los zig-zags al globo de fuego. En este la materia eléctrica se condensa y acumula en

masas que se mueven con lentitud ó con rapidez, subdividiéndose en ocasiones hasta desaparecer con esplosion y el incendio, ó espontáneamente por caminos desconocidos. Como ejemplo cita Becquerel el meteoro eléctrico que cayó en el palacio de Madrid poco tiempo despues de la llegada de D. Felipe V, diciendo que las personas reunidas en la capilla real vieron penetrar dos bolas de fuego, una de las cuales se dividió en muchas que rebotaron diferentes veces como balas elásticas antes de desaparecer. Mientras el fenómeno eléctrico anterior se disipó inofensivamente, no acaeció lo mismo con el globo de fuego que, segun los observadores, descendió sobre la torre de Canillejas, en las inmediaciones de Guadalajara, en uno de los últimos años, el cual dió por resultado el incendio y la desgracia.

Las observaciones verificadas sobre la electricidad de la lluvia aturbonada durante el 7 de setiembre de 1855 son las siguientes.

Turbion del 7 de setiembre de 1855.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Deflagrador.	
5 ^h 30'	»	»	»	»	Tempestad á las 5 de la mañana; viento con ráfagas muy fuertes á las 6 de la mañana. Chispas muy vivas, terminándose en cono divergente y como irradiándose una parte de la electricidad desde la bola superior del deflagrador, durante cuyo tiempo el conductor se halló envuelto por lluvia densa de turbion. A las 6 y 20' y arreciando el viento y la lluvia, penetró el agua hasta correr por el pie aislador. A las 7 y 51', momento en que todavía duraba el temporal, volvió á correr el agua por el pie del aparato.
38	»	»	»	»	
50	»	»	38	21	
55	»	»	32	»	
6 0	»	»	36	»	
3	»	»	40	4	
5	»	»	40	»	
10	»	»	20	»	
12	»	»	2	»	
14	2,0	»	»	»	
15	»	»	28 á 32	»	
20	»	»	»	»	
7 20	»	»	30	»	
45	»	»	32	»	
50	»	»	6	»	
51	»	»	0	»	

Las lluvias aturbonadas que se observaron en Madrid por medio del aparato de Ronalds en el trascurso de los años de 1854 y 1855, originaron signos bien marcados de electricidad; pero los grandes turbiones en la península corresponden á las costas del Mediterráneo, y á las pendientes rápidas que desde la cima de la cordillera Cantábrica se desarrollan hasta tocar en las aguas del golfo inmediato; y si los cálculos que se atribuyen á Faraday son exactos, cuando aquel halló que en un grano de agua se contenía tanta electricidad como la que se necesita para un relámpago ordinario, la imaginación se pierde, no solo por el número de las tempestades eléctricas silenciosamente suspendidas en las gotas del rocío que como trasparentes y diáfanas perlas cantó la égloga de todos los tiempos y naciones, sino que el alma se sorprende con el supuesto de Faraday, y por los fenómenos eléctricos que se hubieran podido observar durante las lluvias del 14 de setiembre de 1850 en la costa de Cataluña, en una parte de la de Valencia y por las Islas Baleares.

De aquel turbion, que en breves horas dejó caer 115^{mm} de agua en Barcelona (Sr. D. Pablo Presas), mientras que en Palma de Mallorca se midieron 150^{mm} de lluvia, el estudio de la electricidad atmosférica sacará poco partido, aunque las inundaciones se siguieron á dicho meteoro, y la muerte y la desgracia asaltaron en medio de los torrentes desbordados. En los páramos del centro de la península se notó relampagueo vivo en la noche del 14 de aquel setiembre, en dirección de la costa mediterránea, como señal eléctrica del turbion deshecho, formándose trombas el 16 de dicho mes sobre la misma costa. Este último meteoro, según Peltier, reconoce entre otras por causa física á la electricidad acumulada con exceso en los vapores y nubes flotantes en medio del espacio.

Si por un momento se supone que los signos eléctricos de las lluvias aturbonadas guardan alguna relación con el volumen de las gotas y con la cantidad enorme de vapores que se condensan para dar origen á uno de aquellos meteoros, es probable que el conductor de Ronalds hubiera dado indicaciones muy notables, colocado en medio del turbion deshecho que cayó en las inmediaciones de Lorca el 30 de

abril de 1802, rompiéndose el célebre pantano; ó de las lluvias del 23 de febrero de 1788 en Castilla, motivo de espantosas avenidas; ó bien en medio de uno de los dos metéoros cuya causa se cree desconocida en el valle de Toranzo (Santander), pero que originaron durante el siglo pasado las dos inundaciones que todavía se recuerdan en aquella tierra con asombro y temor, porque dice se vieron despeñarse las aguas y correr en raudales, hasta los peñascos. En definitiva, el mismo aparato que nos ha servido para las observaciones eléctricas en las lluvias aturbonadas y tempestuosas, si le suponemos bajo la influencia de las que han caído de 1380 á 1846 por las faldas de las peñas Gorbea, Orduña y las inmediatas, dándose lugar á las 31 avenidas mayores de la ria de Bilbao; con probabilidad aquel conductor hubiera presentado en medio de alguna de aquellas antiguas lluvias una cantidad tan grande de electricidad, que el menor contacto con él, segun dice Crosse, tal vez originase instantáneamente la muerte.

Pero abandonando las hipótesis, las nubes de que proceden las lluvias aturbonadas presentan, además de los signos de la electricidad que llevamos anteriormente referidos, algunos propios y característicos, por los cuales se las puede reconocer en el centro de la Península. Aquellas generalmente aparecen aisladas en un punto del horizonte, con colorido oscuro y con un aspecto ahilado ó en hebras verticales, que contrastan por sus tintas con la serenidad y estado despejado en lo restante del espacio atmosférico. Los movimientos de traslación de aquellas nubes son lentos cuando se las observa á larga distancia. Por el contrario, estando próximas se parecen á una niebla densa que rodase con alguna velocidad rasando la superficie de la tierra. Las lluvias aturbonadas caen precedidas de calma en la atmósfera, y de un ruido debil pero bien marcado, que producen en las alturas los encontrados vientos precursores del turbion, con cuyo ruido se ven temblar agitándose las hojas y ondulando los quebradizos ramos de algunas plantas; cuando en otras próximas todo permanece indiferente, á pesar del aspecto, no temible para el hombre pero si triste, de la nube que se acerca. Las primeras ráfagas corren muy pronto, y entonces se aumenta la agitacion en las copas de los boscajes, y el ruido del viento se acrece con el que resulta

del choque entre las hojas, los tallos y las ramas; y por la flexion y crujiente deflexion de las maderas en los troncos y ramos de los árboles. Muchas veces he observado que las copas de algunos olivos, como buscando un apoyo en el aire de su derredor contra el próximo turbion, giran sobre los ejes de sus troncos al sentirse sacudidas por las primeras ráfagas; mientras que en los campos las graciles y amontonadas cañas de las gramíneas ondulan en direccion diferente, contribuyendo con su óbolo de ruido al acrecentamiento del que, estraño é indefinible, es precursor y compañero del turbion en su caída.

El temor pasajero, pero no por pasajero menos cierto, asalta á la generalidad de los seres animales domesticados algunos minutos antes de las primeras gotas de las lluvias aturbonadas; observándose en estas lo mismo que Plinio indicó como señal precursora de las tempestades diciendo *formicæ concursantes aut ova progerentes*; y La Cépède asegurando, que en ninguna ocasion los insectos se mueven con mas agilidad, nunca susurran ni pican con tanta energía, ni vuelan, ni se mecen columpiándose en el aire con tanta movilidad como en el momento en que se acercan las nubes cargadas de mucho fluido eléctrico.

M. Muray sostiene que la araña aeronáutica posee la facultad de tender sus hilos, impeliéndolos con energía en todas direcciones por medio de la electricidad del aire atmosférico. Este fluido, en la opinion de aquel fisico, entra como elemento indispensable en la arquitectura y construcciones finalizadas por algunos insectos, difficilísimas de estudiar á pesar de los trabajos de Rennie. Que la electricidad de la atmósfera tiene influencia en aquellas obras de arquitectura, es un hecho comprobado para quien observa el temblor y la agitacion con que se mecen en las inmediaciones del conductor de Ronalds variedades de aracnídeas, cuya clasificacion me es desconocida, pero ágiles cuando las nubes de turbion se acercan al referido aparato, las he visto tender sus hilos con rapidez casi instantánea, para colocarse á distancias variables del conductor electrizado; no faltando ocasion en que uno de aquellos seres fue muerto y proyectado á larga distancia desde la esfera en que se termina el pie del electrómetro de cuadrante, por el choque y reaccion de una chispa que saltó en el deflagrador.

A las primeras gotas de los turbiones se siguen generalmente ráfagas continuadas de viento, arreciando la lluvia hasta convertirse en turbion deshecho; con la circunstancia de continuar la nube su camino, dejando caer el agua en una faja estrecha de terreno, lo cual se reconoce no solo directamente, sino observando que los rayos del sol iluminan los cerros y las montañas distantes; y por la aparente quietud de las nubes que ocupan puntos diversos del espacio de aquel, en que se supone residiendo á la nube de turbion.

Otro fenómeno interesante de las lluvias aturbonadas se puede deducir por los siguientes datos, de los cuales resulta que el viento en ráfagas durante aquellos meteoros gira, á lo menos en Madrid, por uno, dos y hasta por tres cuadrantes; habiendo principiado las ráfagas durante los 38 turbiones que llevo observados siete veces en el primer cuadrante, seis veces en el segundo, veintidos veces en el tercero, y rara vez en el cuarto. La rotacion sucesiva ó la tendencia á girar el viento hácia la derecha durante los turbiones, si como se ha notado en esta localidad de España se comprobasen en otros puntos, serviria de sosten á la definicion de los conos trómbicos que dió Eeles (Transacciones filosóficas, año 1755); esplicándose en parte el dibujo de las trombas del 27 de junio de 1827 en Sicilia, segun las observó Mazara y litografió Engelman, y no para acusar de poéticas y estremadas las descripciones antiguas de las verdaderas trombas como sostiene Eeles, sino para tener en cuenta los hechos siguientes, al establecer la teoría científica de los meteoros de que se ocupó Peltier.

Cambio de direccion del viento en los turbiones durante 1854. Madrid.

Fechas.	Viento al principiar el turbion.	Variacion del viento valorada en cuadrantes.	Indicaciones segun el anemómetro de Newman.
Abril.. 19	S. S. E.	1	•Ráfagas continuadas girando el viento hácia la derecha.
Id.... 21	S. O.	»	Id. continuadas y tendencia á girar, primero hácia la derecha y despues hácia la izquierda.
Id.... 22	O.	»	Id. continuadísimas, en alguna de las cuales el anemómetro giró hácia la derecha.
Id.... 24	N. E.	$\frac{3}{4}$	Tendencia á girar el viento hácia la derecha.
Id.... 30	S.	1	Ráfagas continuadas á la una, girando el viento hácia la derecha.
Mayo. 1.º	S. O.	»	Tendencia apenas sensible del viento á girar hácia la derecha.
Id.... 5	N. O.	»	Ráfagas muy frecuentes de viento insiendiendo en una misma direccion.
Id.... 9	O.	1	Variaciones sucesivas girando el viento hácia la derecha.
Id.... 18	N. E.	»	Ráfagas repetidas con tendencia á girar el viento hácia la derecha.
Id.... 19	O. N. O.	$1\frac{1}{2}$	Cambios sucesivos en la direccion del viento girando hácia la izquierda.
Junio. 1.º	S.	1	Ráfagas continuadas girando el viento hácia la derecha.
Id.... 3	Id.	»	Tendencia á girar hácia la derecha por ráfagas repetidas.
Id.... 6	Id.	»	Poca variacion en la direccion del viento.
Id.... 7	N. E.	$2\frac{1}{2}$	Variaciones cortas y sucesivas en la direccion del viento girando á la derecha.
Id.... 17	S. O.	1	Pequeñas ráfagas girando el viento hácia la derecha.
Julio. 1.º	E. S. O.	2	Giró el viento por la derecha, con dos ráfagas y variaciones frecuentes.
Set... 29	S. E.	3	Giró el viento por la derecha.
Oct... 1.º	S.	4	Giró el viento hácia la izquierda; posteriormente por 4 cuadrantes á la derecha.
Id.... 8	S. S. E.	3	Ráfagas vivas y frecuentes girando el viento por la derecha.
Nov... 10	N. N. E.	»	Id. continuadas y de escasa amplitud.

Cambio de direccion del viento en los turbiones durante 1855.

Fechas.	Viento al principiar el turbion.	Variacion del viento ya borada en cuadrantes.	Indicaciones segun el anemómetro de Newman.
Feb... 6	O. S. O.	1	Ráfagas muy frecuentes girando el viento por la derecha.
Id.... 16	N. E.	3	Id. continuadas girando el viento hácia la derecha.
Id.... 18	S. O.	»	Id. continuadísimas insistiendo casi sobre un mismo punto de la roca.
Id.... 19	S. O.	»	Tendencia á girar hácia la izquierda.
Marzo. 3	O. N. O.	»	Ráfagas frecuentes con poca variacion.
Abril. 20	S. S. E.	»	Tendencia poco perceptible á girar hácia la izquierda.
Id.... 21	E. N. E.	»	Id. á girar hácia la izquierda poco marcada.
Mayo. 2	S. E.	2	Giró el viento hácia la derecha durante el turbion de por la mañana.
Id.... 3	S. S. O.	1½	Ráfagas continuadísimas girando el viento por la derecha.
Id.... 16	S. O.	1	Id. frecuentes girando el viento hácia la derecha.
Agosto. 18	S. S. O.	»	Variacion apenas sensible en la direccion del viento.
Set... 7	S. S. O.	1	Girando el viento hácia la derecha.
Id.... 24	S. N. E.	»	Invariable la direccion del viento.
Id.... 29	S. S. O.	1	Cambios frecuentes y giro de viento hácia la derecha.
Oct... 6	S. O.	½	Giró el viento hácia la derecha.
Id.... 18	Id.	2	Variacion y giro del viento hácia la derecha.
Id.... 21	Id.	2	Ráfagas frecuentísimas y continuadas, girando el anemómetro á la derecha.
Dic... 19	Id.	»	Id. continuadísimas, y tendencia á girar el anemómetro hácia la derecha.

Antes de reasumir los fenómenos meteorológicos observados durante los turbiones, conviene tener presente la division de las nubes que propuso Peltier, fundándose en las fuerzas y facultades eléctricas que corresponden á las masas vaporosas flotantes en medio del espacio. En la primera variedad de nubes, aquel fisico comprende á las que han perdido mucha parte de su electricidad en medio de la atmósfera húmeda que las sostiene. Estas no toman parte en los meteoros destructores, obedecen á los vientos que las hacen viajar, y bajo la influencia de los cambios de temperatura ya se resuelven en lluvia, ó bien desaparecen por la difusion y la expansion de los vapores, cuando actúan en ellos los rayos directos del sol. Todo es pasivo en esta variedad de nubes; por consecuencia sin facultades activas é individuales, existen en la atmósfera para ser anotadas en los registros meteorológicos. Las nubes de la segunda variedad son todas aquellas que están sobrecargadas de electricidad, constituyéndolas este fluido en masas meteóricas, que como centros activos é individuales, y sin obedecer á la accion simplemente mecánica de los vientos, atraen y repelen al aire que las envuelve, á los vapores que las limitan, y á las nubes distantes cuando estas se hallan dentro de la esfera de actividad que corresponde al núcleo de los vapores electrizados: tambien atraen al fluido contrario de alguno de los cuerpos distantes, y descomponen por su influencia la electricidad quiescente ó en estado neutral de otros. Cuando las fuerzas activas de la segunda variedad de nubes concurren en medio del espacio con otras fuerzas meteóricas, los efectos se aumentan y se modifican, *originándose muchos de los fenómenos que mil veces sorprenden con su aparicion.*

Clasificadas las nubes por la electricidad que poseen, y recordando lo que llevo espuesto de aquellas que originan los turbiones en el centro de España, se reasumen facilmente los caracteres fisicos que se distinguen en estas últimas. 1.º Están formadas de vapores densos y opacos, que generalmente ocupan un espacio limitado. 2.º Toda la masa de la nube de turbion se traslada con lentitud de unos á otros puntos, siguiendo en su camino la direccion de los valles y cuencas de los rios. 3.º Cuando los vapores se resuelven en lluvia aturbo-

nadas, lo hacen descendiendo los goterones en fajas de terreno cuya anchura no pasa en ocasiones de algunos cientos de varas. 4.º El aspecto de las nubes de turbion cuando se acercan, es semejante al de las nieblas; pero la semejanza es mayor comparándolas á humo vaporoso y denso que mediase entre las nubes y la superficie de la tierra. 5.º La atmósfera antes de la llegada del turbion aparece con frecuencia en calma. 6.º A la calma, precursora de muchas lluvias aturbonadas, se siguen ráfagas vivas y frecuentes, con ruido estridente y desconocido, interrumpidas por breves momentos y girando el viento, ó con tendencia sucesiva y gradual á girar por la derecha en derredor de la nube donde se condensan los vapores. 7.º La cantidad de agua que se precipita durante los turbiones en España ha sido muchas veces suficiente para desbordar los torrentes y los rios, originándose en las llanuras pérdidas y desgracias de consideracion, tanto mas sensibles cuanto que han llegado imprevistas, y sin que se notasen en el horizonte señales ostensibles de las lluvias, precursoras de las ondas que pasaron arrastrando revueltas cuantas riquezas el hombre posee, y embravecidas con los gritos de la desgracia.

Tales son los caracteres esteriore y físicos que corresponden á las nubes que originan las lluvias aturbonadas: al parecer tienen alguna semejanza, si bien el grado de exaltacion de las causas que las producen es infinitamente menor, con las tormentas escesivas de la Isla Española é Indias, que no son otra cosa, segun Oviedo (*Historia natural de las Indias*), sino grandísimo viento y escesiva lluvia todo junto, ó cualquier cosa de estas de por sí. Tormentas en las cuales, segun aquel historiador del siglo XVI, los vientos giraban hácia la derecha (1), aproximándose con aspecto muy tempestuoso en el

(1) Viento tormentoso y bravo, que en 9 de agosto 1513 por la tarde principió á correr sobre la Isla Española, del Norte ó parte septentrional, é de allí se mudó al Noreste, é deste saltó al Este ó parte oriental, é cuando amaneció el lunes 10 saltó el viento en el Sudeste, é dió con las naos y navíos al través..... é despues esforzándose mas el viento pasóse al Sur ó parte austral de Mediodía, y entonces (serian las 7 de la mañana) con tanta furia que muchos ánimos decayeron..... y en solo las puertas é ventanas que en esta ciudad (Santo Domingo) el viento hizo pedazos en todo ó en

horizonte (1) de aquella tierra tantas veces devastada por el huracan.

La anchura que ocupaban las tormentas que describe Oviedo no pasaron muchas veces de uno á dos tiros de ballesta; dejando abiertas sendas estrechas por las cuales emprendian los españoles sus viajes de exploracion, evitando en aquellos solitarios y embarazados caminos que preparaban las tormentas, las sospechas de los enemigos y los peligros de no saber la tierra (2).

Segun las descripciones de Oviedo, podríamos suponer que durante el grandísimo viento y excesiva lluvia de las tormentas de Indias, los planos sucesivos de la variacion del viento constituyen en el espacio atmosférico de la Isla Española un fenómeno meteorológico

parte de ellas no se podia restaurar sin mucha suma de pesos de oro. Mientras que en la tormenta del 8 de setiembre de aquel año fue de menos viento, pero de mucha mas agua que la primera..... y..... é creció el rio desta cibdad mas que nunca. (Oviedo, *Historia natural*, lib. 50, cap. xxvii.)

(1) El aspecto tempestuoso en el horizonte es precursor de las tormentas bravas en las Indias, y por esta señal se motivó la retirada del almirante Colon á Puerto-Escudido durante el huracan de agosto de 1508, mientras que otras carabelas, naos y navíos se fueron á pique en la tormenta por la premura y la imprevision de no haber reconocido el tiempo antes de navegar. (Oviedo, id.)

(2) Por cierto, quien oviere visto é pasado algun *boscage* de grandes y espesos árboles donde haya acaecido algun huracan, habrá visto cosa de mucha admiracion é grima espantosa..... en algunas partes de tierra firme lo he visto en no mas espacio de uno á dos tiros de ballesta, estando todo el territorio cubierto de árboles arrancados é unos sobre otros..... y como los que allí íbamos conveníamos pasar por aquellos mismos lugares ó bosques así destrozados, é no teníamos otro camino tan seguro ó á nuestro propósito, no se podia escusar el trabajo de pasar por allí. Y era cosa de notar é mirar cómo iban los hombres tres ó cuatro estados mas altos unos que otros de árbol en árbol, y de rama en rama, trepando y trabajando por seguir nuestro camino; porque los rios grandes y peñas ásperas en los profundos valles y espinosos é cerrados bosques, é otras cosas muchas, se escusaban con aquel estorbo ó embarazado camino, é tambien la sospecha de los enemigos.

Todos estos é otros impedimentos daban causa á que con mucho cansancio de las personas é fatiga del espíritu, continuásemos el camino tan cerrado é ocupado como he dicho estaba del huracan. E á bien librar, por corto que fuese aquel espacio, siempre escapaban algunos compañeros lastimados, derrotados é rasgados los vestidos, é otros desolladas las manos, é con gran afan se concluyen tales jornadas. (Oviedo, *Historia natural de Indias*.)

que por su forma se aproxima á ser un cilindro ó un cono incompletos: con mas probabilidad un cono de viento y turbion, puesto que las tormentas análogas en tierra firme dejaban trazados profundos y prolongados surcos en no mas espacio que el de uno ó dos tiros de ballesta, con el desórden, con la destruccion y con la muerte en aquellos inmensos bosques, hijos tal vez del poderoso *fiat* en uno de los días de la creacion (1).

Con sorpresa el mismo Oviedo echa de menos en las tormentas de Indias los truenos y los relámpagos que allí tanto se desean durante las tempestades, contrastando aquel deseo con el temor que el trueno causaba en España en el trascurso de los grandes nublados (2). La sorpresa del naturalista español relativamente á la falta del relámpago en medio de los huracanes de las regiones ecuatoriales se comprende en su época, pero hoy fácilmente se esplica recordando lo que dice Peltier: «En la produccion de los meteoros la electricidad no se manifiesta siempre con los mismos fenómenos. Los fisicos han procurado comprobar la existencia de aquel fluido en el trascurso de las tempestades por tres de sus efectos, que se observan ya reunidos ya separados, como lo son el rayo, el relámpago y el trueno; es decir, la cantidad de la electricidad condensada hasta constituir la chispa, la luz producida y el ruido compañero de la electricidad en su paso al través del aire.» Esta triple manifestacion de los efectos de una misma causa se comprende que en el siglo XVI, como en un largo período de tiempo posterior, ha constituido la escala tipo para valorar la vio-

(1) No son, pues, los árboles que están así arrancados poca cosa para admirar su grandeza, y ser gruesísimos muchos de ellos, pero demás deso es cosa para maravillar verlos tan desviados é apartados algunos de donde fueron criados, é con sus raices trastornadas, unos sobre otros de tal forma trabados, y entretejidos que luego parece como he dicho ser artificio é obra en que no hay ojos de cristiano que sin espanto lo puedan ver. (Oviedo.)

(2) Pero cosa mas notable quiero decir, porque es notable, y es, que así como en España los truenos y relámpagos en las tempestades causan mucho espanto, así en esta cibdad é Indias es aquello que se desea, porque la tormenta de viento y agua (huracan) siempre viene sin truenos, é la peor señal es no los haber en tales tempestades. (Oviedo.)

lencia de las borrascas; y de aquí la estrañeza de que faltase el trueno en las tormentas recordadas por Oviedo. Sin embargo, la electricidad en los vapores atmosféricos puede manifestarse por fenómenos muy diferentes de los tres arriba citados, los cuales dependen de la neutralización casi instantánea de la electricidad al través del espacio.

La electricidad posee facultades excesivas cuando pasa desde la atmósfera á la tierra en forma de corriente por conductores, como lo son los conos trómbicos de diámetro muy limitado, como lo es el inmenso turbion del huracan, y como lo pueden ser las masas de la lluvia aturbonada que momentáneamente sirven de vehículo, y cierran la comunicacion entre las nubes activas por su electricidad, y las bandas ó fajas en el terreno sobre las cuales descenden estos últimos meteoros. Suponiendo á la electricidad en estado dinámico entre las nubes y la superficie de la tierra, ni se presentarán los efectos luminosos, ni los caloríficos del rayo; pero aquella podrá convertirse en agente enérgico para originar atracciones y repulsiones en las masas de vapor, en los estratos líquidos y en los cuerpos sólidos distantes. Podrá conmovier violentamente la superficie tranquila de las aguas, desecará tal vez por una evaporacion rapidísima los terrenos y las plantas, y si la evaporacion fuese tan instantánea como lo es la accion de la electricidad dinámica, será posible que estallen las últimas y se abilen en hebras y fajas; trasformándose las maderas elásticas cuando sus vasos y poros contienen sávia, en frágiles y quebradizas por la desecacion absoluta de los troncos, de los tallos y de las ramas (1).

(1) Tempestad de Quintana del Pirio (provincia de Burgos).—El 11 de junio de 1800, siendo las once y media de la mañana, apareció á la vista de la villa referida un nublado que por su estraño y desconocido aspecto llenó de temor y desconsuelo á todo el vecindario. Las nubes tempestuosas se presentaron en la parte boreal de la villa, mientras que otras nubes bajas y rasantes con el aspecto *de humo ó niebla muy densa*, se movian velocísimamente hácia el pueblo viniendo del ábrego y regañon. Las nubes aparecian rasgadas en mil partes hácia la superficie de la tierra; á la vez el espacio atmosférico por su aspecto parecia como enrojecido, en términos que desde Aranda y Gumiel de Izan creyeron se estaba quemando la villa de Quintana. En definitiva, *sin haberse percibido truenos ni relámpagos*, en medio de los torbellinos encontrados de vientos boreales, se presentó una que al parecer era nube de color

Las observaciones y el estudio comparativo de los efectos producidos por la electricidad en los huracanes y en las trombas han demostrado, que aquellas posibilidades se convierten por la naturaleza en realidades; mientras que la meteorología con las esperiencias físicas del fluido eléctrico en estado dinámico, halló algunas en que se percibe, aunque los resultados son microscópicos é infinitamente pequeños, la semejanza con los fenómenos espontáneamente producidos por la naturaleza.

La intensidad del fluido eléctrico en medio de los turbiones y viento giratorio en los huracanes de las Antillas, debe justipreciarse no por los relámpagos ni por los truenos que echaba de menos Oviedo, sino por los efectos que cita Reid relativamente al metéoro destructor de 1851 en las Barbadas. De este dice: «La mayor parte de la isla de San Vicente es una floresta cerrada, en la cual perecieron muchísimos árboles por el Norte de dicha isla, sin haber sido arrancados en aquella

azul claro, y la cual en forma de *culebra* fuertísima ó tromba tocaba en el suelo. Este meteoro pasó á unos 400 pasos de la poblacion, y de él saltaron numerosos chispazos de fuego. En su tránsito arrancó varias cepas de vides, conmovió piedras y árboles de mucha magnitud, contándose entre ellos una encina del grueso de dos cuerpos humanos, á la cual quitó primero las ramas, que el viento arrebató llevándolas á bastante distancia, y despues sacó el tronco de cuajo hasta las mas penetrantes raices. En su camino la manga encontró dos huertas contiguas en las cuales derribó las tapias, quitó todas las ramas á un peral, *tostó los demás árboles pequeños*, destrozando y arrancando otros muchos frutales.

Esta tormenta dejó igualmente tostado todo el terreno que cogio en una faja de 60 á 70 pasos de anchura ó latitud, en el trascurso de 25 minutos que duró el referido fenómeno, hasta que se fué recogiendo á la misma nube de que en un principio habia descendido. Segun aseguran los labradores, el daño que la tempestad produjo en las viñas que *tostó*, se podia calcular prudencialmente de 3000 á 4000 cántaras. Dos muchachos á quienes cojió en el campo la nube los arrojó al suelo sin mas lesion que haberle tostado al uno ó quemado el pelo, resultando el otro lisiado en un ojo, pero ellos no dieron mas razon del fenómeno por el aturdimiento que les causó. Se recelaba que el campo y *las muchas vides abrasadas ó tostadas* por la tormenta, no volverian á dar fruto. En la villa de Quintana no cayó una sola gota de agua; en cambio, y al mismo tiempo, las nubes arrojaron un pedrisco muy grande en tres pueblos que están al Norte, y distantes de la villa referida de una legua á legua y media. (*Estracto de la relacion de la tempestad de Quintana, segun el Párroco de su iglesia.*)

tormenta, ni por la fuerza ni por la velocidad del huracan. Los examinó en 1832, y en todos le pareció que la desorganizacion y la muerte no habian sido efectos del viento, sino originadas por la cantidad enorme de electricidad durante la citada tormenta.»

Segun la descripcion de la gran borrasca del 31 de agosto de 1675 en las mismas islas, M. Hugues aseguró que el relampagueo en aquella no se parecia al generalmente conocido, sino que se asemejaba á fuegos rapidísimos, y llamas cuya luz rielaba tanto en las llanuras como sobre la superficie de las montañas; mientras que en lo mas fuerte del huracan del 10 de agosto del año 1831, dos negros, al sostenerse para no caer, vieron saltar del uno al otro chispas de fuego eléctrico, que pasaba en torrentes al través del aire desde las nubes hasta la superficie de la tierra durante aquellos enormes meteoros.

El *samoun* ó *samsin* eléctrico del huracan (1) engendrado por la soledad de los mares ecuatoriales no era temible en el suelo tempestuoso de las Antillas y costas de Tierra-Firme, segun los viajeros y naturalistas españoles, cuando llegaba acompañado de los relámpagos y truenos, que allí tanto se desean en medio de las tormentas de viento y agua. Este deseo se comprende hoy, cuando estudiada la electricidad atmosférica se presenta intensa en grado excesivo, pero aislada y apartada de la superficie de la tierra en las nubes tempestuosas; meteoros que si se nos aproximan son recíprocamente repelidos tras de cada rayo por la seca ó líquida costra de nuestro globo. La tierra, atrayendo y repeliendo á los centros tempestuosos, defiende la generalidad de sus seres; y á lo mas no evita la destruccion de los troncos mas elevados, que ya reciben la descarga directa, ó bien dejan por retroceso escapar en raudos torrentes la electricidad excesiva y amontonada momentáneamente en un punto de la superficie del depósito comun.

La tempestad, como masa aislada de vapores en la atmósfera, se aparta oscilando ante la reaccion defensiva de nuestro globo, obedece á la vo-

(1) Que luego parece, como he dicho, ser artificio é obra en que ha entendido el diablo ó parte de la comunidad del infierno, é no hay ojos humanos de cristiano que sin espanto lo puedan ver. (Oviedo, *Historia natural de Indias*.)

luntad del ingenio humano que ha señalado la dirección y el camino á las chispas del fuego meteórico por las barras metálicas del para-rayo. Además aquella sigue docilmente y á la vista, pero sin tocarla, por la senda de los declives, rampas y valles donde la vida se sostiene, para dividirse y subdividirse hasta lo infinito cuando llega definitivamente á las quebradas desiertas de los mas elevados riscos de las montañas. La tempestad aterrará con su ruido, ofuscará con su luz, pero su máxima fuerza se desarrolla en la profundidad del piélago atmosférico, donde se debilita muy pronto la intensidad de su fuego meteórico, que es conducido en todas direcciones para quedar quiescente é inofensivo en el interior de todos los cuerpos.

El samsin eléctrico compañero del huracan, de las nubes trómbicas y de las masas de vapor de donde proceden las lluvias aturbonadas, se diferencia mucho por sus efectos de la tempestad que reside en las alturas ó á grandes distancias de la tierra, porque esta no cuenta con medio alguno para repeler y defenderse de los meteoros arriba citados, los cuales, segun todas las observaciones, se mueven con lentitud, resbalando y girando sobre diferentes puntos de nuestro planeta, y alguna vez modificando y destruyendo con el aura de su inmensa electricidad la vida de los seres que posteriormente son arrebatados por causas dinámicas complicadísimas de esplicar. La tempestad eléctrica, aunque la supusiéramos constituida por una nube luminosa con el exceso del fluido acumulado, éste se irradiará ó podrá irradiarse en todas direcciones: pero como el huracan, la tromba y la lluvia de turbion están unidas tenazmente y en contacto con la tierra, en esta y solo en ella se descarga por comunicacion el exceso eléctrico, que constituye el elemento activo de aquellos meteoros. En ellos la tierra se presenta indefensa y pasiva para rechazar el mal; pero lo que es imposible de conseguir en la parte habitada, lo alcanza la naturaleza en la soledad de los mares, donde fogosos é imponentes penetran los huracanes. En la superficie oceánica los vórtices se agrandan como si fueran á desolar y destruir la tierra; en aquel lugar no hay obstáculos para los desencadenados vientos, y sobre las ondas tambien se enriquecerá el turbion con nuevo caudal; sin embargo, en la soledad citada el fluido eléctrico se difunde y pierde,

y los efectos del huracan, de la tromba y de los vapores del turbion se moderan porque las causas de los meteoros referidos se aminoran viajando al través de los mares.

La observacion guiada por la analogía nos ha conducido en el estudio de las lluvias eléctricas y aturbonadas hasta encontrar puntos de contacto y semejanza en los citados meteoros con las trombas que describió Peltier y con el huracan que estudiaron Oviedo, Reidfield, Dumbar y Reid. No sostendré la opinion absoluta de que aquellos tres meteoros sean un mismo fenómeno, pero lo que sí puede asegurarse en vista de la analogía, es que la teoría meteorológica que en tiempos ulteriores los esplicue, deberá ser única para los tres (1).

De este modo la ciencia simplificándose tenderá á la unidad, y cuando para esplicar la dinámica de los gases atmosféricos no sean suficientes la presion del aire y su elasticidad, choque y rozamientos variados hasta el infinito, nos hallaremos que el calor y la electricidad, neumas activos de la materia gaseosa y vaporosa de la atmósfera, se reunen, se apartan ó recíprocamente se convierten el uno en el otro en medio del espacio: el primero dando orijen, en zonas atmosféricas diferentes de la tierra, á una dilatacion bastante para producir corrientes atmosféricas con velocidad proporcional y direccion constante; y siendo tambien causa por la cual algunos vientos se convierten de brisas en impetuosos vendabales.

La electricidad á su vez, y como ajente, complicará las teorías con sus atracciones y repulsiones, tanto mas enérgicas cuanto menos pe-

(1) Entre las causas que se han opuesto con mas energia á los progresos de las ciencias físicas, se cuenta el exclusivismo con que el hombre se ha dedicado á estudiar los fenómenos extraordinarios y sorprendentes por su rareza, ó por las maravillosas fuerzas que la naturaleza emplea para su produccion. Aquel exclusivismo esplica el poco cuidado que se tuvo en la interpretacion de los hechos casi vulgarmente conocidos por formar parte de la marcha general de la naturaleza. Pero deberá tenerse por evidente, que los estudios é investigaciones que se refieran á los fenómenos extraordinarios y singulares de la naturaleza, no alcanzarán una importancia verdadera para las ciencias sino cuando se les compare y ponga en relacion con aquellos hechos naturales que se repiten frecuentemente y son conocidos de la generalidad. (Bacon, *Novum organum*.)

sadas son las moléculas movibles del aire ó las esferas casi líquidas de los vapores del agua meteórica. Debiéndose tener muy presente que la electricidad que como fuerza dinámica recoge hoy el aura psicológica del espíritu, para trasmitirla sin luz ni ruido casi instantáneamente al través de los espacios conmensurables de la tierra, es el mismo agente dinámico que ha pretendido asaltar ayer con medios razonables el orgulloso alcazar levantado con las maquinarias actualmente conocidas, mientras que hace pocos años no se sospechaba su posible aplicacion á la mecánica; y aunque el fluido eléctrico no haya conseguido tan altiva empresa, sus corrientes, por lo menos, han conmovido profundamente á la ciencia, que abriga la esperanza de que las nuevas semillas arrojadas en medio de las fuerzas motrices habitualmente conocidas, fructificarán en el terreno de las necesidades sociales, regadas por los progresos del saber, por la emulacion que estimula, y por las pasiones nobles y altivas, que conducen á las edades lentamente al través de la ciencia amontonada por la actividad y por el tiempo que trascurre.

La epopeya de las fuerzas y de sus efectos cuando se estudian en medio de la atmósfera no es de este lugar; tampoco me creo capaz de escribirla con mano segura; por esta razon me detendré en este punto, pero no es porque el positivismo de las ciencias físicas, que algunos dicen frio y árido, ahogue y mate á la armonía de la palabra simétricamente ordenada, sino porque quisiera no discurrir procurando desvanecer la creencia adoptada por algunos, que aseguran que ciertos hombres buscaron los metales nobles por la materia. Los que tal opinion sustentan, ciegos ante el vivo resplandor de los crisoles, no ven que los marcos de oro recojidos de todas partes con aparente usura por la antigua alquimia, sirvieron para la esperiencia, palanca poderosa que hoy contemplan las sociedades con orgullo, y á ella acuden como mina inagotable donde se satisfacen sus necesidades apremiantes y sus deseos no siempre comedidos. El óbolo que premia, el mismo que la sociedad debe prestar á la meteorologia para sus estudios sobre la electricidad atmosférica, á pesar de las opiniones respetables de hombres de gran valía, no violentará el desarrollo de una planta estéril ó que no promete, segun aquellos, frutos de un valor proporcio-

nado á las cantidades empleadas por la sociedad para sostener dicha planta. A esta opinion se pudiera contestar con M. Libes cuando al hablar de Galbano dice: «El viajero cuando recorre caminos desconocidos » cree algunas veces haber llegado al término de su marcha y de su cansancio; pero de repente un nuevo horizonte se desarrolla ante su vista, enseñándole la magnitud del espacio que todavía le queda que andar. A medida que aquel viaja, los límites del horizonte al parecer » se retiran, desesperándole siempre de poderlos alcanzar.»

La opinion filosófica espresada por Libes puede dar origen á la desesperanza de algunos; pero tengase muy presente que la meteorología, en vista del horizonte de sus estudios, para no caer en el vacío necesita la asociacion científica y oficial, que siendo continuada y sistemática lleva en lo humano el sello de la seguridad. Tambien acepta la asociacion libre algun tanto insegura, y recomienda como eficaces las asociaciones momentáneas y de reconocimiento é investigacion de aquellos lugares en que, bien por las dificultades que la naturaleza opone, ó ya por su estado social, las observaciones y las esperiencias no han podido establecerse por un tiempo prolongado.

Además, la meteorología recuerda que la fisiología de la germinacion y de la nutricion de las plantas; la que se propone el estudio de las leyes de la vida animal; las patologias de los dos reinos orgánicos, y las químicas orgánicas cuando estudian los seres en aquel período de transformaciones que se siguen á la vida, han hallado hace mucho tiempo que el plano circular sobre que tienen escritos los resultados de sus trabajos coincide, y en mil puntos se toca, con el correspondiente al de la ciencia meteorológica. Relativamente á la influencia de la electricidad espontánea de la atmósfera, todas las ciencias arriba citadas admiten como un hecho positivo que sus progresos se hallarán mucho tiempo detenidos, hasta que posean los resultados de los trabajos de observacion y esperimentales de la electricidad estática y dinámica de la atmósfera, para ponerlos en relacion con la germinacion de los granos, con la nutricion de las plantas, con la sensibilidad aparente de las mimosas, con las fermentaciones espontáneas, con las endósmosis y exósmosis orgánicas, y con muchas otras de las funciones complicadísimas que cor-

responden á los seres animales, cuando la vida los sostiene y cuando la muerte los trasforma hasta convertirlos en elementos inorgánicos.

IV.

Algunos meteorologistas, y entre otros Kaemp, estudiando cuidadosamente los fenómenos de las tempestades, han adoptado la opinion de que la electricidad atmosférica en dichos meteoros es un efecto de la condensacion de los vapores en un recinto mas ó menos ancho del espacio; deduciéndose que no es la tension eléctrica la que produce las tormentas, sino que la condensacion referida es la que produce la electricidad. Para sostener esta opinion se ha supuesto que del mismo modo que el calor se halla latente en medio de los vapores, tambien se encuentra la electricidad en ellos en un estado semejante, y dispuesta á presentarse enérgica y libre cuando los vapores se condensan.

El interés de las observaciones y de las esperiencias meteorológicas que tiendan á demostrar el estado latente de la electricidad, le han comprendido todos los físicos, procurando resolver la cuestion de prioridad entre la tempestad como causa del flúido eléctrico acumulado en las nubes, ó del flúido eléctrico como agente primitivo en los fenómenos que con anterioridad se llevan espuestos. Mr. Kaemp para sostener su opinion cita los torrentes de lluvia que casi siempre acompañan á los truenos, pero precediendo al ruido y al parecer como si aquellos hidrometeoros hubieran sido formados por lo menos simultáneamente con el relámpago, y tal vez precediendo á este último fenómeno.

Las lluvias entre el relámpago y el trueno (1) durante las tempestades

(1) Existe un fenómeno sobre el cual desearíamos que se fijase la atencion de los observadores; y es el de las repentinas y densas lluvias que acompañan casi de seguro á los truenos. ¿Estas lluvias son causa, ó son una consecuencia de la descarga eléctrica....?

Los hechos siguientes se recomiendan con especialidad á los observadores con respecto á la formacion del relámpago.

1.º El estado eléctrico de la lluvia que se sigue repentinamente á las descargas eléctricas cuando las tempestades se hallan en el espacio y verticalmente sobre los observadores.

tades, es un hecho conocido por la generalidad; pero su estudio se presenta demasíadamente complicado, y por consecuencia la opinion de Kaemp relativa á las lluvias referidas es difícil de demostrar de un modo directo. Sin embargo, las dificultades se disminuirían si fuera posible conducir los aparatos de observación hasta el centro de las nubes activas, lo cual se ha conseguido aunque imperfectamente por el procedimiento indicado por Franklin, haciendo uso de la cometa armada de puntas; de una manera mas segura se conseguiría estudiar la electricidad en medio del piélago atmosférico si los observadores pudiesen emplear el globo aereostático cautivo; esto último no se ha verificado hasta hoy sino imperfectamente: en cambio existe la posibilidad de recoger observaciones electrométricas de interés verdadero para la ciencia y para la opinion de Kaemp, cuando las nubes descienden hasta tocar en las montañas, ó cuando se condensan en forma de lluvia por las llanuras muy elevadas sobre el nivel del mar.

Diferentes veces habia observado que en los páramos del centro de la península, y por las inmediaciones de nuestras cordilleras, las nubes se condensaban en lloviznas semejantes al meteoro conocido bajo la denominacion de *garrua* en las costas y elevadas estepas del Perú. Aquellas lloviznas en Madrid aparecen constituidas de esferas de agua cuyo diámetro es sumamente pequeño, agitadas en todas direcciones por movimientos vortiginosos, y como si el ambiente tendiese á sostenerlas flotantes. La calma en el aire en que se está formando la llovizna es

2.º Si los relámpagos se perciben sin lluvia en los puntos inmediatos de aquellos donde se ha originado, ó sin la formacion y aumento de la densidad de las nubes en el punto de donde saltó el rayo.

3.º Reconocer si los relámpagos proceden de algunas nubes, que aparezca disminuyéndose sensiblemente su densidad, por la difusion de sus vapores y evaporacion de las gotas líquidas de agua.

4.º Anotar si las nubes acumuladas que permanentemente están formándose y dan origen á las lluvias en la latitud de las calmas, presentan luz ó la claridad del relámpago: y si así fuese, bajo qué condiciones físicas pasan los fenómenos, y cuáles son los efectos subsiguientes durante aquellos turbiones torrenciales de que habló M. Tesson, y que los meteorologistas han reconocido como propios de las regiones ecuatoriales. (Instrucciones de la sociedad de Londres, 1840.)

casi perfecta. Por otro lado se observa que con el movimiento tumultuoso el diámetro de muchos de los glóbulos y esferillas que constituyen dicho meteoro se aumenta sensiblemente á la vista del observador, cayendo muy pronto en forma de verdadera lluvia; mientras que el movimiento irregular de otras esferas, su disminucion perceptible de diámetro y el engrandecimiento sucesivo de algunas, indican que el aparato de Ronalds se halla rodeado por una nube en cuya masa se está verificando la condensacion, hasta producir el fenómeno meteórico de las lloviznas.

Una vez en mayo de 1854, cinco en marzo de 1855, y una en setiembre de este último año, he recojido observaciones sobre la electricidad originada durante la condensacion de las nubes en llovizna. En la del 16 de mayo de 1854, dió origen á los siguientes fenómenos eléctricos.

Nimbus del 16 de mayo de 1854.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defla- gador.	
10 ^h 55' m	»	»	55°	9½	Nimbus muy próximo.
11 »	»	»	60	11	
5	»	»	60	13	
10	»	»	20	3	
15	»	»	15	1½	
20	»	»	0	»	

En marzo de 1855 llevo espuesto que se repitió el mismo fenómeno en cinco dias diferentes, y en un dia de setiembre del mismo año, recojiéndose recíprocamente durante dichas lloviznas las observaciones electrométricas que siguen.

Lloviznas eléctricas en Madrid en 4 de marzo de 1855.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defla- gador.	
4 ^h 55 ^t	»	240	»	»	Llovizna que se repitió en diferentes momentos, apareciendo signos eléctricos conforme se reproducía la lluvia menuda, la cual se presentaba como si procediese de una nube ó niebla densa y rasante que al convertirse en lluvia lo hacia en el plano del aparato.
57	»	250	»	»	
5 0	»	»	10	1	
5	»	»	10	»	
10	»	»	2	»	
15	»	»	2	»	
20	»	»	4	»	
25	»	»	10	1	
26	»	»	12	»	
30	»	»	7	»	
35	»	80	»	»	
6 0	»	»	4	»	
7 0	»	200	»	»	
15	»	240	»	»	
20	»	200	»	»	
25	»	180	»	»	
30	»	75	»	»	

Id. del 7 de marzo de 1855.

6 ^h 0	0	»	»	»	A las 7 de la mañana aparecian en el horizonte nubes acumuladas y como si tocasen al suelo, cambiando de aspecto por el S. O. y O., donde se notaba niebla rasante y densa, que aproximándose con rapidez al conductor se condensaba en lluvia, continuando en llover desde las 7 y 18' hasta las 7 y 30'. Posteriormente se observaba niebla muy densa á corta distancia del aparato.
7 0	4	»	»	»	
15	2	»	»	»	
17	22	»	»	»	
18	»	100	»	»	
20	»	200	»	»	
25	»	250	»	»	
26	»	»	»	»	
27	neutral	»	»	»	
28	»	190	»	»	
29	»	130	»	»	
30	»	100	»	»	
32	»	350	»	»	
40	»	60	»	»	

Llovizna eléctrica del 29 de marzo de 1855.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cuadrante.	Defla- grador.	
1 ^h 50'	»	»	20	1½	Llovizna á la 1 y 50' de la tarde, continuando hasta las 2 y 20', durante cuyo tiempo fueron notables las oscilaciones en el electrómetro de cuadrante. A la última hora cesó la lluvia, y poco tiempo despues dejó tambien de señalar el electrómetro citado.
55	»	»	»	»	
0	»	»	26 á 30	2	
2	»	»	28 á 34	»	
5	»	»	26 á 36	»	
10	»	»	14	»	
15	»	»	20	»	
20	»	»	12	»	
21	»	»	12	»	

Id. del 5 de setiembre de 1855.

6 ^h 28	»	»	22	»	Llovizna, condensándose la nube sobre el aparato de observacion.
30	»	»	24	»	
35	»	»	18	»	
40	»	»	20	»	
45	»	»	26	»	
52	»	»	24	»	

La electricidad en las lloviznas, segun las observaciones anteriores, se puede decir que es notable, pero no escesiva. Algunas veces en ellas se verificó el cambio de signo, mientras que en otras se notaron oscilaciones frecuentes en el electrómetro de cuadrante, como acaeció en el meteoro del 29 de marzo de 1855. Las masas de vapor que dieron origen á los fenómenos meteorológicos referidos, es innegable que obedecieron al enfriamiento y á la accion del peso; con aquel se condensaron los vapores, y por causa de la segunda la lluvia una vez formada descendia de las

nubes; además la electricidad se desarrollaba con exceso en el interior de aquellas masas de vapores que se resolvieron en lluvia menuda.

La evaporacion del agua en la superficie de la tierra se sabe que es una causa poderosa para originar los fenómenos de la electricidad, y experimentalmente Peltier ha demostrado, que si la evaporacion de aquel líquido se verifica bajo la influencia de temperaturas elevadas, especialmente cuando el agua pierde por el enfriamiento y por explosion el estado esferoidal, entonces los fenómenos eléctricos resultantes de la evaporacion aparecen dotados de mayor energia. El profesor Bayly ha conseguido ver en las gotas de agua de un surtidor ascendente en medio de la atmósfera signos de electricidad debidos á la influencia del fluido positivo de que está sobrecargado el aire inmediato á la tierra en los dias serenos.

Volta, Tralles y algunos otros han observado el mismo hecho en las gotas que caen de las cascadas naturales. Sin embargo, de estas observaciones comparadas con los fenómenos eléctricos durante las lloviznas, no se puede inferir que la electricidad de estas últimas fuese debida á la influencia del aire, en el cual pocos momentos antes de aquellos meteoros no se percibian signos eléctricos con los aparatos empleados. Por consecuencia, en Madrid, en medio de la atmósfera tranquila y en calma hácia la cual se aproximaron las nubes que se resolvieron en lloviznas, hubiera sido muy difícil verificar las esperiencias de Peltier, que consisten en elevar ó bajar rápidamente su electrómetro para que este aparato aparezca con señales del fluido positivo ó negativo, conforme sea el estado influyente de la atmósfera. Tampoco las últimas observaciones de Palagi sobre la electricidad positiva y negativa de dos cuerpos, por el simple hecho de aproximarlos ó separarlos en medio del aire, hubieran sido fáciles de notar cuando las nubes de llovizna se aproximaron; y en el caso de notarlas, de seguro la cantidad de electricidad recogida por este nuevo procedimiento, y en el tiempo á que nos referimos, no hubiera podido dar origen á chispas vivas á la distancia esplosiva de 2 líneas.

Amstrong ha demostrado experimentalmente que el rozamiento de los vapores del agua, que poseen una fuerza elástica notable, da origen

á fenómenos eléctricos de suficiente energía y comparables á las de nuestras mejores máquinas eléctricas; pero esta acción dinámica, al parecer, no es la causa principal de la electricidad que corresponde á las lloviznas, ni la influencia del aire atmosférico de que habló Baylly puede admitirse mas que como secundaria en la producción de los fenómenos observados durante aquellos meteoros.

En las lloviznas, segun llevo espuesto anteriormente, la condensacion de los vapores es un hecho positivo hasta constituir pequeñas esferas líquidas bien definidas; durante aquella condensacion necesariamente, y segun los principios físicos, el calórico latente de los vapores se convierte en libre cuando se hallan en el límite de su elasticidad, observándose, que desde el momento en que las esferas líquidas descienden con diámetro apreciable y mojan la superficie de los cuerpos, las mas pequeñas en el meteoro citado se mueven irregularmente en todos sentidos, disminuyéndose su diámetro conforme continúa el movimiento tumultuoso que las es propio, con tendencia decidida á permanecer flotantes. Las señales de electricidad enérgica en medio del vapor globular y de partículas líquidas en las lloviznas, se deberá por consecuencia en parte á la condensacion de los vapores que se liquidan, y en parte á la evaporacion rapidísima de las paredes líquidas y globulares de las esferillas casi vaporosas que constituyen las nubes, por causa del calórico libre resultante de la condensacion en medio del espacio atmosférico.

Las nubes de llovizna no ha faltado alguno que, en vista de sus facultades eléctricas é influencia activa, las considere como nubes tempestuosas, diferentes del turbion ó de la tempestad propiamente dicha, tan solo por la cantidad del fluido eléctrico acumulado para producir aquellos tres meteoros; pero las observaciones que se llevan espuestas sobre la electricidad de las lloviznas en el centro de España, se esplican mejor por la teoría de Kaemp, relativa á los fenómenos eléctricos; que corresponde á las masas vaporosas flotantes en el espacio, cuando éstas se trasforman difundiéndose, ó por el contrario condensándose hasta resolverse en algunas de las variedades conocidas de la lluvia.

V.

El enfriamiento del aire atmosférico, y un exceso de temperatura en la superficie de la tierra que sostenga con energía la evaporación espontánea del agua en los ríos, en los lagos, en los terrenos pantanosos, y la que se halla repartida en cantidad notable por las llanuras cultivadas, según De Luc, Davy y Hervey, son las dos condiciones físicas necesarias para que se originen las nieblas. En esta teoría, los referidos meteoros, como consecuencia del enfriamiento y de la evaporación, serían uno de los fenómenos más sencillos de comprender, que se reproduciría siempre de un modo uniforme; pero las nieblas como hecho físico aparece complicado, y se puede asegurar con probabilidad que es rara la ocasión de una de aquellas con el grado de simplicidad que supone De Luc, relativamente á las causas que las producen, y cuyos efectos se complican ó modifican más ó menos profundamente.

Saussure aseguró que jamás había visto nieblas sin observar en ellas fenómenos eléctricos notables por su intensidad y fuerza. Schübler comprobó, que los fenómenos eléctricos durante las nieblas son excesivos, y que la tensión del fluido que los produce se aumenta, no solo con la densidad de aquellos meteoros, sino también por los fríos en las estaciones del invierno. Relativamente al desarrollo de la electricidad en el aire próximo á la superficie de la tierra cuando la temperatura baja mucho del cero termométrico, se cita la observación de OEpino, que en el invierno de 1776 al 77 vió saltar chispas eléctricas muy vivas de muchos cuerpos cuando se les frotaba suavemente, durante los períodos prolongados de frío en aquella estación. Gutrié, que cita la observación de OEpino, al estudiar el clima de Rusia dice: «En nuestras estaciones rigurosas durante los inviernos, el vapor higrométrico se reduce en el aire á su mínimo más estremado, y entonces la atmósfera en contacto con la tierra se halla fuertemente electrizada.» Pero las observaciones más notables que se pueden citar relativamente á la electricidad de las nieblas son las de Crosse, que han dado motivo para que Noad haya dicho, «que antes de comprender los laberintos y arcanos de la ciencia

que se propone por objeto el estudio de la atmósfera, había que trabajar penosamente hasta vencer las inmensas dificultades que se presentan por do quier en aquel estudio.

El meteoro de Crosse envolvió al aparato de observacion de este sin percibirse en un principio señales de electricidad en los electrómetros de panes de oro, hasta que á las cuatro de la tarde, sin causa ostensible, principiaron repentinamente á saltar vivísimas chispas en el aparato referido, con fuertes esplosiones y facultad iluminante muy enérgica desde el momento en que se estableció una corriente continuada de fuego eléctrico entre las dos esferas del deflagrador. Aquella luz y aquel fuego, segun Crosse, no se interrumpieron en el trascurso de cinco horas sino durante los momentos del cambio de la naturaleza y signo de la electricidad, para desaparecer por completo despues de aquel período de tiempo. Sin embargo, ni la densidad de la niebla ni la lluvia disminuyeron en todo el dia; ni los barómetros, termómetros é higrómetros colocados en la superficie de la tierra presentaron oscilaciones notables; añadiendo Mr. Crosse: «si no es por mis alambres tendidos en la atmósfera como esploradores, tal vez hubiera pasado desconocido un acumulo tan enérgico de electricidad, con el cual, y con un contacto momentáneo en el aparato, hubiera sido bastante para originar la destruccion y la muerte.» Noad, en vista de tal fenómeno, se pregunta por los efectos de la electricidad de la niebla de Crosse, si los apoyos aisladores de los alambres de exploracion están perfectamente secos; y además por cuál sería la cantidad de la electricidad durante aquella niebla si en el espacio de media hectárea era posible con dicho meteoro destruir la existencia animal de los séres allí comprendidos, y por el procedimiento de la naturaleza y causas cuyas facultades reunidas dieron origen á un fenómeno que sorprendió con su energía, y además con su insólita é inexplicable aparicion.

En la atmósfera de Madrid no se han observado con el aparato de Ronalds hechos tan notables como los indicados por Crosse al sondear la profundísima sima de electricidad en medio de la niebla que aquel describe; y al rededor de cuya sima, ó por lo menos antes de llegar el centro del meteoro á los aparatos esploradores, estos indicaron que

se hallaba quiescente el fluido eléctrico de los gases y de los vapores. Si en España no se han registrado nieblas tan enérgicas por su electricidad como la citada, en cambio se ha podido verificar un estudio detenido de los dos períodos de nieblas con facultades eléctricas que trascurrieron en Madrid desde el 12 al 15, y del 22 de diciembre de 1853 hasta el 2 de enero de 1854, y de cuyos fenómenos me ocuparé brevemente, presentando este estudio como ejemplo que puede servir para hallar las analogías antes de comprobar experimentalmente las hipótesis, y de presentarlas con los distintivos de las teorías y de la verdad evidente, tan codiciada, y con derecho, por el espíritu, cuando se prodiga sin tasa la actividad y el trabajo.

El mes de diciembre de 1853 trascurrió en el centro de España seco, frío y con atmósfera despejada, pero con dos períodos de nieblas, distinguiéndose en el primero la niebla eléctrica del día 13, y en el segundo las que correspondieron á los días 24, 25 y 28 del referido mes, y las del 2 de enero inmediato, comprobándose las facultades eléctricas en el trascurso de aquellos meteoros por las siguientes observaciones:

Niebla del 13 de diciembre de 1854.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defla- gador.	
7 ^h 10' ^m	»	80	»	»	Niebla rasante, próxima y muy densa en el S. E. y en el S. O., lejana y menos densa por el N. E. y N. O. de Madrid. La niebla teñía las imágenes de los objetos distantes con coloridos pardos y vaporosos. Pasado el medio día el espacio se aclaró.
15	»	120	»	»	
20	»	200	»	»	
25	»	150 á 240	»	»	
26	»	»	6	»	
30	»	»	4	»	
35	»	»	2,5	»	
40	»	»	2,2	»	
45	»	»	»	»	
50	»	170	»	»	
51	»	120	»	»	
52	»	180	»	»	
55	»	150	»	»	
57	»	120	»	»	
8 0	»	140	»	»	
5	»	170	»	»	
10	»	170	»	»	
25	»	150	»	»	
30	»	130	»	»	
35	»	120	»	»	
40	»	130	»	»	
45	»	190	»	»	
50	»	190	»	»	
55	»	150	»	»	
9 7	»	150	»	»	
14	»	150 á 300	»	»	
15	»	150 á 300	»	»	
16	»	200	»	»	
20	»	190	»	»	
25	»	90	»	»	
27	0	»	»	»	
30	28	»	»	»	
35	40	»	»	»	
40	40	»	»	»	
43	40	»	»	»	

Niebla del día 24 de diciembre de 1854 en Madrid.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defla- gador.	
7 ^h 10 ^m	»	60	»	»	Niebla próxima y rasante que rodea por todas partes al conductor. A las 8 de la mañana la niebla se aclara en el N. O. hasta distinguirse perfectamente la cordillera de Guadarrama. A las 10 vuelve la niebla con mayor densidad en la dirección N. E. y N. A las 11 despejado el cenit pero nebuloso el horizonte, y á corta distancia en dirección de los valles del Jarama y del Manzanares. Por la tarde la atmósfera despejada pero con alguna celajería. Toda la mañana corrió brisa fresquita del N. E.
15	»	20	»	»	
17	»	30	»	»	
20	»	60	»	»	
22	»	80	»	»	
23	»	110	»	»	
26	»	130	»	»	
27	»	140	»	»	
28	»	160	»	»	
30	»	160	»	»	
33	»	150	»	4	
35	»	135	»	»	
37	»	107	»	»	
40	»	85	»	»	
43	»	70	»	»	
45	»	65	»	»	
47	»	60	»	»	
50	»	50	»	»	
53	»	60	»	»	
55	»	70	»	»	
8 0	»	70	»	»	
5	»	75	»	»	
10	»	75	»	»	
15	»	75	»	»	
20	»	110	»	»	
25	»	130	»	»	
30	»	140	»	»	
35	»	150	»	»	
40	»	140	»	»	
45	»	130	»	»	
50	»	120	»	»	
53	»	120	»	»	
10 0	»	130	»	»	
5	»	110	»	»	
10	»	110	»	»	
15	»	130	»	»	
20	»	130	»	»	
25	»	120	»	»	
30	»	120	»	»	
11 0	»	200	»	»	
12 0	»	100	»	»	
1 0	»	120	»	»	

Niebla del día 25 de diciembre de 1854 en Madrid.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defa- grador.	
6 ^h 25'	4	»	»	»	Despejado á la salida del sol, corriendo brisa fresca y escarcha abundantísima. A las 8 niebla que llegaba por el O. rasante y muy densa. En algunos momentos quedaba envuelto por la niebla el conductor. A las 10 principió á levantarse la niebla.
40	6	»	»	»	
55	8	»	»	»	
57	12	»	»	»	
7 0	14	»	»	»	
5	17	»	»	»	
15	17	»	»	»	
20	18	»	»	»	
25	18	»	»	»	
30	18	»	»	»	
33	20	»	»	»	
35	22	»	»	»	
38	26	»	»	»	
40	30	»	»	»	
43	40	»	»	»	
45	42	»	»	»	
50	18	»	»	»	
55	30	»	»	»	
57	56	»	»	»	
8 0	»	50	»	»	
5	»	65	»	»	
10	»	30	»	»	
15	»	60	»	»	
20	»	60	»	»	
25	»	70	»	»	
30	»	75	»	»	
35	»	85	»	»	
40	»	90	»	»	
45	»	90	»	»	
50	»	85	»	»	
52	»	70	»	»	
55	»	65	»	»	
9 0	»	60	»	»	
10 48	»	100	»	»	
55	14	»	»	»	

Niebla del día 28 de diciembre de 1854 en Madrid.

TIEMPO.	ELECTRÓMETROS.				OBSERVACIONES GENERALES.
	N.º 1.º	N.º 2.º	Cua- drante.	Defla- gador.	
6 ^h 33 ^m	12	»	»	»	Despejado el cenit á las 6 y 35' de la mañana, pero nebuloso el horizonte. A las 7 y 5' niebla en el O. S. O. que se aproxima á la poblacion. A las 7 y 45' la niebla se habia estendido por el Manzanares, envolviendo por este lado el aparato de observacion. A las 8 la niebla se ha estendido á todo el horizonte. A las 9 con brisa del N. E. pasó por el conductor la niebla rasante, aclarándose despues el espacio y levantándose la niebla desde las 9 y 40' en adelante.
4	10	»	»	»	
7 5	28	»	»	»	
7 7	36	»	»	»	
10	38	»	»	»	
12	42	»	»	»	
15	48	»	»	»	
17	50	»	»	»	
20	46	»	»	»	
22	54	»	»	»	
30	40	»	»	»	
35	35	»	»	»	
40	»	65	»	»	
45	»	70	»	»	
50	»	70	»	»	
55	»	90	»	»	
8 0	»	85	»	»	
9 0	»	210	»	»	
7	»	65	»	»	
10	»	85	»	»	
15	»	110	»	»	
20	»	150	»	»	
25	»	110	»	»	
30	»	140	»	»	
35	»	140	»	»	
40	»	160	»	»	
45	20	»	»	»	
50	20	»	»	»	
11 0	»	100	»	»	

Segun los datos anteriores, los fenómenos eléctricos mas notables de las nieblas observadas en Madrid fueron: en la del 15 de diciembre algunas oscilaciones frecuentes en el electrómetro número 2.º En la del

24 de aquel mes las oscilaciones fueron mas continuadas y durables, pero debilitándose la tension eléctrica conforme se disminuía la densidad de la niebla, y recíprocamente, aumentándose la divergencia electrométrica cuando envolvian al conductor de Ronalds las porciones ó nudos mas densos del meteoro. En la correspondiente al 25 de diciembre, la niebla, al parecer distante, manifestó su influencia eléctrica con un aumento gradual, hasta que el meteoro envolvió completamente al aparato de observacion. En el 28 del citado mes el centro ó parte mas densa de la niebla demoraba al O. y por un arco de 60° en el horizonte. La influencia eléctrica de la del 2 de enero dió resultados de un valor comparable con los obtenidos en los meteoros anteriores.

Durante las nieblas referidas, no solo se pudo comprobar que cada una poseyó su individualidad activa por los fenómenos eléctricos que de ellas se originaron, sino tambien que aquellas se movian con rapidez, trasladándose desde la cuenca del Tajo por la pendiente de las estepas, ó hácia la parte mas alta del plano indicado que finaliza la cordillera divisoria N. O. de Madrid.

La reaccion de la tierra sobre los vapores electrizados que constituyeron las nieblas referidas, se reconoció primero por la forma que tomaban, y que en algunos momentos imitaban á una inmensa tela rasgada en mil partes, cuyos trozos cónicos, ahusados y de otras mil formas, descendiesen desde muy poca altura hasta tocar en la superficie de los terrenos. Segundo, por la repulsion que se desarrollaba en la superficie de las laderas y pendientes de los valles sobre aquellos conos ó masas vaporosas de las nieblas despues que permanecian por algun tiempo en contacto, levantándose los vapores como repelidos por la tierra, y en ocasiones como atraídos hácia la masa ó cuerpo principal del meteoro.

En las nieblas de diciembre de 1853 se notaba un movimiento interior muy perceptible, y como difusivo ó de expansion, originado probablemente por la accion calorífica que los rayos del sol ejercian en aquellas, y por la accion frigorífica de la superficie de la tierra cubierta con escarcha que condensaba rápidamente los vapores en contacto con ella, con lo cual estos se liquidaban enrareciéndose mas y mas los

meteoros. Simultáneamente las facultades eléctricas de las nieblas se debilitaron, aminorándose ó exaltándose recíprocamente las fuerzas de atracción y repulsión entre las moléculas vaporosas flotantes en el aire; por estas causas la condensación debía ser rápida y perceptible en unas partes de la niebla, mientras que en otras debían presentarse la difusión y el enrarecimiento de los vapores, cuyos fenómenos se reconocieron en las nieblas de diciembre por el cambio gradual y sucesivo de las tintas en los puntos de aquellos meteoros á donde llegaban los rayos directos del sol, y por el colorido variable y percepción mas ó menos clara de las imágenes de los objetos distantes.

El fenómeno que mas llamó la atención en el período continuado de las nieblas á que me refiero, y que constituye uno de los caracteres mas notables que los físicos atribuyen á los vapores nebulosos fuertemente electrizados, fué el estado higrométrico en que dejaron el aire después de pasar aquellas nieblas sobre el suelo de Madrid para desaparecer en la cima de las montañas. El estado higrométrico diurno en dicha época, se presentó tan extraordinario por su excesiva sequedad, como el que cita OEpinó en el invierno de 1776 á 77, y comparable con los que refiere Gutrié como propios y peculiares de los climas estremados en Rusia. Como ejemplo notable de la desecación del aire atmosférico en Madrid durante los días de las nieblas que se llevan estudiadas, puede citarse el mínimo de la fracción de humedad igual á 0,14, según el psicrómetro de Augusto, que correspondió al 29 de diciembre de 1853, y con cuya sequedad en el aire, según OEpinó, bastaría mover ligeramente un cuerpo para obtener de él chispas de electricidad, mientras que Gutrié concede al aire en un estado tan grande de desecación, y suponiendo que su temperatura fuese baja, la facultad de hallarse enérgicamente electrizado. Sin embargo de las dos opiniones anteriores, los fenómenos eléctricos observados en Madrid en el trascurso de las nieblas de diciembre del año 53, creo que con mas probabilidad se originaron por la evaporación de las esferas casi líquidas que constituyen las nieblas en medio de un espacio atmosférico excesivamente desecado, por el enfriamiento y condensación, por la difusión de los vapores, y en parte por el rozamiento de sus moléculas, tanto con el aire quiescente y

seco, como sobre la superficie desecada recíprocamente de los terrenos, que todas son causas físicas suficientes para dar origen á los fenómenos eléctricos observados.

Esta última opinion no pasa de ser una conjetura, y el meteoro de las nieblas en su estudio se presenta difícil, y con fenómenos tan extraordinarios en ocasiones y en otros puntos de la tierra, que necesario es convenir que la ciencia ha principiado hace poco tiempo estos nuevos trabajos, progresando en ellos con lentitud desanimadora para los que sostienen que todos los conocimientos deben marchar, y que en la actualidad marchan con una rapidez desconocida en sus anales históricos. Pero esta es una ilusion que, como estímulo para algunos, conviene ver sostenida en hombros de la multitud, pues con ella se sobreescita el deseo de ennoblecerse que el espíritu tiene, arrancando á la naturaleza sus mas preciados tesoros.

La electricidad atmosférica de las tempestades, de los huracanes, de las trombas, de los turbiones, de las lloviznas y de las nieblas en la actualidad se estudia, sirviéndose la ciencia de la observacion y de la experiencia. Dicho estudio se complica y hace mas difícil por las imperfecciones inevitables en los aparatos, por su escaso número segun se hallan repartidos en la superficie de la tierra, por los incompletos registros de la meteorología actual, por la topografía diferente de las localidades, y por los fenómenos periódicos de la electricidad atmosférica de los rocíos durante las horas que trascurren con la rotacion de la tierra sobre su propio eje, y con las estaciones marcadas por el giro del globo en derredor de la luz del dia. De tanta complicacion para explicar los fenómenos accidentales de la electricidad atmosférica, y de tanta necesidad de ciencias cultivadas para la esplicacion genuina de aquellos, no se aterra ya el espíritu de los siglos ante las dificultades, contando con la destreza y la paciencia de sus hijos. La luz que se percibe en el espacio científico será la de una aurora surcada por pocos rayos divergentes; pero aquella divergencia dice muy claro que existe un centro positivo hácia el cual se dirijen las observaciones y las analogías de hoy, con la seguridad de que las esperiencias que como brisa levantará el tiempo con su trascurso permitirán pronto trascribir la verdad á los libros del saber.

Por mi parte, en este acto solemne de mi recepcion, he procurado presentar á esta ilustrada Academia los resultados inductivos de algunas de las observaciones verificadas sobre la electricidad de la atmósfera de nuestro propio suelo, como ejemplos que patentizan la utilidad y el acierto de los métodos adoptados por la ciencia en el estudio de los fenómenos eléctricos de ese laboratorio inmenso de gases y vapores que envuelven á la tierra, y donde la naturaleza tiene en juego todos los meteoros influyentes en las acciones de los seres orgánicos, y las cuales á su vez se ejercen sobre los demás.

DISCURSO

QUE EN CONTESTACION

AL DEL SR. D. MANUEL RICO Y SINOBAS

EN EL ACTO DE SU RECEPCION

COMO ACADEMICO NUMERARIO

LEYÓ

EL EXCMO. SR. D. ANTONIO REMON ZARCO DEL VALLE Y HUET,

Presidente de la Real Academia de Ciencias.



Señores:

SIENTE el hombre dotado de capacidad propia para estudios científicos los efectos de una fuerza atractiva, irresistible, mágica, que le encanta y lleva á la investigacion de la naturaleza, no ya indistintamente sino con marcada preferencia, agena de su voluntad, hácia alguno de los muchos misterios que encierra el universo.

Difícil es explicar esa especie de afinidad existente entre las facultades intelectuales de una persona determinada, y la índole propia del objeto científico que con mayor empeño le arrebatata.

Nosotros, que con el gusto propio de los apasionados del saber, acabamos de oír de boca de nuestro nuevo colega, en el instante solemne de su recepcion, un discurso henchido de datos y abundante en consideraciones luminosas, podemos juzgar de la exactitud de las reflexiones que anteceden. Su autor se complace, sin duda, en el cultivo de diversos ramos de las ciencias, en medio de su rica variedad; mas des-

pues de escucharle no parece sino que la belleza seductora que cautiva su entendimiento y lo hace participante de las gracias más ó ménos ocultas que el Criador la dispensára, es la atmósfera. Bien lo merece en verdad. Aun cuando sólo se contemplasen en ella los efectos de la luz y del calor, fueran estos suficientes atractivos; pero hay si cabe otros mayores, por ejemplo el influjo al parecer fabuloso que ejercen en su seno los flúidos imponderables, y por último y sobre todo, las relaciones íntimas y no ménos misteriosas de ese océano aéreo con la vida orgánica, las cuales van tal vez más allá de lo que presumimos.

Pero no queda aquí: no era dable al nuevo académico abarcar en la estrechez de un discurso tantos y tan distintos factores ó elementos como la atmósfera encierra: habia de contraerse á alguno de ellos, y eligió cabalmente con valentía la electricidad atmosférica, justificando su eleccion el feliz desempeño de su empresa. Condicion es de entendimientos no vulgares apetecer, en vez de desdeñar, obstáculos que, obligándoles á emplear sin reserva sus fuerzas, les proporcionan lisonja y gloria, placeres lícitos de origen puro y noble objeto.

¡La electricidad atmosférica! ¡Ah, Señores! ¡Qué materia tan interesante, ya se mire la accion que ejerce en multiplicados fenómenos, ya el estado en que se encuentra su estudio! Los grandes descubrimientos hechos en tan intrincado y peligroso campo, si bien han extendido sus límites no alcanzan todavía á penetrar en su interior. Enlázase por mil vínculos á todos los fenómenos de la distribucion del calor, á la presion atmosférica, á los meteoros acuosos, y más verosimilmente al magnetismo de que parece estar dotada la superficie del globo. Manifiéstanse estas relaciones íntimas, ya considerando la electricidad de las regiones inferiores del aire, donde su marcha silenciosa varia en periodos problemáticos aún, ya se estudien las capas elevadas de la atmósfera en el seno de las nubes, donde brillan los relámpagos, retumban los truenos y estallan los rayos.

En medio de ese cúmulo de acciones productoras de multitud de fenómenos, la discrecion y la modestia de nuestro nuevo colega se ha propuesto sujetar el vuelo de su ilustracion, ciñéndolo á aquellos que deben considerarse como accidentales. Aun así, si hubiese yo de se-

guir sus pasos en la difícil carrera por donde ha llegado al término glorioso de su propósito, hubiera menester las dotes que me faltan, y que en verdad exigiria la atencion con que me honra un público tan ilustrado. En tal conflicto no vacilo en apelar á su indulgencia, y en ella confio, por reclamarla á un tiempo la grandeza del asunto y la pequenez de mis fuerzas.

Al tratar de inquirir el estado de cualquierà de los conocimientos humanos, natural es volver la vïsta atrás, y escudriñar el camino que el entendimiento ha debido seguir hasta alcanzar el punto á que sus esfuerzos sucesivos han llegado. La sabiduría del Criador, al dotar profusamente á la naturaleza de esa inmensidad de agentes, de fuerzas, de séres, les imprimió las leyes que debian regularizar su accion y asegurar el fin de su destino; sin que pueda extrañarse la dificultad que la inteligencia humana, en medio de su poderío, encuentra y debia encontrar en la investigacion de leyes tan misteriosas. Así que ha venido á resultar una especie de procedimiento uniforme ó semejante, por donde se pasa de la ignorancia al saber, de las tinieblas á la luz.

Obedeciendo la naturaleza á las prescripciones que le fueron impuestas, ofrece de continuo, con arreglo á ellas, multitud de fenómenos de los cuales no pocos pasan sin advertirlos el hombre, mientras que otros hieren su sensibilidad y provocan el ejercicio de sus facultades mentales. En los primeros trámites de esas investigaciones, no siendo fácil ni aun posible penetrar el secreto que envuelve el objeto que ha captado la atencion, es forzoso le cubran ciertas sombras que oculten su índole verdadera. El amor propio del hombre, ofuscándole además, le hace presentar á sus contemporáneos no pocos errores, con la pretension de haber descubierto verdades, envolviéndolos muchas veces en su provecho con aparatos supersticiosos á que la ignorancia presta adoracion. Mas tarde, por dicha del género humano, asoma en uno de sus individuos aquel espíritu independiente, que buscando las causas de los efectos que experimenta, se entrega á la observacion, compara sus resultados y deduce consecuencias más lejitimas, hasta donde lo permiten los medios de que dispone. De esta suerte, muchas veces el instinto, por decirlo así, promueve y dirige la observacion, y

en ocasiones tambien la casualidad, un hecho imprevisto, habla y descubre, aunque confusamente todavía, un principio, una ley del orden natural. Sobrados testimonios ofrece de esto la historia de las ciencias. El poder incalculable que el entendimiento humano despliega cuando contrae su atencion á objeto determinado, ó sea el valor inestimable de la observacion, multiplica los frutos de aquella acumulándose así los datos, cuya comparacion ha de darlos ya más sazonados. De estas comparaciones nacen las analogías con, que, á falta de medios más seguros, se da explicacion plausible de los fenómenos cuya ley se busca, llegando por fin á sospecharla. Con tal estímulo, y multiplicando los esfuerzos, se logra á veces dar con ella, si bien imperfectamente. Mas el cálculo acude al auxilio de la observacion, apodérase de los resultados de ella, los pesa ó los mide, inventa para lograrlo instrumentos derivados de las mismas propiedades descubiertas, y combinando las relaciones de sus factores ó elementos, establece fórmulas. En este punto nace y se eleva la teoría. Goza el hombre del placer y la gloria de su descubrimiento, mas no se extingue el impulso que á tal término le llevara, ni se contenta con dejar estériles los resultados de sus penosos afanes. Las aplicaciones siguen á las teorías, y una vez dueño el ingenio humano de las leyes de la naturaleza, la rije, y exijiendo de ella la obediencia de aquellos preceptos, acaba por obtener las maravillas de las artes, y por regalar á la sociedad los beneficios de las ciencias.

Estas consideraciones generales, inspiradas en el caso presente por las dificultades anejas al curso de las investigaciones sobre la electricidad atmosférica, recibirán su mejor confirmacion contemplando los trámites de dicho curso.

Cabalmente los fenómenos eléctricos de la atmósfera, y entre ellos las tempestades, no podian pasarse por alto, ni dejar de conmover el ánimo de los habitantes de la tierra en todas las épocas. ¿Cómo desatender el estrépito del trueno, el resplandor del relámpago ni el temor del rayo? No cabe, en verdad, espectáculo más grandioso entre los muchos que la naturaleza ostenta, ni es facil que haya otro que encienda más vivamente la imaginacion. Así que, en medio de la ignorancia de los antiguos en ciencias físicas, la tradicion nos advierte que

se dedicaban á su exámen. Distinguíéronse en él los Etruscos, llegando á clasificar el rayo en tres especies distintas, segun la gravedad de sus consecuencias. Como era consiguiente, interpretaron los efectos de las tempestades por medios supersticiosos, atribuyéndoles la facultad de servir para adivinar lo futuro, y otras á este modo. No contentos con eso, la ciencia de los Arúspices Etruscos se mostraba esencialmente en las ceremonias con las cuales pretendian atraer el rayo. Los Romanos las tomaron de ellos. Numa poseyó su secreto. Queriendo Tulio Hostilio, sucesor suyo, repetir aquellas temibles ceremonias sin haber tomado las precauciones necesarias, fué muerto por el rayo. Duraron estas creencias largo tiempo; y aun Constantino el Grande, despues de haberse hecho cristiano, dió leyes para autorizar á los Romanos á consultar los Arúspices, cuando algun edificio habia sufrido los efectos de la tempestad. Más tarde se encuentran aún otros testimonios semejantes, creyendo varios autores que en efecto poseyeron los antiguos verdaderos conocimientos en esta materia, y citando algunos en su apoyo la opinion de Michaelis, segun la cual, las puntas doradas que el historiador Josefo dijo habia en lo alto del templo de Jerusalén, tenian por objeto libertar este edificio de las consecuencias de las tempestades. En realidad sólo puede creerse que los antiguos no desconocieron del todo los fenómenos eléctricos; mas no por eso debe inferirse que tuvieran verdadero conocimiento de la causa que los producía. Estudios posteriores dieron margen á sospechar la identidad existente entre los fenómenos de la tormenta y la electricidad. Pero en física no son los racionios, sino solamente la experiencia quien decide. Obtiene el doctor Wall por primera vez la chispa eléctrica, y al punto la compara con el rayo. Siendo patente su analogía, diéronse los físicos á explicarla de varios modos más ó ménos ingeniosos, hasta que el célebre americano Franklin tuvo el atrevido pensamiento de ir á buscar la electricidad en el seno mismo de las nubes, empleando para ello una cometa rodeada de puntas metálicas, que introduciéndose en la region de la tempestad, produjo en el extremo de la cuerda que la retenia, una chispa seguida de otras varias. Sucedia esto el año de 1752, y por el mismo tiempo se hacia igual ensayo en Europa por físicos

diversos, entre ellos Dálíbard y Romás. Tuvo el último en junio de 1757 la feliz idea de unir á la cuerda de la cometa un hilo metálico, consiguiendo por este medio efectos enérgicos, á saber: chispas largas y gruesas acompañadas de fuerte detonacion. No obstante las precauciones que tomó, aislando los aparatos de que usaba, fué Romás arrojado al suelo por la violencia del choque, con la fortuna de no haber experimentado más consecuencias. No así Reicheinan, que en Petersburgo fué muerto por la electricidad de las nubes, atraída á su gabinete por medio de un conductor. Tambien las ciencias tienen sus mártires, cuya memoria veneran los que se consagran al culto de ellas. Por resultado de tan notables procedimientos, quedó probado de un modo evidente que el rayo no es otra cosa que una descarga eléctrica. Abierta así la comunicacion entre la region de las tempestades y los hombres esforzados que se dedicaban á estudiarlas, tratóse ya cual corresponde en la marcha de los conocimientos humanos, de inventar instrumentos para medir y juzgar la electricidad de la atmósfera aun en su estado normal. Saussure y Volta pusieron el mayor empeño á fines del siglo pasado en determinar las circunstancias diversas que influyen en la electricidad de la atmósfera. En vez de aparatos fijos emplearon electroscopos portátiles, de los cuales se usa todavía el inventado por el primero de aquellos sabios, en razon de la facilidad de su transporte: discurriéronse despues otros medios, resultando dos distintos de observacion, relativo el uno al uso de instrumentos fijos y el otro al de los portátiles. Colladon mejoró el primero combinándolo con el galvanómetro. Por último, Peltier ha construido uno de los mejores electrómetros atmosféricos que se conocen, y cuyo uso es de gran utilidad.

A favor de estos recursos, y á merced del ingenio y diligencia de hábiles observadores, ha llegado el conocimiento de la electricidad atmosférica á un periodo aventajado de los correspondientes al curso de las investigaciones de las ciencias, mas por desgracia distante todavía de la sazón que proporciona su dominio y utilidad completa; sin que por eso deba dejarse de admirar la invencion del pararrayos.

Al terminar su discurso nuestro nuevo colega, fijando la vista en

la situación en que hoy se halla tan difícil como interesante estudio, nos ha presentado las varias y graves dificultades que se oponen á su adelantamiento, al propio tiempo que la esperanza más viva y segura de conseguirlo. De ella debemos participar todos, bastando para alentarnos comparar lo que hoy sabemos acerca de una materia cuya fecundidad no es fácil calcular todavía con lo que era dado á nuestros mayores apenas hace un siglo.

Sin llevar nuestra atención hasta esos ruidosos y elevados fenómenos que accidentalmente se producen, y con tanta razón la arrebatan, la contemplación sólo de la existencia de la electricidad de que el aire se encuentra cargado aun en el estado sereno de la atmósfera, y sus consecuencias, dará margen á observaciones multiplicadas y deducciones importantes. Basta para perturbar ese estado eléctrico normal la presencia de algunas nubes, la lluvia y la nieve. Aun sin esto la electricidad positiva del aire no se halla uniformemente repartida en la atmósfera: en la superficie del suelo es nula; comienza á ser sensible en campo raso á un metro ó metro y medio de altura; y crece sucesivamente en las capas superiores. Parece indudable que el aire y la tierra están cargados de electricidades contrarias, que de continuo se combinan en las capas inferiores de la atmósfera; siendo fácil conocer que la tensión positiva del aire debe variar con la facilidad que es consiguiente, contribuyendo á ello multitud de circunstancias, entre las cuales es de gran influjo la humedad del aire mismo, según comprobaron Becquerel y Peltier. Estas brevísimas indicaciones justifican la necesidad de estudios prolijos, seguidos con tesson y por largo tiempo: los amantes de los progresos de la ciencia se lamentan de que todavía no sean bastantes las observaciones que se hacen, ni el número de los que á ellas se dedican con la constancia que requieren, aplaudiendo debidamente el celo infatigable de Quetelet en Bruselas, Lamont en Munich y Bonalds en Kiew.

Aún hay más: en los resultados de las observaciones de físicos distinguidos se notan muchas diferencias.

Esto demuestra cuán grande es todavía la incertidumbre que reina en la determinación exacta de la electricidad atmosférica, y que no

sólo depende de la imperfeccion de los instrumentos, sino tambien de la naturaleza misma de un fenómeno tan eminentemente complejo.

Ahora bien, si tales son los obstáculos que la diligencia de los sábios encuentra al ejercitarse sobre la electricidad de la atmósfera en su estado normal, no deben admirarnos los que el autor del discurso que examino nos pone de manifiesto al tratar de los extraños fenómenos que ella nos presenta en situaciones excepcionales.

No acometeré, no, la empresa de glosar las importantísimas consideraciones ni los hechos diestramente referidos que el Discurso contiene, y cuyo valor realzan citas oportunas de nombres célebres en los fastos de las ciencias físicas. Inutil fuera semejante tarea para la perspicacia de los que han prestado á su lectura atento oído. Bien quisiera yo me fuese dado bosquejar al ménos el cuadro que la atmósfera presenta á nuestros ojos en la region de las tempestades; espectáculo el más grandioso tal vez de cuantos ofrece la majestad de la naturaleza, y que así ha embargado la mente de sabios distinguidos, como inspirado á esclarecidos poetas: mas fuera osadía intentarlo, y por tanto me limitaré á indicar los objetos de mayor bulto, en cuanto puedan contribuir á afirmar en nuestro ánimo el efecto ya experimentado.

Convencido sin duda el nuevo Académico de que esta clase de ciencias reclama hechos y observaciones para deducir con buen criterio consecuencias legítimas, que despues de alcanzar la sazón de la exactitud se conviertan en doctrinas útiles, adopta este camino, viniendo á favor del orden cronológico á establecer las que hoy son más generalmente admitidas, y á enunciar la necesidad y los medios de fortalecerlas y ampliarlas.

Brillan en medio de tan extenso y exquisito trabajo dos puntos que no fuera licito dejar de notar aquí. Uno de ellos es el esmero puesto en formalizar la estadística, ó sean los resultados de las observaciones hechas sobre la materia en que se ocupa; y al adoptar con predileccion ese rumbo, sigue la huella de los hombres eminentes que por semejante medio, único en verdad, enriquecen los anales de la ciencia á cuyo desarrollo han de servir. El otro de aquellos puntos luminosos es el firme y eficaz empeño que ha puesto y pone el nuevo Académico,

con una solicitud que muestra bien su amor patrio, en multiplicar las observaciones relativas á la atmósfera de España, revestirlas del caracter de exactitud apetecible, y presentarlas como poderoso estímulo á la ilustracion de sus conciudadanos. Teatro adecuado para tan provechosas indagaciones ofrecen la situacion geográfica y las condiciones topográficas de nuestro suelo, sus costas mediterránea y oceánica, sus altas mesetas, y sus encumbradas montañas, cuyos picos alcanzan la region de las nieves perpétuas.

Tiempo es ya de que, con la perfeccion modernamente introducida en las observaciones físicas de todo género, contribuya la España á los progresos de las ciencias que en ellas se fundan, ostentando el rico contingente que su buena suerte la permite ofrecer. A veinticuatro llega el número de tablas ó estados que el discurso contiene, cuya mayor parte se debe á su autor mismo, y que se refieren á los distintos extremos que abrazan.

Natural era, despues de tamaños esfuerzos, que rebosara en su escrito el deseo de sistematizar en todos conceptos las observaciones, aspirando á determinar cuál sea en nuestro pais la mútua dependencia de las tormentas y de los demás fenómenos eléctricos de la atmósfera con las circunstancias geográficas de la Península, con los topográficas de sus diversas localidades, y aun con las geológicas, que acaso ejerzan tambien su cierto influjo. Aun en medio de la escasez de datos hasta ahora recojidos sobre tan interesante objeto, el Discurso contiene deducciones correspondientes á la frecuencia de las tempestades en nuestro pais, segun las estaciones y la diferente naturaleza de sus territorios: nótese que abundan en las márgenes del Duero y en la costa Cantábrica, mientras escasean en las meridionales.

Pasando luego á tratar de las lluvias aturbonadas, de gotas gordas, cargadas de electricidad, que á veces se presentan luminosas, y despues de examinar sus propiedades, insiste en contraerse á las que ocurren en España, acumulando datos preciosos que deben servir de incentivo á nuevas pesquisas. Los que ya poseemos bastan, sin embargo, para establecer con cierta probabilidad la mayor abundancia de tales lluvias en la costa cantábrica y en la del Mediterráneo. Y como á su violento influjo se agregue la rapidez suma con que desciende el

terreno desde la elevada meseta del centro de la península al mar, de ahí las tormentosas inundaciones que aflijen á esas comarcas, causando á veces lamentables estragos. Hablando de esta clase de lluvias, como de los huracanes y de los conos trómbicos, y penetrando en la índole peculiar de semejantes fenómenos, hace el autor reflexiones ingeniosas y oportunas al comparar las tempestades que estallan en la atmósfera, con las nubes cargadas de electricidad que llegan á ponerse en contacto con la tierra, entrando á discurrir sobre su acción dinámica.

Otro fenómeno eléctrico de los que ofrece la atmósfera, es el de las lloviznas, á que el autor consagra especial atención en diversos conceptos, y señaladamente el que más descuella en él, á saber, la conexión importantísima de la electricidad con los vapores acuosos.

Por último, las nieblas no podían dejar de tener cabida en el conjunto de fenómenos, más ó ménos eléctricos, que nuestro nuevo colega se propuso explicar.

Examinadas bajo distintos puntos de vista, hace valer los datos adquiridos en otros países y en el nuestro, guiado siempre del mismo diligente espíritu de indagación.

Al llegar aquí, forzoso me es lamentar la indocilidad con que he cumplido mi propósito de no debilitar, ni aun con ligerísimos rasgos, la eficacia de las impresiones ocasionadas por la abundancia de datos y doctrinas que constituyen la riqueza del discurso que nos ocupa. Libre ya en este momento de ese peligro, si bien dominado mi ánimo por el influjo de la atención prestada á objeto de tanto atractivo, pareceme que no debo resistir al seductor impulso que me lleva hácia consideraciones legítimamente dimanadas del mismo asunto. ¿Cuál es el origen de la electricidad atmosférica? Veamos las opiniones que reinan entre los sabios. Volta y Saussure creyeron poder atribuir la electricidad de la atmósfera á la evaporación que se verifica en la superficie de la tierra. Pouillet se muestra dispuesto á encontrar lo que se desea hallar, en la evaporación del agua del mar y después en la vegetación. Buscando causas más generales, y por tanto más adecuadas, creyóse encontrarla en la acción calorífica del sol en la atmósfera, y en la distribución de la temperatura, que es su consecuencia; mas hasta ahora no ha po-

dido descubrir la experiencia en los gases ni en los vapores la menor traza de termo-electricidad. Schoembein pretende que esa causa, si bien se debe á los rayos solares, no á su accion calorífica, sino á su accion química. Becquerel, por consecuencia de sus indagaciones sobre el desprendimiento de la electricidad que resulta del contacto del suelo con una masa ó corriente de agua, sospechaba si podria atribuirse á esto el origen de la electricidad de la atmósfera. La Rive consideraba plausible un punto de la teoría de Becquerel, á saber, que el vapor del agua es el vehículo que hace subir á la atmósfera la electricidad de que está cargado el líquido de donde procede; mas no juzga esta causa bastante general ni constante, asi en su intensidad como en la naturaleza de su manifestacion, para poderla reputar por la verdadera y única. Estima, por el contrario, que debe buscarse en alguna accion natural de orden superior á las indicadas, inclinándose á creer que ha de hallarse en algun gran fenómeno que ocurra en la superficie del globo terrestre ó cerca de ella. Este fenómeno entiende que puede ser la accion química continúa que se verifica en la parte inferior de la corteza de dicho globo, allí donde se encuentra el límite de la porcion de él ya solidificada, y la que todavía permanece en estado de liquidez candente. Esa accion química no sólo proviene de otras locales, sino tambien de las filtraciones del agua del mar; debiendo resultar, segun las leyes comunes del desprendimiento de la electricidad en las acciones químicas, que esta agua se cargue de electricidad positiva, mientras sucede lo mismo con la negativa en la parte sólida de la tierra. Opinion de tamaño interés bien merece que expongamos los fundamentos alegados en su apoyo. Habla desde luego en su favor el hecho de que el agua de mar es positiva, mientras que la superficie del suelo es negativa; hecho indudable en vista de multiplicadas observaciones, y señaladamente las de Peltier relativas á la tierra, y las que se refieren al mar, de Becquerel.

Explicase de esta suerte, cómo el aire está ya positivo en sus capas contiguas á la superficie del mar, mientras que en las llanuras distantes de ella no comienza á estarlo hasta cierta altura sobre el suelo. Dase cuenta asimismo por este medio de la atraccion ejercida por las

montañas, necesariamente negativas, en las nubes movibles, y no ménos del fenómeno parecido á una humareda que en ellas se observa. Pero nada demuestra mejor la diferencia que existe entre el estado eléctrico del globo terrestre y el que su atmósfera posee, debidos á los vapores positivos contenidos en ella, como los notables fenómenos subterráneos que á veces se presentan al aproximarse las tempestades. Arago cita gran número de ellos, y describe algunos del modo siguiente. En las colinas del Vicentino hay una fuente que despues de largas sequías, y tambien en épocas que carece de agua, rebosa subitamente cuando se prepara una tempestad, llenando un canal ancho con su corriente muy turbia, la cual se esparce por los valles vecinos. Habiendo abierto á cierta distancia de Perpiñan un pozo artesiano que daba al principio gran cantidad de agua, se vió disminuir esta rápidamente, atribuyéndolo los naturales á la acumulacion de distintas materias hácia la parte inferior del cañon de su salida; mas un dia en que el cielo se mostraba cubierto de nubes sumamente borrascosas, oyóse de pronto un hervidero sordo, al que siguió una explosion, recobrando la fuente su antiguo caudal. En octubre de 1755 ocasionó grandes estragos en los valles del Piamonte una inundacion repentina, á la cual precedieron, segun Beccaria, truenos horribles; siendo opinion unánime que su causa principal fué el inmenso volúmen de agua subterránea que instantáneamente salió del seno de las montañas, durante la tempestad, por nuevas aberturas. Bien conocido es lo que sucede en las aguas termales al acercarse las tormentas, notándose en ellas una agitacion particular que se manifiesta por un hervidero extraordinario, ó por otros síntomas que prueban el estado eléctrico de los lugares profundos de donde provienen, y de los cuales lo habrán adquirido probablemente. Existen, pues, en la corteza sólida de nuestro globo, esencialmente negativa, porciones de ella que en diversos tiempos lo están más ó ménos; resultando de ahí fenómenos particulares á la manera de los que acaban de indicarse, ó tales como las trombas ú otros, en los que se manifiesta evidentemente la influencia local del suelo. Ese diverso estado negativo de varias partes de la tierra, bien sea en su superficie ó en parages más profundos, es consiguiente á las diferencias de con-

ductibilidad y á las variaciones propias de la accion química interior, ya con respecto á los puntos mismos en que se observa, ya tambien á su intensidad. Fácilmente se concibe que la presencia de las aguas subterráneas pueda determinar en las partes del suelo que las rodean una acumulacion mayor y más pronta de electricidad, y tambien que algunos filones metálicos ó rocas conductoras que penetren hasta grandes profundidades, puedan traer á los puntos á que corresponden una gran carga eléctrica; y de ello fuera facil citar numerosos ejemplos. Por lo que hace á esa accion química, en sí misma tenemos buena prueba de la enorme cantidad de electricidad que produce, en la que traen consigo los vapores y las cenizas que arrojan los volcanes. La erupcion del Vesubio del año de 1794 fué acompañada de una tempestad eléctrica violenta. Muy recientemente, una nueva erupcion volcánica en el mar de las Célebes, dió origen á relámpagos, truenos y otros efectos eléctricos, semejantes á los de las tormentas ordinarias. Palmieri ha observado que los vapores que suben del cráter del Vesubio están siempre cargados de prepotente electricidad positiva: la famosa niebla seca que en 1783 cubrió por bastante tiempo gran parte de la Europa, y cuya electricidad positiva produjo tempestades frecuentes, tenia probabilísimamente origen volcánico, porque su aparicion siguió á los violentos terremotos que ocurrieron en Calabria á principios del mismo año, y fué precedida en las regiones septentrionales por vientos del Mediodía ó del Sudeste. Habíase observado un fenómeno análogo en Persia el año de 1721, despues del gran temblor de tierra que aquel mismo año destruyó la ciudad de Tauris.

Cuando se ve que basta una sóla erupcion volcánica para cargar el aire de tan considerable cantidad de electricidad positiva, facil es concebir cómo el agua de mar que está en comunicacion con los lugares subterráneos donde semejantes erupciones se elaboran, puede estar electrizada positivamente. La existencia de gran número de volcanes submarinos en continua actividad, es muy probable: buena muestra de ello son el entumecimiento de ciertas costas, y la aparicion de cuando en cuando de algunos de esos mismos volcanes en la superficie de las aguas. Estando, pues, positiva el agua de mar, los vapores que de

ella se elevan deben estarlo tambien: y he ahí la explicacion de la electricidad de esta especie que abunda en la atmósfera. Tales son los fundamentos de la teoría por cuyo medio se trata de explicar de un modo satisfactorio, hasta en sus pequeños pormenores, todos los fenómenos de la meteorología eléctrica. Esto no quita que para darla consistencia, no se necesite practicar observaciones esmeradas y experiencias directas.

Sea cual fuere la hipótesis que se admita para explicar el origen de la electricidad atmosférica, siempre será objeto digno de especial estudio el de la accion que ejerce el sol en nuestro globo, dándole, por decirlo así, su vida planetaria. ¿Cómo explicar esa accion poderosísima, el calor que de ella dimana, el modo con que este afecta á la atmósfera y á la tierra, dando origen á los fenómenos meteorológicos en que tanta parte cabe á la electricidad? Materia es esta vasta y difícil, no agena por cierto de la que absorbe al presente nuestra contemplacion. Los manantiales del calor terrestre son los que proceden del sol y de la temperatura del espacio en que se mueve nuestro globo. La tierra, como los demás cuerpos del sistema á que pertenece, recibe del sol cierta cantidad de calor, que depende á un tiempo mismo de la fuerza fotogénica de este, es decir, del estado de sus capas ó envolturas gaseosas, y de la posicion respectiva de ambos cuerpos. Penetrando los rayos del sol por la atmósfera, iluminan y calientan la tierra, contribuyendo de uno ó de otro modo á ocasionar electricidad y magnetismo. El espacio en que se mueve nuestro planeta posee cierta temperatura que es la resultante de todas las radiaciones caloríficas de los demás cuerpos que lo pueblan. Siendo, pues, el sol y el espacio las dos fuentes generatrices del calor terrestre, era en extremo importante determinar la cantidad que arroja cada una de ellas. La inteligencia y laboriosidad del célebre Pouillet nos ha proporcionado curiosos é importantes datos en este punto. Si la cantidad de calor, dice este sábio, despedida por el sol en todas direcciones, se empleara exclusivamente en derretir una capa de hielo que estuviese aplicada sobre el globo del mismo astro, cubriéndolo por todas partes, seria bastante para derretirla en un minuto, suponiendo el grueso de ella

de 11,80 metros, y en un día otra de algo más de 3 leguas españolas. Si la cantidad de calor que la tierra recibe del sol en el trascurso de un año estuviera uniformemente repartida en todos los puntos de su superficie, y en ellos fuese empleada sin pérdida alguna en derretir hielo, sería capaz de verificarlo de una capa que, envolviéndola completamente, contase de grueso 30,89 metros, ó en números redondos 31 metros. La cantidad total de calor que el espacio proporciona á la tierra y á la atmósfera en el trascurso de un año, sería suficiente para derretir una capa de hielo de 26 metros de grueso que cubriera completamente nuestro globo; por manera que la suma de calor debida á ambas causas equivale á una accion susceptible de derretir una capa de hielo de 57 metros en el trascurso de un año. En vista de semejantes resultados, imposible es dejar de considerar al calor, si nó como única causa, al ménos como agente poderosísimo de los fenómenos meteorológicos. Desde luego se descubre el benéfico influjo de la atmósfera, que situada entre el sol y la tierra, puede considerarse como la reguladora de la accion calorifica de aquel astro. Sin ella pasaríamos rápidamente del gran calor del día producido por los rayos solares, que llegarían á nosotros sin modificacion alguna, al frio intenso que durante la noche ocasionaria la falta de los mismos. El aire absorbe cierta cantidad de calor que, elevando su temperatura y aumentando su volúmen, se convierte en calor latente; enfriándose por la noche, disminuye de volúmen, y deja sensible la cantidad de calórico latente que habia absorbido para dilatarse. El influjo de la atmósfera, que de tan diversos modos se da á conocer, produce con la modificacion de la temperatura efectos patentes en los vapores de agua, que mezclándose con el aire dan origen á tantos y tantos fenómenos provechosos, señaladamente para la vida orgánica. Grande y nuevo campo se ha abierto recientemente á los que se dedican al estudio de las relaciones de esta vida con la atmósfera, desde que se considera en sus altas regiones cargadas de nubes tempestuosas la alteracion que produce el llamado oxígeno electrizado ú ozono. Aun sin eso, hábiles naturalistas han consagrado sus exploraciones y vigiliass á encontrar las relaciones indudables que enlazan la naturaleza orgánica con la inorgánica, forman-

do su conjunto ese todo privativo de las obras del Criador, y al cual se debe la constancia de acciones y reacciones, la mútua dependencia de tan varios y multiplicados agentes, el caracter, en fin, de reciprocidad y armonía que trasciende al saber humano, bien así en las ciencias matemáticas, como en las físicas y naturales.

En nuestros dias, las que se apoyan en la experiencia adquieren nueva faz por efecto de la acumulacion de hechos interesantes, que tienden á fundar sobre bases más y más sólidas el gran principio de la correlacion de las fuerzas físicas. Y esto debe contribuir eficazmente á dilatar el dominio de la electricidad, dado que ella es uno de los medios más frecuentes que patentizan las diversas fuerzas de la naturaleza en sus trasformaciones, constituyendo por tanto uno de los principales vínculos que las enlazan. Yo abrigo la confianza de que el poder de la inteligencia humana, venciendo las graves dificultades que todavía presenta el conocimiento de la atmósfera y el del influjo eficaz que en ella ejerce la electricidad, ha de ser bastante para desvanecer los recelos de los que temen por la imperfeccion constante de tales estudios, adquiriendo así la meteorología el valor científico que su objeto reclama. A ello no pueden ménos de contribuir grandemente los progresos manifiestos que se hacen en el arte de observar, y en cuyo auxilio acuden otros descubrimientos ó aplicaciones oportunas, como la fotografia y aun la electricidad misma, empleadas para suplir la inconstancia del observador, y asegurar la puntualidad en las anotaciones. En medio de las nieblas que hoy ofuscan ese porvenir, no parece imposible que dejen de encontrarse, con más ó ménos exactitud, muchas de esas relaciones desconocidas aún, de las cuales se sospechan ya algunas con sobrado fundamento. Si, como no cabe duda, las hay entre el sol y la tierra, la atmósfera que providencialmente la envuelve, su superficie y su interior, entre los climas y las condiciones de la vida vegetal y animal, ¿quién pudiera renunciar á la grata esperanza de que el hombre dedicado á apreciarlas lenta pero constantemente, no logre algun dia, ojalá próximo, ensanchar las conquistas propias de la preeminencia que le fué reservada en la obra maravillosa de la creacion?