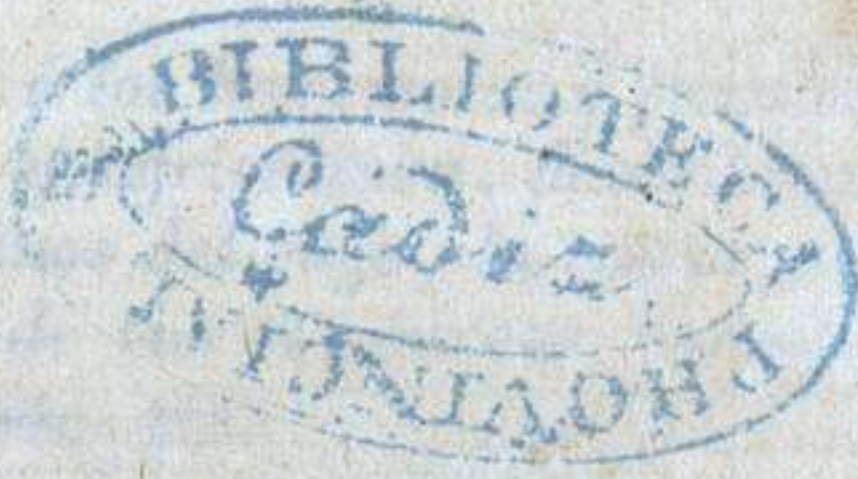
The background of the entire page is a traditional marbled paper pattern. It features large, irregular, organic shapes in shades of purple, blue, and grey, set against a base of yellow and white. Interspersed within these shapes are smaller, more vibrant patches of red and orange. The overall effect is a complex, multi-colored mosaic.

Esta y otras varias obras de todas clases se hallarán en Cádiz, en la librería de FEROS, calle de S. Francisco, núm. 51.



30
263

SIXXIX
2326



De la Electricidad

DE LOS

METÉOROS.



De la Electricidad

DE LOS

METALLOS

DE LA
ELECTRICIDAD
DE LOS
METEOROS.

Aplicada á los terremotos y paravolcanes, y á la medicina y agricultura, describiendo los principales fenómenos del rayo, la causa eléctrica de los temblores de tierra, áureas boreales, granizo luminoso, etc. etc.

ESCRITO EN FRANCES

Por el Abate Bertholon,

TOMO PRIMERO.

Acompañan seis láminas.



Valencia:

IMPRENTA Y LIBRERIA DE CABRERIZO.

1833.

DE LA
ELECTRICIDAD

DE LOS
MRTBORS.

Aplicada á los terrenos y parámetros, y á la ma-
dama y agricultura, describiendo las principales
fuerzas del vapor, la causa eléctrica de los tem-
peros de tierra, nuevas teorías, granizo, truenos,
viento, etc. etc.

ESCRITO EN FRANCÉS

Por el Abate Bertrando

**ES PROPIEDAD DE LA CASA
DE CABRERIZO.**



LIBRERIA Y ALMACEN DE CABRERIZO.

1851

Advertencia del Editor.



EN todos tiempos ha escitado la curiosidad y admiracion , tanto del hombre vulgar como del filósofo , aquella hermosa parte de la física que trata de los metéoros ; y de ahí el hallarse en los antiguos muchas y preciosas observaciones sobre este objeto. Los modernos han aumentado considerablemente la masa de los conocimientos de este género desde que han adoptado buenos métodos , y en especial el de reunir hechos y multiplicar esperiencias.

Antes de los nuevos descubrimientos sobre la electricidad natural , y aun ciñéndonos únicamente á la época anterior á la experiencia de Marly-la-Ville , en 1752 , no se tenia la menor idea de la naturaleza de los metéoros , ni de la causa de los diversos fenómenos que presentan , sobre los cuales solo

se habian formado algunas conjeturas, infundadas por la mayor parte. Mas como no sea dado al hombre abrazar de un golpe y recorrer en un instante todo el círculo de los conocimientos, ha sido necesario ir subiendo por grados hasta el punto á que en el dia se ha llegado; y á esto han contribuido poderosamente muchos sábios que con sus investigaciones, y principalmente con una aplicacion constante, han ido aumentando progresivamente la respetable suma de verdades cuyo cuadro presentamos en esta obra.

Su autor para establecer sobre cimientos sólidos las diferentes partes de que consta, trata ante todo de la *Electricidad-metéoro* en general, refiriendo la larga série de experimentos que se hicieron en la famosa época de Marly-la-Ville con aparatos de nuevo género, desconocidos hasta entonces: tales fueron los de Dalibart, Buffon, Delor, Mazeas, Lemonnier, Romas, Cassini, Canton, Bewis, Wilson, Richmann, la Garde, Verat, Marin, Zanotti, Bose, Gordón, Lomonosow, Beccaria, Kinnersley, Muschembroeck, &c. Los resultados que constantemente se obtuvieron son la base en que estriva la rigurosa

identidad que existe entre el rayo y la materia eléctrica ; y las observaciones y esperiencias que posteriormente se han hecho , han demostrado asimismo la que hay entre la electricidad y los otros metéoros.

Aseguramos sin vacilar que esta obra es la única en que se haya tratado todo el conjunto de la ciencia de los metéoros , considerados en sus relaciones con la electricidad , y apoyándose constantemente en las observaciones y esperiencias de los físicos mas distinguidos , á las que en el espacio de algunos años ha añadido nuestro autor un gran número que han merecido la aprobacion de aquellos. Las memorias del abate Bertholon sobre el rayo y sus principales fenómenos , el rayo y los pararayos ascendentes , la causa eléctrica de los temblores de tierra y de los volcanes , los paraterremotos , las auroras boreales y su causa , la de las lluvias tempestuosas , la elevacion de los vapores , el granizo luminoso por efecto de la electricidad , &c. &c. , reimpre-
sas muchas veces y traducidas en diferentes idiomas , son demasiado conocidas para que haya necesidad de extractarlas aquí ; pero habiéndose agotado sus varias ediciones , es-

tándolas pidiendo de diferentes puntos, y siendo partes necesarias de este tratado, se han reunido en él con adiciones considerables.

El método particular que ha seguido el abate Bertholon en esta obra, es el de una dialéctica rigurosa. Espone los fenómenos constantes que presentan los diversos metéoros, y despues de subir á sus mismos origenes, refiere una coleccion escogida de observaciones hechas por los antiguos y modernos, cuya historia y épocas cita con la mayor exactitud para manifestar, si así puede decirse, la genealogía de las ideas y la filiacion de los descubrimientos que de ordinario se hallan enlazados entre sí como los eslabones de una cadena.

Muchas veces traslada las propias palabras de los autores de los descubrimientos y observaciones que refiere, bien persuadido de que los lectores tienen tanta satisfaccion en oirlos hablar, como la que se halla leyendo las descripciones curiosas de los paises, escritas por los mismos viageros. Demuestra en seguida que la mayor parte de las esplicaciones que se han dado hasta ahora no podian

conformarse ni con los principales fenómenos observados , ni con los principios de física mas evidentes; y que el fluido eléctrico es la única causa del gran número de los metéoros , llenando al mismo tiempo estas dos condiciones.

Á fin de poner esta materia en el mayor grado de certeza á que en estos objetos puede llegarse , y persuadido como decia el famoso Scylla de que *entre todas las pruebas de una verdad , la mas segura es la de los ojos* , ha procurado el abate Bertholon confirmar siempre con esperiencias imitativas lo que habian probado ya las observaciones. Á este objeto despues de dar la descripcion de los instrumentos , refiere las esperiencias por cuyo medio ha conseguido representar á beneficio de la electricidad los fenómenos principales de los diversos metéoros.

„El mejor modo de esplicar la naturaleza, si pudiese emplearse con frecuencia , decia Fontenelle , seria el de remedarla y dar por decirlo así algunas representaciones suyas, haciendo producir los mismos efectos á causas conocidas. Entonces no se adivinaria, sino que cada uno veria con sus propios ojos

y estaria seguro de que los fenómenos naturales provenían de causas iguales, ó cuando menos muy semejantes á las que producen los artificiales.” (1)

Se han grabado con el mayor esmero muchas figuras para facilitar la inteligencia de lo que se establece, y los medios de repetir fácilmente las esperiencias que se refieren en el discurso de esta obra, en la cual no se hallan aquellas vanas conjeturas, fruto de una imaginacion acalorada que se extravía, pues se camina siempre á la luz de la doble antorcha de la esperiencia y de la observacion. Parece pues que esta obra es un tratado completo de meteorología eléctrica, ó de *Electricidad-metéoro*, denominacion nueva que ha sido preciso crear para dar idea del objeto y de la obra. Si se lee ésta con la debida atencion, no podrá menos de sorprender que el hombre, este sér tan débil, haya llegado al extremo de rivalizar con la naturaleza, y enseñorearse en cierto modo de los elementos.

1 Historia de la Academia, año 1700, pag. 54.

De la Electricidad

DE

LOS METÉOROS.

DE LA ELECTRICIDAD-METÉORO.

Los diversos metéoros que produce la naturaleza, presentan á nuestros ojos algunos espectáculos brillantes, cuya magnificencia y magestad escita la admiracion y tambien muchas veces el espanto; porque á pesar de la frecuencia con que se repiten estas maravillosas escenas, nunca puede el hombre acostumbrarse á la profunda impresion que le causan. Ora mira á los astros del dia y de la noche cercados de una pompa refulgente que corona sus discos, y en la que el oro y el azul resaltan sobre un fondo radioso; ora

ve reproducirse en los cielos sus imágenes, y añadir al esplendor de la realidad los encantos de la ilusión; allá en medio de las tinieblas de la noche descubre como unos surtidores de luz ó mangas de cohetes, que precipitándose como de una fuente copiosa se esparcen rápidamente por los cielos, y ofrecen á la vista fuegos de mil colores diferentes que se agitan en todas direcciones (1); aquí divisa aquel arco luminoso que el pincel de la naturaleza ha enriquecido con los colores mas vivos y brillantes. Unas veces vemos girar con rapidez sobre nuestras cabezas globos de fuego, cuya vista nos amedrenta, y otras, despues de multiplicados relámpagos, se lanza el rayo del seno de una nube tempestuosa acompañado de repetidos truenos, que llenan de espanto y consternacion al hombre mas intrépido: de cuantos fenómenos presenta la naturaleza á los mor-

1 En aquellos climas salvages, decia el ilustre Maper-tuis, donde no se presenta el sol en todo el invierno, ví yo algunas noches mas hermosas que el dia, que hacian olvidar las delicias de la aurora y el esplendor del medio dia.

tales , este es ciertamente el mas terrible y en el que brilla mas de lleno la magestad y el poder del supremo Autor del universo; y de aquí la curiosidad con que tanto el filósofo como el hombre vulgar, se han dedicado en todos tiempos á examinar los diferentes efectos de este formidable metéoro, que lleva en su seno el desastre, la devastacion y la muerte.

Mas atrevido el físico , se ha esforzado á rasgar la nube tenebrosa que le cubre , y se ha remontado hasta su causa oculta para dar razon de su naturaleza. Pasóse mucho tiempo en inútiles tentativas , se percibió despues cierto resplandor aunque débil y engañoso, creyóse haber hallado ya la antorcha de la verdad ; pero no era mas que una especiosa ilusion , y hace muy poco que confirmadas con repetidas esperiencias las conjeturas de algunos hombres célebres , se ha puesto por fin en claro este misterio de la naturaleza, que con razon debe mirarse como la clave de los otros metéoros , y de los fenómenos que los mismos producen. Así quedará demostrado en el discurso de esta obra , en la que examinaremos los principales metéoros,

dividiéndolos para mayor claridad en cuatro clases generales, á saber: metéoros ígneos, metéoros ácueos, metéoros áereos y metéoros luminosos.

PRIMERA PARTE.

DE LA ELECTRICIDAD DE LA ATMÓSFERA EN GENERAL.

Así como en la historia de los imperios, hay tambien en la de las ciencias algunas épocas brillantes que escitan la admiracion y el asombro. Célebre será siempre en los fastos de la física la esperiencia de Marly-la-Ville, pues por ella adquirió nuevo semblante la meteorología; y si en otro tiempo se atribuían á efervescencias químicas todos los fenómenos que pertenecen á este ramo de la física, ya estos rancios delirios han sido desterrados con todos los absurdos de la antigua escuela.

En todos ramos los descubrimientos importantes son por lo comun precedidos de una série de conocimientos que les abren el camino, pues nunca nacen en estado de perfeccion, como salió Minerva de la cabeza de Júpiter armada de punta en blanco. Una historia de las ciencias en que se espusiese el sucesivo desarrollo de las ideas que prepararon los grandes descubrimientos, sería

una obra sobremanera preciosa en razon de su utilidad ; mas ya que no existe , y entre tanto que este proyecto se realiza , nos proponemos manifestar en pocas palabras cuál pudo ser el origen por donde vino á descubrirse la electricidad natural.

Aunque los brillantes esperimentos de aquella parte de la física que trata de la electricidad, parece debian conducir muy pronto á una comparacion de la analogía que existia entre los efectos de la electricidad natural, y la que se ha llamado electricidad artificial, sin embargo aun se pasó mucho tiempo antes de que le ocurriese á ningun físico semejante idea ; porque no creemos, como algunos autores , que Mr Wall hubiese adivinado esta analogía. Bien es verdad que habiendo visto producirse una luz , y oyendo un chasquido despues de haber frotado un pedazo de ámbar, discurrió que empleando un pedazo mayor de ámbar serian mas considerables dichos efectos , de los que dijo despues en las transacciones filosóficas : *en cierto modo parece que estos fenómenos representan el trueno y el relámpago* ; mas esta asercion carecia entonces de fundamento , pues en aquel tiempo no se conocia ninguna analogía entre los efectos de estas dos causas. El estallido y la luz que producía la frö-tacion del ámbar , tenían una relacion tan vaga

con los numerosos y terribles fenómenos del rayo, que era menester cerrar los ojos á la razon para hallar entre ellos alguna semejanza: á discurrir así, todo en la naturaleza seria semejante; y un error de dialéctica no puede servir nunca de base para un descubrimiento fundado.

Tampoco diremos, como otros, que Mr. Grai en su carta á Mr. Mortimer (1735) manifestaba tener alguna sospecha de esta verdad; pues lo que en aquella ocasion escribió no es mas que una palabra, y ésta tan indeterminada que nada significa (1): y por otra parte muchos físicos que se sirvieron de la misma espresion antes de Mr. Grai, tendrian sobre éste la ventaja de la anterioridad. En suma, todo lo que se dijo antes del abate Nollet, consistia mas bien en algunas palabras aisladas que producian el acaso, que en una série de combinaciones meditadas; y si unas espresiones generales bastasen para establecer la existencia de los descubrimientos, tal vez no habria ninguno de que no pudiese despojarse á su verdadero autor. Para convencerse de esto bastará dar una ojeada á las obras de dos escrito-

1 Grai dió por sentado que la electricidad y el rayo eran una misma cosa, sin establecer ninguna comparacion meditada y séguida: otro tanto debe decirse de Winkler. En cuanto á Halles y Barbreet escribieron despues de Nollet.

res harto recientes, que creen hallar en los antiguos todos los inventos de los modernos. Una invencion se debe á la casualidad ó á un encañamiento de ideas, y una combinacion de relaciones cuyo enlace llama la atencion.

El único moderno que antes de la esperiencia de Marly habló de un modo claro y preciso de la analogía que existe entre el rayo y la electricidad fue el abate Nollet, que se habia dedicado particularmente al estudio de los fenómenos eléctricos. Este ilustre físico, despues de haber hecho la esposicion del antiguo sistema, decia ya en 1748, en el tomo cuarto de sus Lecciones de física esperimental: » Si hubiera, por egemplo, quien se propusiese probar por medio de una comparacion bien seguida de los fenómenos, que el rayo es en las manos de la naturaleza lo que la electricidad en las nuestras; que estas maravillas de que disponemos á nuestra voluntad son unas imitaciones en pequeño de esos grandes efectos que nos aterran, y que todo depende de un propio mecanismo; si se demostrase que un nublado, formado por la accion de los vientos, el calor, la mezcla de las exhalaciones, &c., es con respecto á un objeto terrestre inmediato lo que es un cuerpo electrizado en presencia y á cierta proximidad del que no lo está; confieso que semejante idea, como estuviese bien sostenida,

me complacera sobremanera: y para sostenerla ¿cuántas razones ingeniosas no se presentan á un hombre que domine la materia? La universalidad del fluido eléctrico; la prontitud de su acción; su inflamabilidad y la actividad con que inflama otras materias; la propiedad de atacar los cuerpos exterior é interiormente, hasta en sus últimas moléculas; el singular ejemplo que tenemos de este efecto en la experiencia de Leyden; la idea que legítimamente podemos formarnos suponiendo un grado mayor de virtud eléctrica, &c.; todos estos puntos de analogía, que hace largo tiempo medito, empiezan á hacerme creer que tomando la electricidad por modelo, podrían formarse sobre el trueno y los relámpagos ideas mas sanas y probables que cuanto hasta el presente se ha imaginado.” (1) Al célebre abate Nollet pues es á quien atribuiremos la gloria de haber advertido antes que otro la verdadera semejanza que existe entre los efectos de la electricidad y los fenómenos del rayo.

Sabedor Mr. Benjamin Franklin de los numerosos y singulares descubrimientos que se hacian en Europa sobre la electricidad, fijó muy pronto su atención sobre este punto; y como se hallaba dotado de verdadero genio para las ciencias,

1 Lecciones de física esperim. tom. 4. pag. 314.

estendió sus límites, pues convencido de la analogía que existía entre los efectos del rayo y los de la electricidad, conjeturó que si se aislaba una barra de hierro puntiaguda, colocada verticalmente, tal vez en un tiempo tempestuoso podrían lograrse señales de electricidad.

El físico de Filadelfia acaso debió el descubrimiento del poder de las puntas, de que hablaremos muy luego, á una experiencia importante de Mr. Jallabert que referiremos al tratar de la eficacia de las puntas, y que se funda en la observacion de que un cuerpo puntiagudo por una estremidad y redondo por la otra, produce efectos diferentes sobre otro cuerpo, segun se presenta por éste ó aquel extremo (1). Sea de esto lo que fuese, he aquí segun relacion de Franklin, el orden como imaginó los experimentos para atraer el rayo. » 1.º Propiedades comunes al fluido eléctrico y al rayo. 2.º Producir luz; color de ésta. 3.º La direccion en zic-zac. 4.º La velocidad del movimiento. 5.º Su facilidad en dejarse conducir por los metales. 6.º El ruido ó chasquido al tiempo de la explosion. 7.º El hallarse en el agua ó en el yelo. 8.º El destruir los cuerpos que encuentra á su paso. 9.º El matar

1 Investigaciones sobre la electricidad por Nollet, pag. 312, y Cartas sobre la electricidad, tom. 1. pag. 124.

á los animales. 10. El fundir los metales. 11. El encender las sustancias inflamables. 12. El olor sulfúrico. El fluido eléctrico es atraído por las puntas: no sabemos si el rayo tiene esta propiedad; mas pues estas dos sustancias convienen en todos los puntos en que se las ha podido comparar hasta el dia, ¿no es probable que convengan igualmente en éste? Debiera hacerse la esperiencia.” (1) Hasta aquí solo se habian formado conjeturas, pero las sospechas no son verdades, y menos aun descubrimientos; y acaso estas conjeturas hubieran sido eternamente estériles, si el Plinio moderno (Buffon) no hubiese concebido el proyecto de verificarlas por medio de la esperiencia. Á este efecto hizo colocar sobre la torre de Montbar una barra de hierro aislada, á la que adaptó un conductor para sacar chispas con mas facilidad, y unas campanas oportunamente dispuestas, con el fin de que su sonido le advirtiese desde lejos de la presencia del fluido eléctrico; y al mismo tiempo contribuyó tambien con sus consejos á que Mr. Dalibard hiciese construir un aparato semejante, que fue inmediatamente colocado en Marly-la-Ville.

1 Obras de Franklin. tom. 1. pag. 185.

CAPÍTULO PRIMERO.

De las primeras experiencias sobre la electricidad de la atmósfera, hechas por medio de barras aisladas.

MR. Dalibard hizo construir en Marly-la-Ville, á seis leguas de Paris, una barra de hierro de cuarenta pies de largo y cerca de una pulgada de diámetro, muy puntiaguda por su estremidad superior y doblada hácia la inferior, donde formaba dos recodos en ángulos agudos, y la colocó en un jardin sobre tres grandes pértigas, aislándola por medio de cordones de seda y un taburete con pies de vidrio.

»El miércoles 10 de mayo de 1752, entre dos y tres de la tarde, habiéndose oido un gran trueno, corrió á la máquina el señor Coiffier, encargado de las observaciones en ausencia de Mr. Dalibard; y presentando á la barra la punta de un hilo de hierro adaptado á un mango de vidrio, vió salir una pequeña chispa muy brillante acompañada de un estallido; saca otra chispa mayor que la primera y con mas ruido; llama á sus vecinos y envia á buscar al prior, el cual corre con todas sus fuerzas hácia el aparato; los vecinos al ver la precipitacion del cura, se persuaden que el pobre

Coiffier ha sido muerto por el rayo; espárcese el espanto por el pueblo, en términos que el pedrisco que sobreviene no basta para impedir que las ovejas sigan á su pastor. Llega este buen eclesiástico cerca de la máquina, y viendo que no hay peligro alguno, pone tambien manos á la obra y saca grandes chispas. La nube tempestuosa pasó en menos de un cuarto por el zenit de nuestra máquina, y ya no se oyó otro trueno." Luego que la nube pasó, y cuando ya no se sacaban chispas de la barra de hierro, el prior de Marly, Mr. Raulet, envió al mismo Coiffier con una carta para Mr. Dalibart, que contenia el pormenor de las observaciones, de las que extractaremos lo mas interesante. El cura para constituirse en el lugar en donde estaba levantado el aparato, se vió precisado á atravesar un diluvio de granizo, y habiendo llegado, dice: »al punto en donde está colocada la varilla torcida, presenté el alambre aproximándole sucesivamente á la varilla, hasta pulgada y media en corta diferencia; entonces salió de la varilla una pequeña columna de fuego azulado que olia á azufre, é hirió con suma velocidad la punta del alambre, produciendo un ruido semejante al que se haria dando sobre la varilla con una llave. Durante unos cuatro minutos, y á presencia de muchas personas, repetí la esperiencia seis veces por lo

menos , empleando en cada una de ellas el espacio de un Padre nuestro y una Ave María. Quise continuar , pero la accion del fuego fue debilitándose poco á poco ; y habiéndome acercado mas á la varilla , ya no saqué sino algunas chispas , que al fin faltaron tambien.”

»El trueno que dió ocasion á este suceso no fue seguido de otro alguno , terminándose la tormenta con un copioso granizo. En el momento de la esperiencia me hallaba yo tan preocupado con lo que veía , que habiendo recibido un golpe en el brazo un poco mas arriba del codo , no sé si tocando el hilo de alambre ó la varilla , casi no lo advertí ni me quejé al tiempo de recibirle ; pero como el dolor continuaba , de vuelta á mi casa me descubrí el brazo en presencia de Coiffier , y encontramos un cardenal que rodeaba el brazo , semejante al que hubiera podido causarme un latigazo dado con un hilo de alambre sobre el brazo desnudo.” Muchas personas percibieron de un modo muy sensible el olor de azufre que habia sido comunicado al cura , aun despues de haber regresado éste á su casa. Estos pormenores están sacados de la memoria que leyó Mr. Dalibard á la Academia de las ciencias el 13 de mayo de 1752 , y fue escuchada con la mayor atencion.

Mr. Delor , demostrador de física de Paris y habitante en uno de los barrios mas altos de dicha

ciudad, armó muy poco despues una barra de hierro de noventa y nueve pies de elevacion, colocada sobre un pedazo de resina de dos pies cuadrados de superficie y tres pulgadas de espesor; y el 18 de mayo entre cuatro y cinco de la tarde, habiéndose presentado encima del aparato una nube tempestuosa (que gastó cerca de media hora en pasar), sacó de dicha barra algunas chispas semejantes á las de las máquinas eléctricas ordinarias: las que produjeron el mismo resplandor, fuego y chasquido. Las mayores se sacaron á distancia de nueve líneas, á tiempo que sin truenos ni relámpagos caía un poco de granizo mezclado con agua de una nube que al parecer era resto de una tempestad que habia descargado en otra parte. Dicho conductor dió tambien chispas hallándose la nube sobre Vincennes; es decir, dos leguas cuando menos del lugar de la observacion, segun el referido físico me aseguró, y puede verse en la carta que en 20 de mayo de 1752 escribió desde San German al doctor Halles, que se halla impresa en las Transacciones filosóficas (1). Habiendo repetido esta curiosa esperiencia hizo una observacion importante, que comunicó á la Academia de las ciencias; á saber, que las grandes nubes lanzan

1 Transac. filosof. tom. 48. pag. 370.

hasta nosotros la materia eléctrica aunque se hallen muy distantes, y que esta materia parece aumentarse en cantidad á medida que se aproximan, y disminuirse sucesivamente en razon de su distancia. Por fin, el 19 de mayo pasó una nube tempestuosa sobre el aparato de Montbar, del que sacó chispas el ilustre Buffon.

El abate Mazeas, con el objeto de repetir la esperiencia, colocó en lo mas alto de su casa un aparato muy sencillo, por cuyo medio consiguió atraer el fuego de las nubes tempestuosas: reducíase á una pértiga de madera que salia por una ventana, y terminaba en un tubo de vidrio lleno de resina, en donde entraba una varilla de hierro puntiaguda de doce pies de largo: á lo cual, segun habian hecho antes MMr. Dalibart y Delor, añadió un depósito de electricidad compuesto de muchas barras de hierro aisladas, éste comunicaba con la barra de hierro puntiaguda, y como contenia mayor cantidad de fluido eléctrico, dió al aproximar el dedo algunas chispas mas sensibles que las que aquella producía (1).

Luego que Mr. Lemonier tuvo noticia del éxito feliz de la esperiencia de Marly-la-Ville, se apresuró á repetirla y examinar cuidadosamente

1 Historia de la electricidad por Priestley. tom. 2. pag. 164.

todas sus circunstancias: con lo cual no solo pudo asegurarse del efecto principal, esto es, de la existencia electricidad áerea en tiempo tempestuoso, sino que descubrió que la habia tambien en los dias mas serenos. El aparato que dispuso en Saint-Germain-en-Laye, consistia en una pértiga de treinta y dos pies de elevacion, que se levantaba de en medio de un césped en un parage en que estaba absolutamente aislada, y en cuya estremidad superior fijó un gran tubo de vidrio muy fuerte, al que se hallaba adaptado un cañon de hoja de lata que terminaba en punta: hácia la mitad de este cañon estaba asegurado un hilo de hierro muy delgado de cerca de cincuenta toesas de largo, que sin tocar ningun cuerpo iba á parar á un cordon de seda tendido horizontalmente en una tienda. El 7 de junio de 1752, durante una tempestad, oyó Mr. Lemonier un trueno precedido de un relámpago que salió de una nube muy densa poco distante del lugar de la observacion, y sacando al instante una chispa muy viva del hilo de hierro, esperimentó una conmocion semejante á la que ocasiona la botella de Leyden. Esta esperiencia se repitió con igual éxito muchas veces en el espacio de cinco horas que duró la tempestad, tanto por nuestro académico como por otras muchas personas; y desde entonces no pudo ya dudarse que la materia elec-

trica de que se hallaba cargado el hilo de hierro, era de igual naturaleza que la que suministran nuestras máquinas: porque » dicho hilo atraía y repelia vivamente los cuerpos ligeros que yo le presentaba, la materia salia chispeando y con estrépito, escitaba una conmocion considerable en muchas personas que estaban cogidas de las manos, salia por las puntas en forma de penacho, inflamaba el espíritu de vino y los licores espirituosos, exhalaba el olor peculiar del fluido eléctrico; en una palabra, presentaba todos los caracteres de la materia eléctrica que acomulamos por medio de nuestras máquinas, y que la distingue de todos los fluidos.”

De las observaciones que hizo entonces aquel célebre físico resulta: 1.º Que la materia eléctrica no deja de presentarse en los tiempos tempestuosos cuando suenan ó estallan los truenos. 2.º Que se presenta tambien algunas veces cuando solo hay apariencias de tempestad y el cielo está cargado de nubes densas, que fluctúan con lentitud y son llevadas alternativamente hácia una y otra parte por dos vientos contrarios. 3.º Que el momento en que parece que la materia eléctrica se derrama con mayor abundancia, es mas bien el de la resolucion de las nubes en lluvias copiosas, que el instante en que estalla el trueno con mayor estrépito y se suceden los relámpagos con

mas vivacidad: este efecto es tan ordinario, que no se ve jamas una gran lluvia sin que haya sido precedida y acompañada de señales de la mas fuerte electricidad. 4.º La calma que precede de ordinario á las lluvias tempestuosas, cesa en el momento en que comienza á esparcirse la materia eléctrica, y se levanta un viento tanto mas impetuoso cuanto dicha materia se ha presentado con mas abundancia en las máquinas. 5.º En fin, luego que la masa de aire empieza á humedecerse, lo que no siempre es efecto seguro de la lluvia, la materia eléctrica desaparece del todo por un espacio de tiempo bastante considerable (1).

Uno de los físicos que mas se distinguieron en la nueva carrera que acababa de abrirse, es sin contradiccion Mr. de Romas, asesor de la Bailía de Nerac y miembro de la Academia de las ciencias de Burdeos, el cual habiendo hecho muchas esperiencias sobre la analogía del rayo y de la materia eléctrica, elevó algunos aparatos semejantes á los que hemos descrito, y logró tambien sacar chispas eléctricas. Presumiendo despues que la electricidad seria mas fuerte á medida que se elevasen á mayor altura las barras aisladas, se

1 Mem. de la Academia de las ciencias, 1752. pag. 233. y sig.

confirmó en esta idea por medio de muchas observaciones sobre barras metálicas colocadas á alturas diferentes y á algunas toesas de distancia unas de otras; pero sin embargo, como en sus primeras esperiencias el exceso de elevacion de una barra sobre otra era unicamente de nueve á diez pies, y por otra parte sola su longitud, prescindiendo de la elevacion y de algunas otras circunstancias, bastaba para hacer dudosos los resultados, aumentó Mr. de Romas la diferencia de las dos elevaciones, colocando horizontalmente la barra menos elevada, que quedó entonces veinte pies mas baja, con lo cual tuvo la satisfaccion de ver que la barra perpendicular daba chispas mas hermosas, al paso que la horizontal producía apenas alguna muy pequeña.

Estas observaciones se hicieron desde el 12 de julio de 1752, despues de cuya época se repitieron muchas veces, sobre todo el 5 de junio de 1753 á la una de la tarde, en ocasion de una tempestad que sobrevino con truenos, relámpagos y alguna lluvia, y que duró bastante para que pudiese repetirse muchas veces la esperiencia, levantando y bajando horizontalmente la barra mas corta, en cuyo último caso fueron siempre las chispas mucho mas débiles que en el primero.

Mr. Cassini de Thurri advirtió igualmente en

el mes de julio que una barra dispuesta en el observatorio de Paris para recibir la electricidad de las nubes, habia dado algunas señales muy sensibles de electricidad, sin embargo de no oirse entonces truenos, ni verse nubes tempestuosas: y era tal la persuasion en que estaban en aquel tiempo de que para comunicar la electricidad eran indispensables las nubes, que se creyó que habria cerca del horizonte algunas que sin ser vistas habian comunicado al aire suficiente electricidad para animar la barra (1). El padre Bertier del oratorio, repitió en Montmorenci la esperiencia de Marly, y no tan solo obtuvo chispas eléctricas, sino que recibió una conmocion tan fuerte que le derribó en el suelo.

Instruidas las otras naciones sábias del éxito que habian tenido en Francia estas esperiencias, se empeñaron con teson en obtener otros semejantes. Mr. Canton en Inglaterra empleó un pequeño aparato de este género, segun dice en su carta á Mr. Watson, fecha en Spital-Square el 21 de julio de 1752 (2). Oigamos al mismo los pormenores de su experimento. » Ayer á cosa de las cinco de la tarde tuve proporcion de probar la esperiencia de Mr. Franklin para sacar fuego

1 Historia de la Academia de las ciencias. 1752. pag. 10.

2 Trans. fil. tom. 47. = Obras de Franklin. tom. 1.

eléctrico de las nubes, lo que conseguí á beneficio de un cañon de hoja de lata de tres á cuatro pies de largo, adaptado en lo alto de un tubo de vidrio de cerca de diez y ocho pulgadas: al extremo superior del cañon referido, cuya elevacion no llegaba á la de las chimeneas de la casa, até tres agujas con un poco de hilo de alambre, y á la estremidad inferior soldé una tapa de hoja de lata para preservar de la lluvia el tubo de vidrio que se hallaba colocado verticalmente sobre un cepo de madera. Luego que oí los primeros truenos, corrí hácia el aparato con cuanta prisa pude, pero no hallé en él la menor seña de electricidad hasta despues del tercer trueno, en cuyo momento aplicando la articulacion del dedo á la orilla del círculo, sentí y oí una chispa eléctrica; y habiendo acercado el dedo segunda vez, sentí el efecto de la chispa á la distancia de cerca de media pulgada y la percibí distintamente. Repetí lo mismo cuatro ó cinco veces en el espacio de un minuto, pero las chispas eran de cada vez mas débiles, y antes de los dos minutos cesaron de todo punto las señas de electricidad. Durante la tempestad cayó sin cesar una lluvia copiosa, pero cuando hice la esperiencia se habia disminuido considerablemente.”

El 12 de agosto siguiente el doctor Bewis observó en corta diferencia los propios efectos que

habia visto Mr. Canton , y el mismo dia repitió el experimento Mr. Wilson , como consta por una carta escrita en las inmediaciones de Chelmsford en Essex el 12 de agosto de 1752, en donde dice que cerca del medio dia , durante ó mas bien al fin de una tempestad , sintió muchas chispas eléctricas acompañadas de estallidos. Su aparato se reducía á una varilla de hierro , introducida por un extremo en una botella de vidrio que tenia en la mano , y la otra estremidad que terminaba por tres puntas , estaba al aire libre: en esta disposicion con un dedo de la otra mano sacó algunas chispas , sin embargo de no hallarse en parage elevado , sino en un jardin (1).

Mr. Richmann , de la Academia imperial de Petersburgo y profesor de física experimental de la misma ciudad , pereció el 6 de agosto de 1752 á tiempo que estaba examinando de demasiado cerca un aparato que habia levantado para atraer la electricidad de las nubes tempestuosas. Mr. Sokolow , grabador de la Academia , que se hallaba entonces en su compañía y le ayudaba á hacer los experimentos , declaró que habia visto un globo de fuego azulado del grandor del puño que se lanzó del aparato sobre la frente de Mr. Richmann,

1 Transac. filosof. tom. 47. pag. 568. = Pritselley: Historia de la electricidad. tom. 2. pag. 168.

situado en aquel momento á un pie de distancia. Mr. Sanches que escribió la relacion de este accidente al abate Nollet, dice que cuando se abrió el cadáver se advirtieron exteriormente algunas señas de quemadura: tenia una en la frente, sin que por ello hubiesen sido quemados los cabellos, y otras dos á los dos lados del pecho, habiendo sido destruido uno de sus zapatos. Cuando se hizo la diseccion se halló la parte superior del pulmon denegrada y llena de sangre; la parte membranosa de la traqui-arteria estaba como gastada: habiendo comprimido los brónquios salió de la traqui-arteria sangre espumosa, lo que tambien habia sucedido al remover el cuerpo despues de la muerte; el corazon estaba sano, pero los vasos de la parte posterior de los intestinos delgados, principalmente los del duodeno y todo el páncreas, estaban llenos de sangre; el resto del cuerpo se hallaba en su estado natural (1). Esta muerte que fue justamente considerada como el efecto de una electricidad muy fuerte, comunicada á la barra de hierro por las nubes tempestuosas, sucedió por no haber una barra propia para descargar el fluido eléctrico superabundante y trasmitirle al depósito comun, segun luego diremos.

Algunos físicos de Florencia y de Bolonia ele-

1 Historia de la Academia de las ciencias, 1753. pag. 78.

varon tambien á fines de 1752 diferentes barras de hierro aisladas para atraer la electricidad áerea en tiempo de tempestad, y sacando chispas de una barra de hierro electrizada por el trueno, recibieron algunos golpes muy fuertes. Uno de ellos, Mr. de la Garde, escribió desde Florencia al abate Nollet que queriendo cierto dia atar una cadenita armada por uno de sus extremos con una bola de cobre, á una gran cadena que comunicaba con una barra colocada en lo alto de un edificio, con el fin de sacar algunas chispas por medio de las oscilaciones de dicha bola, sobrevino una corriente de fuego que él no distinguió, pero que produjo en la cadena un ruido semejante al de un fuego fátuo. En el mismo momento se comunicó la electricidad á la cadena que tenia la bola de cobre, y ocasionó al observador una conmocion tan fuerte que le hizo caer la bola de las manos, y le repelió cuatro ó cinco pasos atras: conmocion mas violenta que cuantas habia sentido en la esperiencia de la botella de Leyden (1).

Mr. Verat levantó en el observatorio de Bolo-
nia una barra de hierro muy larga, colocada sobre un pedazo de azufre. De la barra colgaba una

1 Diario de los sábios, octubre 1753. pag. 222. Musch. tom. 1. pag. 397.

cadena, y presentando á ésta una llave, sacó algunas chispas en un tiempo en que el cielo estaba cubierto de nubes densas, aunque no se oía trueno alguno. Luego que empezó á tronar eran tan vivas las chispas que salían, que el que las escitaba recibía una impresion violenta de la materia eléctrica que se derramaba; mas cuando llovía no se podía sacar chispa alguna del extremo de la cadena, sin embargo de que seguían los truenos. El mismo observó en otra ocasion que estando el cielo cubierto de nubes, pero sin tronar, se lograron chispas muy vivas en el momento en que empezó á llover; y en otro dia cayendo una lluvia muy copiosa, observó tambien que la cadena daba chispas si se la aislaba por medio de un cordon de seda, pero dejó de producirlas luego que las nubes quedaron descargadas. Notó en fin este físico constantemente que los señales de electricidad que daba la cadena eran por lo comun precedidos de lluvia (1).

Mr. Th. Marni, de la misma ciudad, hizo igualmente algunas esperiencias sobre este objeto por medio de un aparato levantado en el tejado de su casa, que consistía en una barra de hierro, á la que habia adaptado una cadena: logró algunas chispas en tiempo de lluvia muy ligera, pero

1 Comentar. Bonon. tom. 3. pag. 200.

desaparecieron luego que la lluvia aumentó y cayeron gotas mas gruesas ; y observó que cuando la lluvia era muy menuda y vagaba por la atmósfera en forma de pequeñas nubes , no se notaba ningun signo de electricidad. En otro tiempo cayendo una lluvia copiosa y retumbando el trueno por los aires , sacó chispas de la cadena dos segundos antes de oirse los truenos : y dichas chispas eran un presagio cierto del trueno que las seguia. En otra ocasion que tronaba sin llover no observó ningun señal de electricidad ; pero desde que empezó á llover se presentó con tal energía , que inflamó una porcion de espíritu de vino que habia hecho calentar. » Continuando las observaciones notó que desde que la lluvia fue mas abundante , desapareció la electricidad sin verse señal alguna de ella en el espacio de cuatro dias seguidos que estuvo lloviendo. » El mismo observador experimentó en el mes de octubre siguiente que la electricidad era muy débil mientras llovía poco , y desapareció absolutamente luego que aumentó la lluvia y empezó á tronar. En el mes de noviembre siguiente en ocasion de estar relampagueando sin truenos , y cayendo algunas gotas de agua muy gruesas , sacó chispas muy vivas del aparato ; pero habiendo aumentado la lluvia se debilitó la electricidad. Otro dia del mismo mes , reinando viento de oeste , y cuando

empezaba á llover sin truenos, se presentó la electricidad con gran fuerza; pero se desvaneció luego que aumentó la lluvia. Otro dia habiéndose aproximado á la tierra una nube muy densa acompañada de lluvia, á tiempo que soplabá viento de este, no notó señal alguna de electricidad, y lo mismo le sucedia en tiempo de invierno, ora lloviese ó nevase, ora tronára ó cayese granizo (1). Mr. Zanotti repitió igualmente la esperiencia de Marly-la-Ville, y tambien lo hicieron de los primeros en Alemania Mr. Bose y el padre Gordon. Mr. Lomonosow observó asimismo en 1753 en tiempo de tempestad, penachos luminosos y estrepitosos de tres pies de largo y uno de ancho, cuando los escitaba á la estremidad de una barra de hierro que correspondia á la ventana (2).

El célebre padre Beccaria hizo tambien esta esperiencia, y constantemente halló electricidad en su aparato cuantas veces se le aproximaba alguna nube tempestuosa. La corriente de fuego que partia del aparato era por lo regular continua mientras la nube permanecía sobre su zenit. Este sábio observó que en tiempo de calma, y hallándose el cielo despejado, daba siempre el aparato

1 Musch. tom. 1. pag. 397.

2 Transac. filosof. tom. 48. part. 2. pag. 172.

señales de electricidad mediana, mas solo por intervalos. En tiempo lluvioso y sin relámpagos se presentó siempre la electricidad un poco antes de la lluvia y durante ésta, pero desapareció antes que dejase de llover. La electricidad era siempre tanto mas enérgica, cuanto mas elevados estaban los aparatos, ora emplease barras de hierro, ora se sirviese de cometas; siendo de notar que las cuerdas de éstos que tenían mas longitud, se electrizaban antes que las cortas. Una cuerda de doscientas cincuenta toesas estendida sobre el Po, quedó mas fuertemente electrizada durante un turbion sin truenos, que lo habia sido en ninguna tempestad la barra metálica destinada á conducir hasta su observatorio la materia del trueno. Teniendo dos barras de esta especie á distancia de ciento cincuenta pies una de otra, observó que si sacaba una chispa de la mas alta, la de la otra que estaba treinta pies mas baja se disminuía al momento; pero debe notarse que volvía á recobrar su actividad aunque tuviese la mano sobre la primera. En fin, para presentar un resultado general, puede decirse que en tiempo de calma y cielo despejado notó siempre signos de una electricidad mediana aunque tan solo por intervalos (1).

1 Cartas sobre la electricidad. pag. 106, 165, 166 y 176.

Resulta ademas de las observaciones de este ilustre físico que su aparato no daba el menor señal de electricidad en las circunstancias siguientes. 1.º Cuando corrian vientos fuertes, 2.º En tiempo despejado y ventoso, 3.º Cuando el cielo estaba cubierto de nubes negras y separadas que tenian un movimiento lento. 4.º En tiempo de vientos húmedos , pero sin lluvia actual.

Al hablar en general ó en particular de los diferentes metéoros , daremos á conocer las varias observaciones eléctricas que sobre cada uno se han hecho , pues nos parece que el órden natural lo exige así, y que los lectores lo retendrán mejor en la memoria que si siguiésemos un rumbo contrario. Así pues, en los artículos *lluvia*, *nieve*, *granizo*, *nubes*, *nieblas*, &c., se hallarán las principales esperiencias que hasta el presente se han hecho.

CAPÍTULO SEGUNDO.

De los cometas eléctricos y de las observaciones hechas por medio de estos aparatos.

ERA muy natural que el éxito que habian tenido los aparatos de que acabamos de hablar, estimulase á hacer investigaciones para lograr aun si era posible mas brillantes resultados ; porque las elevaciones que podian darse á las barras de hierro aisladas, estaban precisamente circunscritas á límites muy reducidos, que debian hacer los efectos muy pequeños en comparacion de los que podian obtenerse con aparatos de otro género.

Pensóse pues muy pronto en valerse de unos cometas dispuestos de modo que pudiesen atraer el fuego eléctrico de la atmósfera. Con efecto, estos instrumentos pueden elevarse á una gran altura siempre que la estension de su superficie sea proporcionada á lo largo y grueso del hilo, pues cuanto mayor es el aro ó bastidor, como se halla en disposicion de sostener mayor peso de cuerda, puede elevarse mas.

Mucho tiempo estuvieron los sábios indecisos sobre el autor de los cometas eléctricos : en un principio pensaban algunos que el físico de Filadelfia tenia algun derecho á este descubrimiento;

pero otros lo atribuyeron á Mr. de Romas, asesor de la Bailía de Nerac, á quien se deben muchas y escelentes memorias relativas á la electricidad de la atmósfera. Al presente parece que la decision de este gran negocio se ha pronuneiado en favor de Mr. Romas, segun luego va á verse.

En la carta que Mr. de Romas escribió á la Academia de las ciencias de Burdeos el 12 de julio de 1752, no tan solo dice que el 9 del mismo mes habia conseguido sacar fuego eléctrico de la barra aislada, sino que habla tambien del cometa. Por otra parte la carta en que Mr. Watson anuncia la esperiencia hecha en Filadelfia, y cuyo contenido extractaremos luego, es del 15 de enero de 1753; y aunque es cierto que se ha pretendido que este experimento se habia hecho en el mes de junio de 1752, no lo es menos que no se ha podido presentar ninguna prueba de ello, á pesar de la provocacion que hizo Mr. de Romas, y la nueva de dicha esperiencia no llegó efectivamente á Lóndres hasta el mes de enero de 1753. Ademas, habiendo Mr. de Romas escrito á Mr. Franklin enviándole sus dos memorias insertas en el tomo segundo de los Sábios estrange-ros, Mr. Franklin en su respuesta del 29 de julio de 1754 no contradice la invencion del cometa que Mr. de Romas se atribuye. Con presencia de todo la Academia de las ciencias de Paris, despues

de haber examinado maduramente esta cuestion, declaró el 4 de febrero de 1764 que Mr. de Romas habia tenido la idea del cometa cerca de un año antes que Franklin ni él le hubiesen usado.

En los registros de la Academia de las ciencias se dice en propios términos »que Mr. de Romas habia tenido este pensamiento, y le habia comunicado á muchas personas cerca de un año antes que Mr. Franklin ni él le hubiesen puesto en práctica; y que segun parecia no habia tomado de nadie la idea de aplicar el cometa á los experimentos eléctricos.» (1)

Habiendo tenido los experimentos de Mr. Romas unos resultados mucho mas felices que los de Filadelfia en presencia de un gran número de personas, vamos á referirlos con alguna estension. Mr. de Romas, que segun queda dicho, desde el 12 de julio de 1752 habia observado que las barras aisladas producian chispas mas enérgicas cuando se hallaban colocadas en mayor altura, para decidir definitivamente esta cuestion deseaba obtener una electricidad que fuese bastante considerable por la fuerza y el volúmen del fuego. Á este efecto imaginó elevar un cometa

1 Extracto de los registros de la Academia real de las ciencias del 4 de febrero de 1764.

á mas de seiscientos pies de la tierra, de cuya idea que indicó en cierto modo en la carta dirigida á la Academia de Burdeos el 12 de julio de 1752, habló distintamente al caballero Vivers y á otras muchas personas.

Hizo pues construir un cometa de siete pies y cinco pulgadas de largo, tres pies de ancho en su mayor diámetro, y cerca de diez y ocho pies cuadrados de superficie, dándole estas dimensiones bastante considerables con el objeto de que pudiera elevarse á mayor altura y sostener mas peso de cuerda. El 14 de mayo de 1753 ensayó este ilustre físico su cometa, habiendo preferido este dia porque en él cayó por lo menos diez veces una lluvia que electrizaba las barras aisladas de que hemos hablado; mas aunque el cometa estaba perfectamente aislado, no pudo sacarse chispa alguna en razon de que la cuerda de cáñamo no se habia mojado bastante por lo poco que llovía cuando le elevó. Entonces para hacer una segunda prueba, determinó envolver la cuerda en toda su estension con un hilo de cobre, á la manera que se practica con las cuerdas de violin, y con sola la diferencia de que no estuviese tan cerrado como en éstas, y cuidó tambien de empapar de aceite el papel del cometa. Despues de muchas tentativas inútiles hechas el 7 de junio de 1753 á tiempo de estar tronando por oeste,

ogró en fin cerca de las dos y media de la tarde hacerle sostener en el aire, habiéndole dado toda la cuerda, que tenia setecientos ochenta pies de longitud, y formaba entonces con el horizonte un ángulo de cuarenta y cinco grados en corta diferencia; y por consiguiente la elevacion perpendicular del cometa sobre la tierra era por lo menos de quinientos cincuenta pies.

Habiendo arreciado un poco el viento, y aumentándose las esperanzas que se tenian de lograr algunos señales de electricidad, se ató al extremo inferior de la cuerda un cordon de seda de tres pies y medio de largo, y éste á un péndulo, cuyo peso era una gran piedra, colocado debajo del cobertizo de una casa situada fuera de la ciudad á lo largo de las alamedas; y con el fin de sacar chispas luego que el cometa y su cuerda estuviesen electrizados, se unió á la cuerda un cañon de hoja de lata de un pie de largo y una pulgada de diámetro. La precaucion que se habia tomado de colocar el cordon de seda bajo del cobertizo se dirigia á que la lluvia no mojase la seda, que solo aisla cuando está bien seca; y el péndulo servia para dirigir el cometa, porque en efecto cuando aumentaba la rapidez del viento, se elevaba proporcionalmente la pesa del péndulo, y si menguaba retrocedia la piedra y se aproximaba á la perpendicular. Para sacar chispas

del cañon de hoja de lata, se habia preparado tambien una especie de escitador formado de un tubo de vidrio de doce pies de largo y tres líneas de diámetro, á cuyo extremo se habia fijado otro de hoja de lata tapado por una parte y semejante á la mitad de un estuche ordinario, y de este pequeño cañon pendia una cadena de hilo de alambre bastante larga para poder tocar en tierra cuando se escitasen las chispas: precaucion sábia que dictaba la prudencia.

Al principio se sacaron por medio del escitador algunas chispas iguales á las que produce un buen globo, segun se espresa Mr. de Romas en su memoria sobre este objeto, de donde sacamos los pormenores que tienen relacion con esta brillante esperiencia, habiéndolas ocasionado algunas nubecillas desprendidas del foco principal de la tempestad (1). El poco volúmen de las chispas animó no solo á Mr. de Romas sino tambien á casi todos los asistentes á sacarlas ya con una llave, ya con un dedo desnudo; pero estos fenómenos eléctricos que duraron cerca de cuarto y medio, fueron en seguida interrumpidos por una falta de electricidad, motivada de que las nubecillas negras que la suministraban se alejaron del zenit del cometa, y en su lugar habia una

1 Memorias de los Sábios estrangeros. tom. 2. pag. 393.

nube muy clara por entre la cual se distinguia perfectamente el color azul del cielo.

Al cabo de medio cuarto se presentó de nuevo la electricidad, pero muy débil, y despues de haberse ido disminuyendo por algunos momentos, se manifestó muy enérgica, y los espectadores sacaron de nuevo chispas, los unos con los dedos desnudos, otros con llaves, muchos con las espadas, y otros con sus cañas y bastones. Mr. de Romas quiso poco despues hacer lo mismo presentando la articulacion del dedo de en medio de la mano derecha, y recibió una conmocion tan terrible que la sintió en todos los dedos de la misma mano, en la muñeca, el codo, la espalda, el bajo-vientre, las rodillas y los tobillos; de tal modo que discurrió que nunca habia sido tan terrible la conmocion que se siente haciendo la esperiencia de Leyden por medio del mejor globo con dos botellas estañadas, ó con un matraz vacío de aire.

Aunque muchos de los circunstantes conocieron por los movimientos convulsivos que vieron, que el golpe habia sido muy violento; sin embargo hubo siete ú ocho que no temieron hacer la prueba y se cogieron de las manos como para la esperiencia de Leyden, mas sin formar círculo: en cuya ocasion se sintió la conmocion hasta en los pies de la quinta persona.

Aproximóse luego la tempestad y fue adquiriendo mas energía aunque sin caer gota alguna de agua: al zenit del cometa y hasta sesenta grados al rededor en corta diferencia, habia algunas nubes negras, cuya presencia hacia temer no acudiese de golpe una gran porcion de electricidad que ocasionase alguna desgracia.

Para evitarla se determinó no sacar chispas sino con el escitador; y habiéndole acercado al cañon de hoja de lata que pendia de la cuerda del cometa, á la distancia de cerca de cuatro pulgadas, salió una chispa que tenia ciertamente mas de una pulgada de largo y dos líneas de ancho, »y habiendo repetido la esperiencia segunda vez, dice Mr. de Romas, saqué otra á la distancia de cinco á seis pulgadas cuando menos, que tenia cerca de dos y el correspondiente grueso: en una palabra, aun saqué cuatro ó cinco mas de las mismas dimensiones con corta diferencia. Volví otra vez á la tarea, y debo decir que ya no eran chispas las que salieron, porque no se puede dar este nombre á una especie de listas de fuego que partian á la distancia de mas de un pie de rey, que tenian por lo menos tres pulgadas de largo sobre tres líneas de diámetro, y cuyo estallido se oía á mas de doscientos pasos.”

»Mientras continué así, aun hallándome á mas de tres pies de la cuerda del cometa, sentia en el

rostro una impresion semejante á la de una tela de araña, y persuadido entonces de que no convenia hallarse tan cerca, grité con todas mis fuerzas á los concurrentes previniéndoles se hiciesen atras, y nadie vaciló en acceder á mis instancias. Yo me retiré tambien cerca de dos pies, pero habiendo sentido muy pronto por segunda vez las mismas impresiones me retiré mas lejos todavía. Creyéndome ya seguro, y no habiendo nadie que me estorbase, mi primera atencion fue observar lo que pasaba en las nubes que dominaban el cometa: parecióme que ni allí ni en otra parte habia relámpagos, ya casi no se oían truenos y no llovía nada absolutamente; el viento que era oeste soplabá con fuerza y sostenia el cometa lo menos cien pies mas elevado que al principio de la esperiencia. Dirigiendo en seguida la vista al cañon de hoja de lata suspendido de la cuerda que distaba unos tres pies de la superficie de la tierra, ví tres pedazos de paja, el mayor de los cuales tendria sobre un pie de largo, el segundo cuatro ó cinco pulgadas y el último tres ó cuatro, que estaban derechos y tocando en tierra por uno de sus extremos, giraban saltando por debajo del cañon de hoja de lata á la manera de unos marionetas que figuran una danza circular sin tocarse unos á otros. Este espectáculo que divirtió mucho á la mayor parte de los concurrentes, duró cerca

de un cuarto de hora, despues de lo cual habiendo caido algunas gotas de agua, sentí otra vez en el rostro la impresion de la tela de araña, y oí al mismo tiempo un zumbido continuo semejante al de un pequeño fuelle de fragua. Esto me advirtió por tercera vez del aumento de la electricidad, porque despues que habíamos visto las pajas, ya no habia yo tratado de hacer salir fuego del cañon de hoja de lata, ni aun con el escitador; y en su consecuencia me retiré mas, y prevení por segunda vez á los concurrentes que se colocasen aun mas separados. En fin, he aquí lo que me hizo estremecer y con lo que voy á terminar esta memoria: la paja mas larga fue atraida por el cañon de hoja de lata, lo que produjo una esplosion repetida por tres estallidos, que aunque á la verdad no eran tan fuertes como los del trueno, le semejaban mucho por su precipitacion: algunos de los concurrentes compararon dichos estallidos á los de un látigo de correo que se chasquea con fuerza, otros al de los petardos que se disparan en los fuegos artificiales, y otros al de un gran cántaro de barro que se hace pedazos arrojándole con violencia contra el suelo. Como quiera que sea, lo cierto es que fueron oidos desde el centro de la ciudad á pesar del ruido que en aquella hora se hacia. El fuego que se vió en el momento de esta esplosion tenia

la forma de un huso de ocho pulgadas de largo y cuatro ó cinco líneas de diámetro ; pero aun hay mas , la paja que habia ocasionado esta esplosion siguió la cuerda del cometa : muchos de los concurrentes la vieron subir con gran rapidez hasta la distancia de cuarenta y cinco á cincuenta toesas , siendo ya atraída ya repelida ; con la notable particularidad de que cada vez que era atraída por la cuerda , se presentaban algunas listas de fuego y se oían estallidos casi continuos , bien que no tan fuertes como los que se oyeron al tiempo de la esplosion. Y no fueron solos los concurrentes los que percibieron estos fuegos , pues los vieron tambien unos toneleros que se hallaban á la puerta de un almacén de harina , los cuales añaden que vieron unas listas de fuego sobre la cuerda hasta el cometa : por donde debe juzgarse que la paja llegó efectivamente á éste. Algunos momentos despues de la primera esplosion , se verificó una segunda y despues otra , cuyos estallidos repetidos igualmente por tres veces con la misma precipitacion eran todavía mas fuertes. No ví , continúa Mr. de Romas , lo que ocasionó estas dos esplosiones últimas , y ninguno de los circunstantes supo decirme la causa de la tercera ; pero algunos de ellos me aseguraron que habiendo sido atraída una de las pajas que habian quedado bajo del cañon de hoja

de lata, se verificó en el momento la segunda esplosion: mas aun cuando no fuese cierto que una de las dos últimas pajas hubiese causado la segunda esplosion, siempre parecerá verosímil á un electricista que el polvo, algunos granos de arena, ú otros cuerpos pequeños de esta especie que se hallaban entonces esparcidos sobre la tierra debajo del cañon, fue lo que ocasionó las dos últimas, porque la lluvia, que era de cada vez mas copiosa, habia aumentado considerablemente la electricidad: circunstancia que era muy fácil de conocer, pues consta por relacion de todos los concurrentes que en las dos últimas esplosiones fueron mas largas y gruesas las listas de fuego, y mas fuertes sus estallidos; y que el zumbido continuo de que ya se ha hablado, se oía al fin como el soplo de un gran fuelle dirigido hácia una fragua bien encendida.”

Debe notarse: 1.º Que desde la primera esplosion espontánea hasta el fin del experimento, no se vió relámpago alguno y apenas se oyó ningun trueno; lo que fue muy diferente luego que el cometa cayó. 2.º Que se percibió de un modo muy sensible el olor fosfórico propio del fluido eléctrico. 3.º Que se veía al rededor de la cuerda un cilindro de luz permamente de tres ó cuatro pulgadas de diámetro. 4.º En fin, despues de hecha la esperiencia se descubrió en la tierra

perpendicularmente á la parte inferior del cañon, un agujero de una pulgada de profundidad y media de ancho, que probablemente habia sido hecho por las gruesas y largas listas de fuego que aparecieron al tiempo de las tres explosiones casi espontáneas.

Por último, el experimento se terminó con la caída del cometa, que habiéndose levantado viento de este, aumentándose la lluvia y sobreviniendo algun granizo no pudo ya sostenerse en el aire. Mientras el cometa caía, tocó la cuerda en un tejado, y creyéndose que se la podría manejar se recogieron cerca de veinte brazas; pero elevándose un poco por razon de los esfuerzos que hacia contra la atmósfera, de modo que la cuerda no tocaba ya en el tejado, sintió el que la tenia un crugido tan fuerte en las manos, y al mismo tiempo una conmocion tan violenta en todo el cuerpo, que se vió precisado á soltarla, y habiendo caido sobre los pies de uno de los concurrentes sufrió éste tambien un sacudimiento no menos violento. De todos los hechos que hasta aquí se han referido debe concluirse que la fuerza de las chispas se aumenta en razon de la elevacion de los conductores, y que la mayor abundancia de la electricidad se halla en los parages mas próximos á las nubes tempestuosas.

La vispera del dia en que se hizo esta brillante

esperiencia , es decir, el 6 del mismo mes, se habia igualmente elevado el propio cometa durante una tempestad casi sin lluvia; pero aunque se logró una electricidad mucho mas fuerte que la que se obtiene por medio del mejor globo en un tiempo favorable, era muy poca cosa en comparacion de la que produjo el experimento cuyos pormenores acabamos de dar. Los que fueron testigos de ambos juzgaron que la diferencia que entre uno y otro habia era mayor que la de mil á uno; y lo mismo sucedió con la tercera verificada á las tres de la tarde del día 11 del propio mes durante una tempestad que no se anunció sino por grandes nubes, relámpagos y algunos truenos.

En los meses de julio y agosto del mismo año 1753 acompañado Mr. de Romas de MMr. Dutilh hizo aun otras esperiencias, cuyo diario remitió á la Academia de las ciencias de Paris, las cuales prueban del modo mas satisfactorio que un cometa semejante al precedente, se electriza hasta el punto de hacer chispear la cuerda y causar fuertes conmociones á los que esciten chispas con el dedo en tiempo en que el cielo está perfectamente sereno y no hay ninguna apariciencia de tempestad. »Lo primero que se observó, dice Mr. de Romas, fue que para escitar las mayores chispas posibles, era preciso aguardar algunos instantes como para dar tiempo á que el

cometa se electrizase; lo segundo que algunas veces habia en el aire unas nubecillas esparcidas de trecho en trecho, que aproximándose al cometa parecia que disminuían su electricidad; lo tercero que como el viento no era igual, el fuego eléctrico se aumentaba cuando una fuerte ráfaga elevaba muy alto el cometa y se disminuía mucho cuando calmado el viento bajaba aquel; lo cuarto que si la fuerte impulsión de la ráfaga que levantaba mas alto el cometa ocurría á tiempo que éste se hallaba libre de las nubes, se manifestaba entonces la electricidad en su mayor grado de energía, así como en el mas débil si se hallaba en disposicion contraria." Estas esperiencias se repitieron despues con el mismo éxito (1).

Pero nada llega á la abundancia y fuerza del fluido eléctrico de la atmósfera acumulada por el cometa en una esperiencia que hizo el mismo Mr. de Romas el 16 de agosto de 1757, y comunicó al abate Nollet en una carta que le escribió el 26 del mismo mes. Aunque la tempestad durante la cual se hizo la esperiencia de que hablamos no fue mas que mediana, pues que casi no tronó y la lluvia fue muy menuda, se lograron efectos muy superiores á los que se habian visto hasta

1 Memorias de los sábios extranjeros. tom. 2. 1755.

entonces. Ya no fueron listas de fuego á ocho pulgadas de largo, sino de nueve á diez pies y de una pulgada de grueso, y hacian tanto ó mas ruido que un pistoletazo. »En menos de una hora, dice Mr. de Romas, obtuve ciertamente treinta listas de esta dimension, sin contar otras mil de siete pies y menores. Pero lo que mas me satisfizo en este nuevo experimento fue que las listas mayores fueron espontáneas, y que á pesar de la abundancia del fuego que las formaba, cayeron constantemente sobre el cuerpo no-eléctrico mas inmediato. Esta observacion me dió tanta seguridad, que no temí provocar dicho fuego con mi escitador al tiempo mismo en que la tempestad era muy fuerte; y sucedio que sin embargo de que el vidrio de que está formado este instrumento no tenia sino dos pies de largo, conducia á donde queria, sin sentir en la mano la menor conmocion, unas listas de fuego de seis á siete pies, con la misma facilidad que habia dirigido las que no tenian sino siete ú ocho pulgadas.»

Mr. de Romas atribuye con razon la magnitud de las listas que pueden obtenerse por medio del cometa á tres causas principales. 1.º Á la longitud de la cuerda. 2.º Á la continuidad del hilo de metal con que está envuelta. 3.º Á la disposicion de las tempestades. No puede en primer lugar dudarse que la longitud del bramante contribu-

yó mucho á aumentar sus efectos, porque es sabido que la electricidad se aumenta mucho mas por razon de la superficie de los cuerpos que se electrizan que por su masa, y mas todavía por su longitud que por las otras dimensiones; de consiguiente, si en la esperiencia del 16 de agosto de 1757 se obtuvieron efectos mucho mayores que los del 7 de junio de 1753, deben atribuirse en parte á la estension de la cuerda que era una mitad mas larga.

En segundo lugar por muy larga que sea la cuerda, si el hilo de metal no está continuo no debe contarse su longitud sino desde la última interrupcion hasta el cordon de seda, porque si esta interrupcion es tan considerable que no pueden verificarse las esplosiones, no pasará el fuego del hilo superior al inferior. »En el caso contrario, y si durante la tempestad no cae bastante lluvia para mojar bien la cuerda, se quema indefectiblemente la parte en que falta el alambre desde la primera esplosion: accidente, continúa Mr. de Romas, que me ha inutilizado muchas esperiencias: ademas es muy fácil que el hilo se rompa aun antes de haber servido, lo que tambien me ha sucedido muchas veces. Para precaver pues estos desagradables inconvenientes preparo el hilo de metal del modo siguiente: Escojo una porcion de cáñamo bueno, y hago hilar cinco ó

seis mazorcas de hilo del mismo grueso en corta diferencia que el que se emplea para el lienzo mediano, le doblo añadiendo al mismo tiempo el hilo de metal y los hago torcer juntos, de suerte que los dos hilos de cáñamo y el de metal solo forman un mismo todo, con lo cual adquiere éste una fuerza capaz de resistir á muy fuertes tirones y rozamientos. Concluida esta preparacion dispongo este nuevo hilo sobre la cuerda segun el método antiguo; pero para mayor seguridad le aseguro de dos en dos pies con un pedazo de hilo ordinario que paso por la cuerda dos ó tres veces con una aguja de coser, lo que ademas de la mayor solidez produce otras ventajas: por ejemplo, si el hilo se rompiese, fuera de que la interrupcion seria corta, se notaria muy fácilmente y se necesitaria en fin menos tiempo para reparar la falta que si se desenhebrasen tres ó cuatro toesas, como he tenido el disgusto de verlo repetidas veces." Tambien debe atribuirse á esta causa la superioridad de los efectos obtenidos en la esperiencia del 16 de agosto de 1757, sobre los de la del 7 de junio de 1753; porque no habiéndose tomado al hacer ésta las precauciones de que acabamos de hablar, hubo muchas faltas de continuidad en la longitud del hilo de metal.

En tercer lugar hay algunas tempestades en

las que la electricidad abunda mas que en otras, y se comunica mas fácilmente al aparato que se ha levantado. Mr. de Romas observó tambien que casi nunca se mueve el viento hasta que la tempestad está ya muy próxima ó empieza á llover, y en cualquiera de estos dos casos seria muy peligroso elevar el cometa, porque para esta manobra es indispensable tener la cuerda en la mano. »Habiendo querido hacerlo el 21 de junio de 1756 á tiempo que no llovía y tan solo retumbaba el trueno sobre mi cabeza, recibí, dice, un golpe tan terrible, aunque sin percibir llama, que fui derribado en el suelo, y por este accidente que me ha hecho despues mas circunspecto, he visto malogradas muchas mas ocasiones que por el anterior. Para no perder otras he discurrido si podria haber un medio para elevar el cometa sin tocar la cuerda, y al fin despues de muchas meditaciones he logrado construir una maquinita que manejo desde muy lejos por medio de tres cordones de seda, á los que doy la longitud que me acomoda con la mayor facilidad. Dicha máquina que puedo adelantar, retirar y disponer segun las circunstancias, se reduce á un carrito que va desenvolviendo el bramante con la celeridad ó lentitud que juzgo conveniente, y concluido el hilo queda el cometa aislado por medio de un cordon de seda de la longitud que

me parece necesaria." Tambien discurrió Mr. de Romas el valerse de un escitador diferente del de vidrio para las operaciones en que era peligroso hallarse demasiado cerca del aparato. Este nuevo instrumento, que puede estenderse ó replegarse segun se quiere, se compone de un cordon de seda puesto al extremo una cuerda de veinte pies igual á la del cometa, y que forma con ésta una horquilla; de suerte que no debe considerarse sino como una hijuela de la principal (1).

Trasladaremos ahora la carta que ya hemos anunciado, la cual contiene la descripcion del cometa de Mr. Franklin. Por carta de Mr. Watson al abate Nollet, fecha en Lóndres el 15 de enero de 1753, tuvo noticia la Academia de las ciencias de Paris de que Mr. Franklin habia hecho en Filadelfia una tentativa muy parecida á la que describe Mr. de Romas en su memoria: estas son á la letra las palabras de la carta. »Hace quince dias que Mr. Franklin ha remitido á la Sociedad real la relacion de un brillante experimento eléctrico para atraer la electricidad de las nubes. Sobre los ángulos de dos palitos cruzados de una longitud proporcionada se estiende un pañuelo de seda; se arma con una cola y un bramante y queda formado un cometa como los de los mu-

1 Memorias de los sábios extranjeros. tom. 4. pag. 514.

chachos, empleándose seda en lugar de papel para libertar mas seguramente este aparato de los efectos del viento y de la lluvia; al extremo de uno de los palitos, opuesto al que lleva la cola, se coloca un hilo de hierro de un pie de largo. Cuando se espera alguna tronada (las que son muy frecuentes en la América), se eleva este cometa por medio de un bramante, á cuyo extremo va atada una cinta de seda que empuña el observador, retirándose mientras llueve á una casa á fin de que no se moje la cinta; y tambien se debiera evitar que el bramante tocara en las paredes ni en la madera del edificio. Cuando se aproximan al aparato las nubes tempestuosas, se electrizan el cometa y el bramante, y las puntas de las hebras del cáñamo que cuelgan del hilo se estienden hácia todos lados. En este estado si se coloca sobre el hilo una llavecita, se sacan chispas; pero cuando el cometa, el hilo y demas llega á estar enteramente mojado, entonces se acumula mas fácilmente la electricidad, y con solo aproximar el dedo á la llave se ven salir grandes penachos de fuego. Por este medio se puede tambien inflamar el espíritu de vino, y hacer la esperiencia de Leyden y cualesquiera otras observaciones eléctricas." Por el contesto de esta carta se ve que los efectos de la electricidad fueron mucho mayores en Nerac que en Fi-

ladelfia: cuya diferencia es muy probable que provenga de que Mr. de Romas, segun se ha visto, habia rollado un hilo de metal á la cuerda del cometa (1).

Tambien se deben al padre Beccaria, religioso de las escuelas pias de Turin, un sinnúmero de observaciones sobre la electricidad de la atmósfera, hechas en diversas épocas y lugares, tanto en tiempo de tempestad como hallándose el cielo despejado, ya con barras aisladas, ya por medio de cometas. Variando de diferentes modos sus experimentos, pudo hacer muchas observaciones curiosas é interesantes, de que hablaremos en el discurso de esta obra: unas veces rollaba un hilo de hierro á las cuerdas de los cometas, otras las dejaba sin esta armadura; y á fin de que estuviesen siempre aisladas, cuando les daba cuerda rollaba ésta á una devanadera sostenida sobre unos pies de vidrio, y á mas ponia el conductor en comunicacion con el eje de la devanadera (2).

Muschembroeck hizo asimismo por medio del cometa algunas observaciones sobre la electricidad atmosférica, de las cuales resulta no solo que por este método se obtienen chispas eléctricas, sino que éstas son muy débiles cuando el

1 Memorias de los sábios estrangeros. tom. 2. pag. 393.

2 Cartas sobre la electricidad. pag. 112.

aparato está cerca de la tierra, y nulas cuando la proximidad es excesiva, al paso que son mayores á medida que el aparato dista mas de la superficie de la tierra. El 16 de setiembre de 1756 se hallaba este sábio físico en Warmond, lugar inmediato á Leyden, y con el objeto de examinar en qué grado se hallaba la electricidad cerca de la superficie de la tierra, ató una cinta de seda á cada extremo de un hilo de hierro de ciento cincuenta pies de longitud, que colocó paralelo al horizonte á la altura de cuatro pies y medio, asegurándole á una y otra parte por medio de las dos cintas; y en este estado no descubrió ninguna señal de electricidad. Colocó despues el mismo hilo de hierro paralelo á la elevacion de una torre, disponiendo las cintas de manera que el hilo quedó igualmente aislado; pero sin embargo de esta disposicion no dió el menor señal de electricidad, cosa que se logró inmediatamente por medio de un cometa que se remontó á gran elevacion. Sacáronse de éste chispas que causaban una fuerte picadura, oyéndose cierto silbido al tiempo que la materia eléctrica se desprendia del hilo de hierro. El referido día soplaba blandamente el viento norte, estaba el cielo despejado y la atmósfera muy seca: el barómetro señalaba veintinueve pulgadas, y el termómetro setenta y un grados.

Quando estuvo el cometa á cerca de setecientos pies de elevacion , se sacaron chispas muy fuertes de una llave que se habia atado al hilo de hierro que servia de cuerda , las cuales se desprendian con estrépito y causaban una conmocion en toda la estension del brazo ; y si al mismo tiempo que se escitaba en la llave se tocaba con la otra mano un árbol , sufrían ambos brazos un sacudimiento tan fuerte como si obrasen en union el árbol y el hilo de hierro. El estallido que acompañaba á la chispa se oía á la distancia de cien pies , percibiéndose al mismo tiempo en las inmediaciones cierto olor sulfúrico, y al aproximar la mano al hilo de hierro parecia que éste se hallase envuelto con una tela de araña. Pero la electricidad no era continua , pues mediaba constantemente un intervalo de diez segundos entre una chispa y otra. Cuando arreciaba el viento y se elevaba mas el cometa , se aumentaba la fuerza de la electricidad y eran mas picantes las chispas ; al paso que cuando calmaba , descendia á proporcion el cometa y menguaba la fuerza de la electricidad.

»El 20 de julio á las siete de la mañana , dice Muschembroeck , habiendo sobrevenido una violenta tempestad elevé un cometa , y el hilo de hierro produjo entonces varias esplosiones muy prontas y fuertes , algunas de las cuales se verifi-

ficaron en el momento de los relámpagos, pero cesaban luego que se oían los truenos: estas chispas se sucedian con gran rapidez y producian unos estallidos que podian oirse á larga distancia. Habiendo acercado el hilo de hierro á las cabezas de un perro, un macho cabrío y un becerrillo, sintieron estos animales un golpe tan violento, que echaron á huir inmediatamente y no consintieron ya que se les pusiese de nuevo á la misma prueba. Hicimos tambien una cadena cogiéndonos de las manos, y habiendo tocado el hilo de hierro uno de los que la formaban, todos experimentamos al momento la conmocion.”

No es necesario observar que no siempre se logran señales de electricidad aunque el cometa se halle á una elevacion de seiscientos pies; lo que experimentó tambien Muschembroeck en el mes de Agosto, sin embargo de reinar un viento norte no muy fuerte y estar el cielo cubierto de nubes. Mr. Edens no pudo tampoco lograr ninguna señal de electricidad el 8 de setiembre de 1766, corriendo viento de este, no obstante de hallarse su cometa muy elevado y haber muchas nubes sobre el horizonte.

El 14 de julio de 1757 á cosa de las seis de la tarde, acompañado Muschembroeck del baron Vander-Does, hizo las mismas observaciones

en los arrabales de Noordwick; lo que prueba que este fenómeno es muy constante: el cometa estaba prendido no á un bramante, sino á un hilo de hierro muy sutil, que por medio de una manija se rollaba á un cilindro de madera, de suerte que podia alargarse á arbitrio del que le manejaba; siendo de advertir que el extremo inferior de dicho hilo de hierro estaba atado á una cinta de seda de seis palmos de largo. Dichos sábios se hallaban á la orilla del mar cuando elevaron el cometa, el cielo estaba algo cubierto y soplabá suavemente un viento de este; al principio no experimentaron ningun señal de electricidad por hallarse el aparato poco distante de la tierra, mas así como se elevó hasta la altura de cien pies, ya empezaron á percibir una electricidad muy débil y sacaron algunas chispas pequeñas, que salian dejando entre una y otra un intervalo de minuto y medio ó dos minutos. Habiendo subido despues á lo más alto de las arenosas montañas de Noordwick soltaron otra vez el cometa, el cual se cargó entonces de una gran cantidad de materia eléctrica, que se trasmitió hasta los observadores; de modo que en poco tiempo escitando con una llave un tubo de hierro que comunicaba con la cadena atada al cordon de seda que tenian en la mano, sacaron chispas

muy enérgicas que salían con estrépito y esparcían por el rededor cierto olor sulfúrico (1).

Mr. Kinnersley, á quien debe la ciencia eléctrica muchos experimentos curiosos, elevó asimismo cometas eléctricos, á cuya cuerda iba unido en toda su longitud un alambre muy delgado cubierto de un hilo retorcido, con la precaucion de que en los puntos en donde se unían los diferentes pedazos de alambre, se ataban juntos los dos cabos con hilo encerado para evitar que obrasen como puntas. » Dos veces, dice, ensayé este experimento, estando el aire tan seco como era posible lograrse y sin descubrirse ni una sola nube, y en ambas hallé el bramante un poco electrizado positivamente. El cometa estaba armado de tres puntas metálicas, una en la parte superior y otra á cada lado, y se advirtió que el bramante estaba electrizado por la separacion de dos bolitas de corcho que colgaban de él por medio de unas hebras de seda fina. Conocióse que el bramante estaba electrizado positivamente, porque aplicándole el alambre de una botella cargada, hizo separar mas y mas las bolas de corcho sin haberlas antes aproximado: cuya experiencia manifestó que la electricidad del aire de la atmósfera estaba entonces mas alta que baja.

1 Muschembroeck. tom. 1, pag. 396.

Pero no siempre puede suceder así, porque bien sabeis que muchas veces hemos hallado las nubes tempestuosas en estado negativo, y atrayendo la electricidad de la tierra; y es muy presumible que se hallen siempre en tal estado cuando principian á formarse y hasta que adquieren suficiente volúmen. ¿En qué consiste pues lo que despues sucede de hallarse al fin de la tempestad en un estado positivo como algunas veces acontece? Materia es esta digna de las mas esquisitas investigaciones (1).”

El príncipe de Gallitzin, en union con Mr. Deutan, hizo por medio de un cometa algunas observaciones sobre la electricidad natural, y las remitió á la Academia de las ciencias de Petersburgo (2). Sus experimentos hechos en la Haya, es decir en un pais bajo y húmedo cuya atmósfera está siempre cargada de vapores, y que al ponerse el sol, á cuya hora se hicieron algunas esperiencias, se halla por lo comun cubierto de una espesa niebla, principiaron el 4 de junio de 1775 y continuaron hasta principios de 1778.

1 Carta segunda de Mr. Kinersley á Mr. Benjamin Franklin. tom. 1. pag. 208. Transac. filosof. tom. 53. parte 1. pag. 87.

2 Observaciones sobre la electricidad natural por medio de un cometa.

»Habiendo elevado el cometa, dice este ilustre físico, con toda suerte de vientos y en diferentes estaciones y horas, nunca acabamos nuestro experimento sin notar algunas señas evidentes de electricidad, ya fuerte ya débil, pero siempre sensible, tanto en tiempos húmedos como en los secos y calientes; y lo mismo de noche que de dia vimos brillar la chispa eléctrica y pudimos cargar la botella.» Las principales consecuencias que resultan de esta série de experimentos son: 1.º Que la elevacion en que empieza á ser sensible la electricidad, varía mucho y depende al parecer de la mayor ó menor sequedad del aire inferior, pues que en los tiempos húmedos cuando la parte baja de la atmósfera está cargada de vapores, es preciso elevar el cometa á mayor altura para conseguir señas de electricidad; las que rara vez se lograron á menos de haberle elevado de ciento cincuenta á doscientos pies encima del Duna, que se halla de setenta á ochenta sobre el nivel del mar. 2.º Que la naturaleza de la electricidad es de ordinario positiva y algunas veces negativa; habiendo motivo para presumir que es positiva en tiempo de calma, y se halla en estado negativo al aproximarse las tempestades. 3.º Que aunque verdaderamente se obtuvieron señales de electricidad en todos tiempos, fue con las modificaciones siguientes: primeramente, que si ocur-

ria llover mientras estaba el cometa elevado desaparecia la electricidad y no volvia á presentarse hasta pasados algunos minutos despues de haber cesado la lluvia; que si las nubes estaban esparcidas en diferentes puntos de la atmósfera, la electricidad se aumentaba sensiblemente en el momento en que una de ellas pasaba por encima del cometa, y se disminuía despues de su tránsito; y en fin, que los golpes de viento elevaban y abatian alternativamente el cometa. Algunas veces desaparecia la electricidad en los descensos, ó cuando menos se debilitaba mucho; pero en las elevaciones volvia á aparecer ó se aumentaba: cuyos estados de aumento ó disminucion de la electricidad se acreditaban por el repique eléctrico, el electrómetro y la sensacion y viveza de las chispas. 4.º Hubo algunos dias en que la electricidad del cometa no hacia mas que presentarse y desaparecer continuamente; variando tambien mucho su naturaleza, que tan pronto era positiva como negativa: cuyo último fenómeno provendria quizá de las continuas elevaciones y descensos del cometa. 5.º En tiempo de grandes nieblas en que el cometa se hacia invisible á menos de cien pies de elevacion, se manifestaba igualmente la electricidad y aun algunas veces era muy fuerte; pero sin embargo era tan grande la humedad, que al recoger el cometa se le hallaba chorreando

agua. 6.º Las chispas eléctricas obtenidas por medio del cometa, sin embargo de no tener mas que una línea de longitud en tiempo ordinario, escitaban impresiones y sensaciones semejantes á las que produce la botella de Leyden. El príncipe de Gallitzin esplica este fenómeno considerando la electricidad natural como una conmoción eléctrica producida con el auxilio de una capa de aire intermedio y aislante. 7.º Dichos señores hicieron la prueba de cargar por medio del cometa una batería de treinta y cuatro botellas; pero en tiempo ordinario les fue muy difícil verificarlo á causa de las oscilaciones ó variaciones eléctricas, y como en tiempo de tempestad tan pronto se hallaba la batería cargada como casi descargada, era por lo menos inútil.

Mr. Van-Swinden, profesor de física en Amsterdam, me advertía en carta del 15 de mayo de 1780 que con su cometa no solo habia sacado chispas en tiempos tempestuosos, sino tambien estando el cielo sereno.

En fin, yo mismo saqué tambien muchas veces chispas eléctricas por medio de cometas en diferentes ciudades; y hace ya cerca de diez años que en mi memoria sobre el rayo ascendente, hablé de las que habia obtenido en Paris con el cometa del duque de Chaulnes, acompañado de MMr. Fontana, Baume y otros muchos individuos

de la Academia de las ciencias. Despues de aquella época lo he repetido muchas veces, y he tenido ocasion para hacer algunas observaciones de que hablaré en otra obra.

CAPÍTULO TERCERO.

De los fenómenos de la electricidad natural que observaron los antiguos.

AUNQUE el descubrimiento de la electricidad del rayo sea muy reciente, se hallan sin embargo entre los antiguos algunas señas tan sensibles de él que con dificultad podrian desconocerse. Reuniremos algunas pruebas que establecen esta asercion de un modo irrefragable, por apoyarse en hechos que hubiera sido muy difícil explicar antes que conocerse la electricidad atmosférica.

Consta por Herodoto que hace mas de dos mil años se atraían los rayos por medio de puntas de hierro. Segun este autor los tracios desarmaban al cielo de sus rayos arrojando flechas al aire, y los hiperbóreos lanzando igualmente contra las nubes picas armadas de un hierro puntiagudo. Estos usos son otros tantos argumentos que persuaden que los griegos y los romanos conocian la electricidad por ciertos efectos que atribuían á las potestades celestes, como lo probó largamente Mr. Ostertag en una disertacion *de auspicis ex acuminibus*.

Segun relacion de Plinio los anales dan fe de que por medio de ciertos sacrificios y fórmulas se

puede obligar al rayo á que descienda, ó por lo menos conseguirlo del cielo. Una tradicion antigua refiere que esto se practicó en Etruria entre los volsinios con ocasion de un monstruo llamado *Volta*, que despues de haber devastado los campos entró en la ciudad, y sobre el cual el mismo rey Porsenna hizo caer fuego del cielo. Lucio Pison, escritor de gran crédito, refiere en el primer tomo de sus Anales que antes de Porsenna habia hecho Numa Pompilio lo mismo muchas veces, y que por haberse separado Tulio Ostilio del rito prescrito en la imitacion de esta práctica misteriosa, fue él mismo herido por el rayo en los bosques sagrados, á la manera que en nuestros dias lo ha sido Richmann en Petersburgo, repitiendo con poca precaucion la esperiencia de Marly-la-Ville. Tito Livio refiere el mismo hecho que Tulio Ostilio.

Los antiguos tenian tambien un Júpiter Elicio: *Elicium quoque acce pimus Jovem*. El mismo que en otras circunstancias era llamado Estator, Tonante y Ferétrio, tenia en esta ocasion el nombre de Elicio.

Durante la noche anterior á la victoria que consiguió Postumio sobre los sabinos, los dardos de los romanos arrojaban la misma luz que las hachas. Cuando Gilipo iba á Siracusa se vió tambien una llama sobre su lanza. *Gyllipo Syracusas*

petenti, visa est stella super ipsam lanceam constitisse. In romanorum castris visa sunt ardere pila ignibus scilicet in illa delapsis: qui sæpe fulminum more, animalia ferire solent & arbusta, sed si minores vi mittuntur, defluunt tantum & insident, non feriunt, nec vulnerant(1).

Segun Procopio el cielo favoreció con el mismo prodigio al famoso Belisario en la guerra contra los vándalos (2). Se lee en Tito Livio que habiendo Lucio Atreo comprado un dardo para su hijo que acababa de alistarse para soldado, dicha arma apareció encendida y estuvo echando llamas por espacio de dos horas sin que el fuego la consumiese (3). Plutarco en la vida de Lisandro habla de una apariencia luminosa que debe referirse á la electricidad; y en el capítulo treinta y dos hace mencion de otros dos hechos de esta naturaleza. *In Sicilia militibus aliquot spicula, in Sardinia muro circumeunti vigilias equiti Scipionem, quem in manu tenuerat, arsisse, et littora crebris ignibus fulsisse.* »Las picas de algunos soldados de Sicilia y una caña que llevaba en la mano un caballero en Cerdeña, aparecieron encendidas. Las costas estaban

1 Senec. Natur. quæst. lib. 1. cap. 1.

2 Procop. de Bell. Vandal. lib. 2. cap. 2.

3 Tito Livio. lib. 43.

tambien luminosas y brillaban con frecuentes fuegos.”

El mismo fenómeno observó Plinio: vi, dice, una luz de esta forma sobre las picas de los soldados que estaban por la noche de faccion en los muros. *Vidi nocturnis militum vigiliis inhærere pillis pro vallo fulgorem effigie ea.... hominum quoque capiti vespertinis horis magno præsagio circumfulgent* (1).

Refiere César en sus comentarios que en tiempo de la guerra de África, despues de una furiosa tempestad que puso en el mayor desórden á todo el egército romano, las puntas de los dardos de muchos soldados brillaban con una luz espontánea: fenómenos que Mr. Courtivron atribuyó el primero á la electricidad. He aquí á la letra todo el pasage de César. Por aquel tiempo se vió en la armada de César un fenómeno extraordinario. Corriendo el mes de febrero, cerca de la segunda vigilia de la noche, se levantó de repente un nublado muy denso al que siguió un terrible pedrisco; y en aquella misma noche pareció que se inflamaban las puntas de las picas de la quinta legion. *Per id tempus fere Cæsaris exercitui res accidit incredibilis auditu, nempe vigiliarum signo confecto, circiter vigilia secunda noctis,*

1 Plin. Hist. Nat. lib. 2.

nimbus cum sex ea grandine subito est cohortus ingens ; eadem nocte legionis quintæ cacumina sua sponte arserunt (1). Todos los hechos que acabamos de referir prueban que se ha dicho con mucha razon que para juzgar sanamente de las obras de los antiguos , debemos persuadirnos de que hay muchas fábulas en sus historias y mucha verdad en sus fábulas , y que creemos con sobrada facilidad las primeras y no examinamos bastante las segundas para aprovecharnos de las verdades útiles que encierran.

Añadiremos ahora otros hechos análogos observados por los modernos , y que todos prueban la rigurosa identidad que existe entre el rayo y la materia eléctrica.

Sobre un bastion del castillo de *Duino* , situado en el Friul á la orilla del mar adriático , existe desde tiempo inmemorial una pica colocada verticalmente con la punta hácia arriba : en el verano cuando parece que se aproxima alguna tempestad , el soldado que está de centinela en aquel parage examina el hierro de dicha pica , acercándole la punta de un venablo que está siempre allí para hacer esta prueba , y cuando ve que el hierro de la pica chispea mucho , ó que hay en su punta un pincel de fuego , toca una campana

1 Cæsarís comment. de Bello Africano. cap. 6.

para advertir á las gentes del campo y á los pescadores que amenaza la tempestad, y en virtud de este aviso se retiran todos. La grande antigüedad de esta práctica se prueba por la tradicion constante y unánime del pais, y por una carta del padre Imperati, benedictino, escrita en 1602, en la cual dice, haciendo alusion á esta costumbre de los habitantes de Duino: *Ignis & hasta hi mire utuntur ad imbres, grandines procellasque præsciendas, tempore præsertim æstivo* (1).

Mr. Watson refiere en las Transacciones filosóficas (2) que segun muchas relaciones recibidas de Francia, Mr. Binom, cura de Plaucet, habia asegurado que habiendo residido en dicho pueblo por espacio de veintisiete años, habia observado constantemente que las tres puntas de la cruz del campanario aparecian en las grandes tempestades cercadas de una llama; y que cuando se presentaba este fenómeno ya no habia que temer la tempestad porque se restablecia inmediatamente la calma.

Mr. Pescard, secretario de la parroquia del

1 Carta de Juan Fortunato Bianchini sobre un nuevo fenómeno eléctrico, dirigida á la Academia real de las ciencias de Paris en 1758. Memorias de la Academia de las ciencias, 1764. pag. 408 y sig.

2 Transac. filosof. tom. 48. part. 1. pag. 210.

Priorato de la montaña de Breven, frente Montblanc, se hallaba en cierta ocasión presenciando cómo se abrían los cimientos de una quesera que quería construir en los prados de Pliampra; y habiendo sobrevenido una violenta tempestad, se guareció bajo una roca poco distante, desde donde vió caer varias llamas de fuego eléctrico sobre el extremo de una gran palanca de hierro que al retirarse habían dejado elevada en el suelo (1).

En ciertas circunstancias sin aparato alguno y con solo subir á la cumbre de un monte podrá cualquiera ser inmediatamente electrizado por una nube tempestuosa, como lo son las puntas de las veletas y los topes de los árboles en las embarcaciones, lo cual experimentaron en 1767 MMr. Pictel de Saussure y Jallabert hijo en la cumbre del Breven. El primero de estos sábios al paso que iba notando en su plano la posición de algun monte, preguntaba su nombre á los guias que llevaba, y para indicárselo se lo enseñaba con el dedo levantando la mano. »En esta ocasión advirtió que cada vez que hacia este ademan, sentia en la punta del dedo una especie de estremecimiento ó picazon semejante al que se experimenta al aproximarse á un globo de vidrio bien electrizado:” cuya sensación era causada por

1 Viage por los Alpes. tom. 2. pag. 56.

una nube tempestuosa que se hallaba inmediata. Lo mismo experimentaron sus compañeros y los guías que llevaban; y habiéndose aumentado muy pronto la fuerza de la electricidad, se hizo por instantes mas viva la sensacion, á la que acompañaba ademas una especie de silvido. Mr. Jallabert que llevaba un galon de oro en el sombrero, oía en derredor de su cabeza un zumbido espantoso que oyeron tambien los demas cuando se pusieron el mismo sombrero, de cuyo boton de oro se sacaban chispas, como tambien de la virola de metal de un gran baston. Conociendo que la tempestad podria ser peligrosa, bajaron diez ó doce toesas, y ya no percibieron electricidad ni hallaron tampoco el menor señal cuando despues de una corta lluvia subieron de nuevo á la cumbre (1).

1 Viage por los Alpes, tom. 2. pag. 55. Hist. de la Academia, 1767. pag. 33.

SEGUNDA PARTE.

DE LOS METÉOROS ÍGNEOS.

TRATAREMOS en esta seccion de los metéoros que se miraban en otro tiempo como efectos del fuego y de las materias capaces de efervecencia, y á los que por lo mismo se les daba el nombre de metéoros ígneos. Tales son el rayo, los temblores de tierra, los fuegos de san Telmo, Castor y Pólux, &c., los fuegos fátuos, los fuegos errantes que mira el vulgo como estrellas que caen, los globos de fuego y las auroras boreales.

SECCION PRIMERA.

DEL RAYO.

EN todos tiempos se han oido los estampidos del trueno, y los diferentes fenómenos que presentan han llenado siempre de terror á los hombres, inspirándoles el deseo de conocer la causa y hallar los medios mas propios para ponerse á cubierto de este terrible metéoro. Y á la verdad, cuando se consideran las señales que le anuncian, las horrorosas circunstancias que le acompañan y las funestas consecuencias que le subsiguen, no puede menos de convenirse en que es muy natural que haya producido siempre tales impresiones.

Al tratar de la electricidad de la atmósfera en general, se ha dado ya la descripcion de las circunstancias que preceden ó acompañan al universal trastorno en que se halla la masa del aire en tiempos tempestuosos; pero esto no obstante, parece oportuno presentar, aunque sea en bosquejo, un cuadro de la agitacion particular que se observa cuando estalla el rayo sobre nosotros.

El cielo, de sereno y puro, se vuelve de repente opaco y sombrío: espárcense por la atmósfera nubes impelidas por vientos mas ó menos impe-

tuosos ; vienen en pos otras mas densas y oscuras agitadas al parecer por mil distintos movimientos; unas se mueven en un sentido por la parte superior; otras por la inferior siguen á varias distancias diversas direcciones ; éstas parece que son atraídas por otras , aquellas son repelidas ; y muchas hay tambien que combatidas por fuerzas contrarias permanecen tranquilas y estacionarias en medio del trastorno general. Ábrese luego por distintos puntos el seno de estas nubes , que oculta el rayo , y á cada instante nos deslumbran los relámpagos que se repiten por todas partes , y cuyo fugitivo resplandor parece que solo sirve para que pueda verse todo el horror de las tinieblas de la noche. Véense despues mil saetas de fuego que serpentean por los aires ; óyese á lo lejos un ruido espantoso ; horrible estruendo, retumbos pavorosos resuenan por do quiera ; apodérase el terror hasta de los mismos animales , y en su sombrío silencio parece que la naturaleza entera teme espantada su próxima destruccion; en fin , en medio de los relámpagos y truenos que se suceden unos á otros con la mayor rapidez , se lanza del seno de las nubes un torrente de fuego destructor que hiere al despavorido labrador á la que iba á entrar en su cabaña : si no ha llovido ya lo hace entonces con abundancia , y muy poco despues se descubre entre las ruinas el horroroso

incendio que acaba de causar en la tierra el fuego del cielo.

Distínguense en el rayo tres cosas, que no deben confundirse: el relámpago, el rayo y el trueno. El relámpago es aquel resplandor que deslumbra y parece salir del seno de una nube tempestuosa; el rayo es el fluido que se lanza de en medio de las nubes y viene á herir y convertir en polvo los objetos que encuentra; y por trueno se entiende aquel estampido que va ordinariamente acompañado de retumbos que se suceden con rapidez. En el lenguaje comun se usan indistintamente las voces trueno y rayo para designar la misma cosa (1), pero conviene conocer la diferencia que existe realmente entre una y otra, ó mas bien entre los objetos que designan, á fin de emplearlas con propiedad cuando la materia lo exija.

1 Esto debe entenderse en el idioma frances, pues en el español cada una de estas voces tiene su peculiar acepcion; sin que pueda usarse jamas una por otra.

CAPÍTULO PRIMERO.

De la naturaleza del rayo segun la doctrina moderna.

A vista de las observaciones que hasta el presente se han hecho, no puede menos de convenirse en que el rayo es un fenómeno eléctrico; porque no es solamente una analogía lo que se advierte entre la materia eléctrica y el rayo, sino una verdadera y rigurosa identidad demostrada por medio de todas las pruebas que son propias para establecer las verdades físicas mas incontestables.

Segun la doctrina moderna, cuya esposicion vamos á hacer, una nube tempestuosa no es mas que una nube sobrecargada de fluido eléctrico. Éste para restablecer el equilibrio que ha sido alterado, propende continuamente á escaparse de la nube que le contiene, y arrojarse sobre todos los objetos que se hallan á una distancia proporcionada; ya sobre otras nubes mas ó menos elevadas, ya sobre las cimas de los montes; ora en las torres y campanarios, algunas veces en los árboles y otras en la misma tierra; cuyas explosiones las facilitan extraordinariamente los vientos que impelen las nubes hácia diversos

puntos del horizonte , elevándolas unas veces y abatiéndolas otras. El rayo pues no es otra cosa que una chispa eléctrica que se lanza de las nubes sobre la tierra.

La comparacion siguiente servirá para ilustrar esta opinion. Cuando una máquina eléctrica puesta en movimiento se halla sobrecargada de electricidad, se arroja al momento la chispa desde el conductor á los objetos inmediatos , ó que se aproximan á cierta distancia ; en cuyo caso el conductor electrizado representa las nubes tempestuosas , y los objetos inmediatos ó que son aproximados , ocupan el lugar de las torres , los edificios ó los árboles que son ordinariamente heridos por la esplosion de la nube que contiene un exceso de fluido eléctrico. El relámpago es la luz que produce éste al escaparse de la nube ; el rayo la misma materia eléctrica que ya se dirige á los objetos terrestres , ya sobre otra nube menos electrizada que la que le produce ; y el trueno por fin es el ruido que hace la esplosion del fluido eléctrico , hiriendo al aire y rompiéndole con gran fuerza y rapidez : ruido que debe compararse al estallido de la chispa eléctrica que parte del conductor de una máquina , y el cual multiplican la mayor parte de los objetos inmediatos, repitiéndole sucesivamente y aumentando su fuerza, en términos que se oyen retumbos

horrorosos que llevan el espanto y el terror á los corazones mas intrépidos.

La esposicion que queda hecha no puede ciertamente ser mas plausible: desde luego se advierte en ella un carácter de sencillez, claridad y verosimilitud que hablan en su favor; pero aun es mas recomendable por la certeza de las pruebas en que se funda.

Para demostrar la rigorosa identidad que existe entre el rayo y el fluido eléctrico, basta probar con la esperiencia que una barra de hierro aislada y la cuerda de un cometa se electrizan luego que se aproxima una nube tempestuosa, del mismo modo que lo está el conductor de la máquina eléctrica cuando se halla inmediato al disco de cristal que se pone en movimiento; que el fluido eléctrico se acumula entonces al rededor de dicha cuerda ó barra, y que en este estado se pueden sacar chispas eléctricas de una y otra, y producirse cuantos efectos son propios de la electricidad. Todo lo cual está demostrado por los brillantes esperimentos que se han referido al principio de esta obra, en donde se ha visto que tanto de las barras de hierro como de las cuerdas de los cometas se sacaron en todas partes chispas de fuego que producian los efectos propios de la electricidad.

Á todas estas señales pueden añadirse aquellos

fuegos, penachos eléctricos y puntos luminosos que aparecen durante las tempestades sobre los remates de los campanarios y en las puntas de las veletas y de los mástiles, de lo cual trataremos adelante con la conveniente estension. Además aquellas llamas eléctricas de que hacen mencion Herodoto, César, Tito Livio, Séneca, Plinio é Imperati, segun arriba queda dicho; todos estos fenómenos maravillosos conocidos ya en los siglos mas remotos, esto es, en un tiempo en que no era conocida la materia eléctrica, no dejan duda alguna sobre la rigurosa identidad de este fluido y el rayo.

Las chispas que se sacan de los grandes aparatos de que se vale la física moderna, es decir, de los cometas y de las barras de hierro aisladas, á los que llamaremos en adelante *conductores atmosféricos*, son realmente chispas eléctricas semejantes en un todo á las que producen las máquinas; por manera que los conductores atmosféricos pueden compararse á los de las máquinas de nuestros gabinetes; y en rigor puede verdaderamente decirse que unos y otros son capaces de producir los mismos fenómenos.

Supongamos para probarlo que se haya elevado un cometa eléctrico, y que la cuerda cubierta con el hilo de metal comuniqué con un pequeño conductor aislado semejante á los de las máqui-

nas eléctricas ; ó bien que este pequeño conductor se halle en contacto con una gran barra metálica aislada y puntiaguda , para recibir la electricidad de la atmósfera. No cabe duda de que en cualquiera de estos dos casos producirá el pequeño conductor las mismas señales y efectos que el conductor de una máquina eléctrica. Para ahorrar palabras y facilitar la inteligencia de la prueba que vamos á dar , llamaremos *pequeño conductor atmosférico* al que se halla en contacto con el bramante del cometa ó de la barra de hierro puntiaguda y aislada , puesto que recibe el fluido de la atmósfera por uno de estos medios ; y supondremos además que se coloque cerca del primer aparato una máquina eléctrica con su conductor , á fin de que los espectadores puedan ser testigos de los experimentos que se hagan con el fluido eléctrico sacado de ambos aparatos : dispuestas así las cosas , es constante que se verán por una y otra parte los mismos efectos , siempre que dos físicos provistos de los propios instrumentos particulares operen del mismo modo sobre cada uno de los referidos conductores.

Si uno de dichos físicos presenta al conductor de la máquina algunos cuerpos ligeros para que sean alternativamente atraídos y repelidos , iguales efectos producirá el otro colocando los mismos cuerpos ligeros ú otros semejantes cerca del

conductor atmosférico : y del propio modo sonará al momento el repique eléctrico. »Si el primero saca chispas é inflama con ellas el espíritu de vino, otro tanto hace el segundo ; cuando aquel mate un pájaro por medio de la chispa , éste quitará igualmente la vida al animal que se sujete á la experiencia ; dos botellas de Leyden iguales é igualmente cargadas , harán sentir la misma conmocion ; si el uno derrite un hilo ó una hoja metálica, el mismo resultado obtendrá el otro ; si el primero atraviesa con la chispa eléctrica una baraja de naipes ó una mano de papel , al momento repetirá el segundo el mismo fenómeno : en una palabra , no hay ningun efecto eléctrico que los dos aparatos no puedan producir, y si se comparan con cuidado los resultados obtenidos por uno y otro, no podrá el observador mas perspicaz descubrir la menor diferencia. Yo mismo he hecho muchas veces con un conductor atmosférico y sin mas que la electricidad natural las experiencias precedentes, que se repetian al mismo tiempo con una máquina eléctrica ordinaria.” (1)

En nuestra obra *De la electricidad del cuerpo humano* se halla una esplanacion de pruebas sobre la identidad de la electricidad natural y la

1 De la electricidad del cuerpo humano : nueva edicion. tom. 1 pag. 52.

artificial, que á nuestro parecer nada deja que desear: allí demostramos que los efectos de los dos aparatos sobre la economía animal, y en particular sobre el cuerpo humano, en igualdad de circunstancias son absolutamente los mismos: la impresion de la tela de araña, la de un viento fresco, el olor de fósforo, el sabor particular, el zumbido y los estallidos de los fluidos acumulados por los dos conductores, no difieren en nada. La forma de los penachos y de las chispas escitadas en una y otra parte y la variedad de sus colores, presentarán el mismo aspecto; y si se electrizan dos personas cada una por medio de uno de dichos conductores, ambas experimentan igual aumento de traspiracion y la misma disminucion del peso de su sustancia.

En la obra citada (1) pueden verse los felices efectos que la electricidad natural y la artificial producen en todo lo relativo á las funciones vitales y animales, como asimismo un paralelismo de efectos correspondientes, y una similitud completa de influencia fundada en un sinnúmero de observaciones hechas por diferentes sábios, que no referiremos aquí á causa de su estension: y en fin, en la misma obra se hallarán tambien

1 De la electricidad del cuerpo humano: nueva edicion. tom. 1. pag. 56 hasta 106.

muchos hechos ciertos que prueban que el rayo ha obrado en algunas ocasiones curaciones eléctricas. Á vista pues de tan diversas pruebas, es fuerza convenir en que existe una identidad perfecta entre el fluido eléctrico que reina en la atmósfera y el que sacamos de nuestras máquinas; porque la identidad de los efectos demuestra la de las causas.

Si se quieren representar por medio de la electricidad las señales que se observan en el cielo en tiempo de tempestad, cuando brillan los relámpagos y retumba el trueno, deberá procederse del modo siguiente: se toma un gran cuadro mágico, cuya superficie superior esté cubierta de limaduras de cobre ó de venturina pegadas sobre el vidrio, á beneficio de una especie de mordente y distribuidas de modo que queden varios intervalos sin limaduras: este polvo metálico debe cubrir sobre el vidrio el área de un círculo, al rededor del cual se colocará una cadena circular ó una tira de plancha de estaño de la misma figura, pero cuidando de que entre la cadena y el círculo de limaduras quede cierto espacio, y disponiendo además que la cadena esté en comunicacion con la armadura ordinaria que se halla en la superficie inferior del cuadro: ahora bien, si se establece un conducto de comunicacion que venga del conductor de la máquina

eléctrica al centro del cuadro, en el momento en que se dé movimiento á la máquina, se verán algunos rasgos sucesivos de luz que serpentearán sobre diferentes puntos del círculo y producirán en la oscuridad el efecto mas brillante, representando perfectamente los relámpagos que se observan en el cielo en tiempo de tempestad. Las partes metálicas hacen en este caso las funciones de las pequeñas nubes que vagan dispersas por la atmósfera, y sirven de conductores. Cuando el cuadro esté suficientemente cargado, se verán de cuando en cuando esplosiones que estallarán entre el círculo y la cadena, ya hácia una parte ya hácia otra, figurando las detonaciones del rayo sobre los objetos terrestres.

La verdad de la doctrina moderna sobre la naturaleza del rayo, quedará aun demostrada con mas evidencia cuando se haya examinado atentamente la opinion que sobre este metéoro tuvieron los antiguos antes de que nos hubiesen ilustrado los nuevos descubrimientos que se han hecho sobre la materia: motivo por el cual creemos oportuno tratar de este objeto.

CAPÍTULO SEGUNDO.

Opinion de los antiguos sobre la naturaleza del rayo.

No siempre lo verosímil es verdadero, y una opinion aunque esté consagrada por una larga série de siglos, no por esto debe ser mas respetada cuando la antorcha de la verdad ha disipado las densas tinieblas del error. Tales son los caracteres que convienen á la idea que por largo tiempo se ha tenido de que el rayo era un fenómeno producido por las efervescencias químicas que se verificaban en la region del aire.

Este sistema cuyo origen se pierde en la noche de los tiempos, preocupa en su favor por cierto aire de verdad que se lleva casi todos los votos, y porque es muy fácil de concebir y explicar: y esta es sin duda la razon de que aun entre las personas instruidas se hallen tantas imbuidas en esta opinion, que la sostengan todavía algunos autores ilustrados, y que otros físicos pretendan amalgamar en sus esplicaciones el solo nombre de electricidad con los vapores y las exhalaciones áereas, á fin de aparentar en cierto modo que piensan como los modernos, haciendo por este medio una especie de ilusion.

Si se dudase de lo que dejo sentado, me seria fácil probarlo con muchas citas de obras harto recientes; mas por ahora me ceñiré únicamente á destruir por medio de varias observaciones y racionios una preocupacion, que á pesar de los descubrimientos incontestables que se han hecho en este siglo, se halla generalmente establecida. Pero antes de refutar esta rancia opinion, voy á esponerla con toda imparcialidad, aunque en breves palabras, examinando sucintamente las pruebas con que se pretende sostenerla.

Los diversos sistemas que imaginaron los físicos de diferentes tiempos, todos, ó por lo menos los mas plausibles, se reducen á decir que la mezcla de las exhalaciones y de los vapores acumulados y reunidos por el choque de los vientos, se inflama y produce el relámpago, al que sigue luego una violenta esplosion que lanza sobre la tierra aquella materia inflamada que constituye el rayo. Dicha efervescencia, continúan, agita y hiere con fuerza el aire, y conmovido éste por fuertes y prontos sacudimientos, adquiere un movimiento de vibracion y produce el horroroso estampido del trueno.

Para hacer mas probable esta idea comparan el gran laboratorio del universo con los de nuestros químicos, y despues de haber pretendido sujetar á la naturaleza á seguir las huellas del hombre,

se complacen en persuadirse que han adivinado su secreto. Todos los cuerpos sublunares son un manantial fecundo y perenne de exhalaciones, que se elevan á la region del aire; á cuya ley están sometidos sin distincion los diversos reinos de la naturaleza: los animales pierden por la traspiracion una parte de su sér tan considerable, que apenas puede comprender la imaginacion lo que la esperiencia le demuestra, y esta pérdida la reparan diariamente los alimentos: los vegetales exhalan tambien de continuo gran copia de las diversas partes de que se componen, y que afectan frecuentemente nuestros órganos: segun demuestran mil experimentos no se exceptúan tampoco de esta ley las diferentes sustancias comprendidas en el reino mineral; y en fin, todos los fluidos están sujetos á continuas evaporaciones.

Dichos vapores y exhalaciones, compuestos de azufre, betun, sal y particularmente de nitro, en una palabra, de todas las sustancias sulfúricas, crasas, inflamables y volátiles de los animales, vegetales y minerales, se elevan á la atmósfera, en donde fluctúan á merced de los vientos y sufren un sinnúmero de combinaciones. En tiempo de tempestad son agitadas y reunidas; su reunion, su choque y rozamiento las hacen fermentar, y de esta fermentacion resulta una llama y una detonacion.

¿No estamos viendo todos los dias, dicen, que el fósforo de Kunkel, ó mas bien de Brandt, y el piróforo de Homberg se inflaman con el menor rozamiento? Pues sabido es que estas materias tan combustibles son los resultados de las partes escrementicias de los animales. El alcohol mezclado con agua adquiere calor, como consta por las esperiencias de Boërhaave y Geoffroy; si se mezcla el aceite de clavo con espíritu de nitro y vitriolo concentrado, se inflaman al momento: en una palabra, con un ácido adecuado se consigue inflamar todos los aceites esenciales de las plantas de Indias, y tambien los aceites grasos, lo cual está demostrado por los experimentos sucesivos de Glauber, Becher, Borrichius, Tournefort, Homberg, Geoffroy, Hoffmann y Rouelle. En algunas de estas mezclas va la inflamacion acompañada de estrépito y detonacion; pero este estallido nunca es tan fuerte é impetuoso como cuando se hace la esperiencia de la pólvora fulminante compuesta de salitre, sal de tártaro y azufre, ó en la del oro disuelto por el agua régia.

El movimiento intestino que anima todas las partes del cuerpo, el calor del sol, los fuegos subterráneos y la succion del aire, elevan á la atmósfera partículas oleosas, salinas, sulfúricas y acuosas de diversos cuerpos. Mezcladas y combinadas por la accion de los vientos, fermentan,

se inflaman y estallan como en el gabinete del químico, lo mismo que en los experimentos precedentes, y son arrojadas á larga distancia como en el del hongo filosófico que se eleva por fuera de la vasija en que se ha hecho la mezcla, &c. Ni se han olvidado los prodigiosos efectos de la pólvora; tambien se ha querido apoyar con ellos las pruebas que quedan referidas.

Por mi parte no he omitido nada de cuanto puede servir á ilustrar y apoyar este sistema, antes bien he referido en compendio y he reunido todos los hechos que pueden contribuir á darle nueva fuerza; porque tal es á mi parecer el método que deberian seguir siempre los que se proponen refutar una opinion. Pero se verá muy pronto que por mas ingeniosas que parezcan á primera vista estas razones, se les pueden oponer otras muy superiores.

Es una verdad que de todos los cuerpos se elevan exhalaciones abundantes y variadas; mas cuán grande es la diferencia que se halla entre estas evaporaciones-sútiles, y los ácidos y aceites que produce la análisis química y empleamos en las esperiencias de las fermentaciones para obtener los aceites esenciales, como v. g. el de Guayaco. Despues de haber reducido á menudos pedazos esta madera, se la pone en una retorta, que se halla colocada en un hornillo de reverbero;

se adapta á dicha retorta un recipiente y se destila antè todo la flema; se vierte ésta en seguida, y embarradas de nuevo las vasijas se aumenta el fuego y se evaporan los espíritus y el aceite que caen en el recipiente, hecho lo cual se separa el espíritu del aceite. Si se quiere proceder de otro modo se hace una infusion de la sustancia vegetal, dejándola que fermente algun tiempo con lentitud; se destila luego, y despues de haber sacado por decantacion el licor contenido en el matraz, queda en el fondo el aceite esencial.

En vista pues de lo que queda espuesto ¿podrá nadie persuadirse de buena fe que la marcha de la naturaleza se parece á los procedimientos del arte? Concedamos, si se quiere, que los medios que emplea la naturaleza equivalen al baño-maría, al de arena, ó al fuego libre; que lo alto de la atmósfera suple la parte superior de la retorta ó la cucúrbita del alambique; que el calor del sol hace las veces del fuego graduado: hechos todos de que fundadamente puede dudarse. Ahora bien: ¿cómo se separará en primer lugar la flema evaporada del aceite y del espíritu, y esta última sustancia de la primera? Además, ¿entre las exhalaciones oleosas que se elevan á la atmósfera, y los aceites esenciales producidos por las operaciones químicas, no existe una diferencia prodigiosa? ¿el flogístico, el ácido, el agua y la tierra

que son sus principios, no habrán sufrido ninguna descomposicion al tiempo de evaporarse? ¿permanecen siempre unidos? ¿no se desvanecerán las diversas gravedades específicas de las materias estrañas que constituyen las diferentes especies de aceites, y que se disipan por medio de destilaciones reiteradas? Y aun suponiendo que estos aceites esenciales evaporados no se descompongan, ¿no perderán su pureza mezclándose con mil cuerpos heterogéneos que fluctúan por la atmósfera? El aire contiene una cantidad prodigiosa de álcalis; éstos, como es notorio, se combinan fácilmente con los aceites, y de esta combinacion resulta por consecuencia un compuesto diferente de los principios que le constituyen. Los aceites se unen fácilmente con las sustancias metálicas, las disuelven, y combinándose con ellas y sus sales pierden sus propiedades: ahora pues, ¡cuántas partes, cuántas sales metálicas no existen en la atmósfera segun nuestros mismos adversarios!

Mas quiero suponer por un momento que en medio de todo esto conserven su pureza: ¿no perderán por la evaporacion la parte mas volátil, no se condensarán, en cuyo estado dice el célebre Macquer (1) que no son ya propiamente

1 Diccionario de química. tom. 1. pag. 591.

hablando aceites esenciales, pues que han perdido la volatilidad? Todos reciben, añade, su carácter específico del espíritu rector de la sustancia de que se han sacado, pues que tienen el olor, la sutileza y la volatilidad que los caracteriza mientras conservan este principio, y pierden todas estas propiedades á medida que se evapora. Siendo pues manifiesto que el espíritu rector se evapora con un grado de calor menor que el que se necesita para hacer elevar los aceites esenciales, es claro que este principio odorífero se separa de ellos con la mayor facilidad.

Concedamos tambien que la naturaleza siga la misma marcha que el químico en la formacion de los aceites esenciales; que éstos no sufran al evaporarse ninguna descomposicion; que no se combinen con la infinidad de materias heterogéneas que vagan por el aire; que conserven allí su pureza, y en fin que no pierdan su espíritu rector. En medio de todo esto los ácidos nítrico y vitriólico, indispensables para la inflamacion de dichos aceites, no podrán producir este efecto, en razon de hallarse alterados por las diversas materias exhaladas con las que tienen alguna afinidad, y por las diferentes sustancias con que se combinan. Por otra parte el ácido nítrico, y lo mismo el vitriólico, para producir la inflamacion necesitan hallarse concentrados, esto es, libres del

esceso de agua que los debilita; y no puede en manera alguna suponerse que estos ácidos exhalados por el aire, no se hallen unidos y combinados con la prodigiosa cantidad de vapores acuosos de que éste se halla impregnado, y mucho menos que estén perfectamante desflemados; porque los ácidos, dice el hábil químico citado, tienen mucha afinidad con el agua, se embeben rápidamente en ella, y en general *propenden á unirse con casi todos los cuerpos de la naturaleza.*

No parece necesario insistir mas en este objeto ni detenerse á demostrar que la proporcion de los principios y sustancias fermentativas, no puede verificarse en la atmósfera como en nuestros laboratorios; pero debe observarse que en la química para obtener un resultado cierto y constante se necesita una proporcion exacta, la cual no puede suponerse cuando existe una mezcla infinita de sustancias, diferentemente combinadas entre sí, que se hallan elevadas y fluctúan por la atmósfera.

Á estas razones deducidas de los principios químicos, allegaremos otras sacadas de las observaciones que se han hecho sobre los efectos del rayo, con las cuales quedará demostrado, si aun se necesita, que los fenómenos químicos son insuficientes para producir los admirables efectos que observamos diariamente en este metéoro. La

trasmision del rayo es casi instantánea , esto es, que si bien en la realidad es sucesiva , se verifica sin embargo en un instante cortísimo ; al paso que si su materia fuese compuesta de una mezcla de exhalaciones sulfúricas , salinas y nitrosas , la sucesion de tiempo indispensable para que llegasen desde la region media hasta nosotros , seria considerablemente mayor y mas sensible. Además dichas materias no serian arrojadas y dirigidas hácia el mismo lugar en tan gran cantidad , y de consiguiente no podrian producir los maravillosos efectos que obra el rayo , cuya fuerza se dirige siempre sobre ciertos cuerpos y puntos , porque cuanto mas rápida es la celeridad de un cuerpo , mayor obstáculo opone el medio á la velocidad ; y cuanto mas resiste el medio á su division , menos puede verificarse la concentracion ó aproximacion de las partes y mayor es la division de éstas , sobre todo cuando las moléculas son muy leves , volátiles , divididas y tenues , en una palabra , cuando son muy sutiles.

Segun la teoría que refutamos , la esplosion del rayo no deberia casi nunca verificarse en la parte inferior de la nube , porque la masa de aire que se halla entre ésta y la tierra es mas densa que la que se estiende desde la nube á lo alto de la atmósfera ; y siendo un principio de hidrostática é hidráulica que los fluidos se dirigen al punto

en que es menor la compresion, es evidente que el rayo deberia estallar siempre en la parte superior de la nube y elevarse hácia el cielo en vez de caer sobre la tierra. En cualquiera mina la erupcion de la carga de pólvora se verifica siempre por el punto mas débil, lo que hace que muchas veces se malogren sus efectos.

Si el rayo fuese un fenómeno químico, no se le veria cuando cae en una casa dirigirse con preferencia hácia las materias metálicas mas distantes y menos combustibles, como por egemplo el hierro, y abandonar las mas inflamables y próximas de las que se desvia á su tránsito para lanzarse sobre los herrages; y esto sucesivamente, es decir, cuantas veces se interrumpe el conductor metálico, lo que sucede con frecuencia. Esta verdad está puesta en el mas alto grado de evidencia por un sinnúmero de hechos que diariamente ocurren, y que no es del caso referir aquí.

Por otra parte siendo el rayo compuesto, segun la hipótesis, de exhalaciones sulfúricas é inflamadas, era natural que consumiese las materias combustibles sobre que cae, lo cual no se verifica, como se confirmará con un solo egemplo entre mil que pudieran citarse.

Hallándose en Nevers el caballero de Louville, reconoció un árbol del parque del castillo, el cual habia sido herido en lo mas alto del tronco

por un rayo, que dividido en tres habia hecho en el tronco tres hendiduras de igual profundidad. El árbol por un lado habia sido despojado de la corteza desde cerca de la mitad hasta lo mas bajo, y aunque estaba torcido, las tres centellas habian seguido exactamente todas sus revueltas, introduciéndose siempre por entre la madera y la corteza, tanto en la parte superior del tronco que estaba aun revestida de aquella, como en la inferior que solo lo estaba por un lado; pero lo mas particular era que la madera no estaba en manera alguna eunegrecida ni tenia ninguna señal de quemadura. Dicho académico vió tambien el mismo dia el efecto de otro rayo: habia en una chimenea un haz de leña tendido sobre los morillos á efecto de encenderle, y cayendo entonces un rayo por el humero hizo en mil pedazos el haz sin encenderle ni siquiera ahumarle (1).

Ademas, ¿cómo pueden concebirse esas inflamaciones sucesivas que salen una tras otra del seno de una misma nube, y detonan otras tantas deflagraciones diferentes? Y despues que se han encendido todas las materias inflamables que existian en dicha nube, ¿cómo se verifican aun nue-

1 Historia de la Academia de las ciencias, año 1714. pag. 7 y 8.

vas inflamaciones? Esto decia hace mas de setenta y ocho años Mr. de Fontenelle, cuyo nombre es tan grato á las ciencias y artes; y Mr. Homberg (1) creyó desvanecer esta objecion diciendo que las mismas materias que se inflaman por su union, y que en virtud de esta inflamacion se separan al momento, pueden reunirse de nuevo, volverse á inflamar y repetir lo mismo muchas veces. Pero ¿no es sabido que las materias sulfúricas que han sido una vez inflamadas por haberlas agregado un ácido, se disipan absolutamente sin que puedan hacerse nuevas inflamaciones sin nuevas materias?

Todas estas dificultades, que no son especiosas sino reales, se desvanecen en el sistema que reconoce en el rayo un fenómeno causado por la electricidad; pues está probado por la esperiencia que el conductor eléctrico hace sucesivamente muchas descargas y produce muchas chispas, y que la materia eléctrica abandona las sustancias combustibles que halla á su tránsito, desviándose de ellas para dirigirse al hierro: con estos hechos que cada dia presenciarnos, da la doctrina moderna solucion á las dificultades precedentes.

Cuando brillan los relámpagos ó se oye re-

1 Historia de la Academia de las ciencias, año 1708. pag. 12.

tumbar el trueno, no se nota que el agua que llueve esté caliente, como debería suceder si en la nube de donde cae hubiese fermentaciones extraordinarias, herbores, inflamaciones, fuego y llamas ardientes. En nuestro sistema al contrario, animadas las gotas de la lluvia por la electricidad, son separadas de la nube y lanzadas sobre la tierra del mismo modo que son repelidas y arrojadas á larga distancia las gotitas de agua con que se haya salpicado una barra de hierro que se electriza, sin que la materia eléctrica les comunique ningun calor, porque dicho efecto es tan solo producido por la repulsion,

Segun las observaciones del termómetro, el aire mismo que la lluvia atraviesa en tiempo de tempestad, se halla mas frio que antes; y esta es, dice con razon el abate Nollet, una verdadera dificultad digna de toda atencion, pues aunque el agua, que es muy probable reciba un gran grado de calor, se enfrie al atravesar el aire, no es natural que comunique á la atmósfera mayor frialdad de la que ella misma tenia (1).

En conformidad de la observacion que antecede, es constante que el aire se halla mas frio cuando llueve de tempestad, lo que no debería verificarse si la nube que se resuelve en lluvia sufriese

1 Lecciones de física. tom. 4. pag. 306.

violentas fermentaciones, porque las gotas de agua que caen, lejos de disminuir el calor del aire, deberian aumentarle partiendo con el medio que atraviesan el exceso de calor, lo cual indicaria el termómetro; pero las observaciones meteorológicas demuestran lo contrario. No puede pues responderse á nuestro raciocinio, enteramente apoyado en hechos ciertos, que el no hallarse caliente el agua que llueve consiste en que comunica todo su fuego á la parte de la atmósfera que en su descenso recorre; porque á ser así, este aire deberia hallarse mas caliente que antes de la lluvia, lo cual no se verifica en manera alguna como lo prueban las observaciones termométricas.

Por lo que hace á la dificultad que propone el ilustre físico ya citado, ni él mismo ni nadie hasta ahora ha probado á soltarla; mas ya que se presenta la ocasion veamos si podemos lograrlo de un modo claro y satisfactorio. En mi opinion pues, proviene dicho efecto de que no habiendo las gotas adquirido calor al salir de la nube, segun queda demostrado, y antes bien cayendo de un lugar mas elevado en donde es mayor el frio, pues que el calor distribuido por la atmósfera está en razon inversa de su distancia de la tierra, es claro que al atravesar el aire, lejos de comunicarle grados de calor debe recibir algunos; y el aire

no puede suministrarlos sin perder realmente una parte de su calor, y sin que esta disminucion se haga sensible por el descenso del licor del termómetro. Creo que no puede darse una explicacion mas clara, cierta y sencilla de este fenómeno, del que dijo un gran físico *que era una verdadera dificultad digna de toda reflexion.*

Inútil me parece añadir aquí otras razones para demostrar que el rayo no es un fenómeno químico, y que admitida la hipótesis de las fermentaciones, es imposible concebir los prodigiosos efectos que ofrece cada dia á nuestros ojos, ni explicarse v. g. cómo una barra de hierro de muchas pulgadas de espesor y mas de doscientos pies de longitud, puede ser penetrada por el rayo y suministrar en seguida por su extremo inferior chispas de una naturaleza absolutamente eléctrica.

Ni seria difícil presentar muchas autoridades en apoyo de esta oposicion si así se apeteciese: »hubo un tiempo (dice Mr. Pringle en un discurso sobre cierto objeto, harto diverso del que nos ocupa, pronunciado en la asamblea anual de la Sociedad real de Lóndres) en que se creía haber explicado suficientemente el rayo y los relámpagos presentándolos como efecto de una combinacion de vapores sulfúricos y nitrosos que se mezclaban en el aire; mas hoy se duda de la existencia de semejantes vapores en la atmósfera, y

sabemos por otra parte de cierto que la única causa de este metéoro es el fluido eléctrico.”

Hablando cierto autor del polvo fecundante de una especie de licopodio, del pino y de algunas otras plantas, que se halla á las veces esparcido por el suelo, y que algunas personas han mirado como efecto de lluvias de azufre, dice con mucha gracia que del mismo modo han encontrado en la materia del rayo el nitro y el azufre, y que si su imaginacion hubiese hallado polvo de carbon, se hubiera convertido el cielo en un almacen de pólvora con lo que habrian completado su artillería sistemática.

CAPÍTULO TERCERO.

Se esplican por la electricidad los efectos mas prodigiosos del rayo.

Los diversos fenómenos que con tanta frecuencia produce el rayo presentan á las veces ciertas singularidades que sorprenden y parecen del todo inesplicables, cualquiera que sea el sistema que se admita. En un tratado particular del rayo que pienso dar á luz muy pronto, se verá un gran número de egemplos á cual mas curiosos, y por sus esplicaciones se conocerá la maravillosa aptitud que tienen los principios de la electricidad para todo hecho extraordinario. Á vista de las demostraciones que allí se harán, quedará cualquiera convencido de que no existe fenómeno alguno por mas difícil que parezca que no resulte evidentemente de esta causa, que es una de las mas poderosas que existen. Por ahora nos limitaremos á referir únicamente el egemplo de la fusion de la hoja de una espada dentro de la vaina y las monedas en el bolsillo, sin que éste ni aquella padeciesen la menor lesion. Nadie habia pensado en esplicar este hecho por los principios de la electricidad, hasta que hace algunos años dimos una esplicacion que puede verse en las observa-

ciones de física é [historia natural (noviembre de 1775, pag. 401), la cual fue adaptada por muchos físicos, y la damos de nuevo aquí con algunas adiciones, porque es muy propia para probar de un modo tan claro como perentorio que los verdaderos principios de la electricidad, tienen la mayor influencia en los efectos mas extraordinarios del rayo. Si este fenómeno queda explicado, no existe ninguno que pueda resistirse á serlo; pero debo prevenir que para comprender la especie de demostracion que va á leerse, es necesario conocer las leyes que sigue en su marcha el fluido eléctrico.

La fusion de una hoja de espada dentro de la vaina hecha por el rayo, es un efecto de la electricidad.

Las leyes de la naturaleza, como obra de una sabiduría infinita, son generales, constantes é invariables: los numerosos fenómenos que por todas partes se ven en este vasto universo, por mas diferentes que nos parezcan no solo son efectos de unas mismas causas, sino que los produce la menor cantidad posible de accion: de consiguiente no ha habido nunca razon para creer que se hallaban escepciones de las leyes inmutables de la física en el curso ordinario de las cosas.

Semejante opinion no pudo nacer sino de la ignorancia ó de la pereza: con efecto, cuesta menos recurrir á este espediente engañoso, que confesar la impericia ó dedicarse á investigaciones siempre trabajosas para hallar en un mismo principio efectos que parecen opuestos sin serlo en realidad. El objeto de que voy á tratar presentará una prueba evidente de esta verdad; y siendo este fenómeno uno de los mas difíciles, con la esplicacion que de él daré, arreglándome á los verdaderos principios de la electricidad, quedará demostrado que no hay ninguno que no pueda esplicarse. Me ceñiré únicamente á este egemplo, reservando la discusion de los otros fenómenos á una obra mas estensa que publicaré dentro de poco.

Desde tiempo inmemorial se tiene esperiencia de que el rayo derrite algunas veces la hoja de una espada sin maltratar la vaina; de lo que hacen mencion muchos autores antiguos y entre otros Lucrecio, Plinio y Séneca. Este último (1) dice que el rayo funde las monedas sin consumir el bolsillo en donde se hallan, que hace lo mismo con una hoja de espada sin producir ningun efecto sobre su vaina, y que tambien derrite el

1 En sus Cuestiones naturales. lib. 2. cap. 31. pag. 854. año 1613.

hierro de un dardo sin atacar la madera del asta: *loculis integris ac illæsis conflatur argentum, manente vaginâ, gladius liquescit, et inviolato ligno circa pila ferrum omne distilat.* Mureto en sus notas sobre esta obra (pag. 860, num. 5.) dice que pocos meses antes de la muerte del cardenal Hipólito de Ferrara, habiendo caído un rayo sobre el palacio de dicho prelado, penetró hasta en su propio aposento: *mihi hoc contigit ut.... fulmen in palatium ipsius decidens, ad mea usque cubicula pervenerit. Ibi gladii qui ad lectum unius è famulis meis pendeat, mucronem ipsum ita colliquefecit, ut in globolum converterit, vaginâ prorsus illesa.* Este es un testigo ocular, á quien no puede recusarse en atención á su ciencia y buena fe universalmente reconocidas. Cardan hace igualmente mencion de este fenómeno: *fulmen illesâ quandoque crumenâ pecunias coliquat (de Substilit. lib. secundus.)* Rosino Lentilio en sus adiciones á las observaciones del año segundo de la primera decuria de las efemérides de Alemania, habla igualmente de un cortante de Waldbourg, á quien el rayo quemó los vestidos por el lado derecho y derritió al mismo tiempo una moneda de plata que tenia en la faldriquera sin que ésta padeciese. Acaso no hay año alguno en que no ocurran hechos de esta especie: el 13 de abril de 1781 habiendo caído

un rayo en las inmediaciones de Langari , cerca de Castres , sobre tres soldados de á caballo , mató á uno y los tres caballos ; y se halló despues que el filo del cuchillo de monte que llevaba uno de los dos que quedaron vivos , á quien hirió el rayo peligrosamente , habia sido fundido dentro de la vaina , derritiéndose tambien la cadena y una parte de la guarnicion que era de acero. Estos son hechos evidentes que me refirieron los parientes de los referidos soldados.

Los antiguos no nos han dejado ninguna espliacion satisfactoria de este prodigio natural. La necesidad y las circunstancias los determinaban á imaginar diferentes especies de rayos , que penetraban ó consumian los diversos cuerpos , segun que las moléculas que los componian eran mas ó menos sutiles : jamas se hallaban embarazados cuando se trataba de multiplicar las causas y hacerlas obrar de diferentes modos ; porque sus principios , lo mismo que la materia primera que habian imaginado , eran susceptibles de todas las formas posibles sin estar sujetos á ninguna : *formæ cujuscumque capax nullius tenax*.

No fueron mas felices los modernos hasta el descubrimiento de la electricidad : pues en todos los libros de física se esplica este fenómeno , diciendo que como los poros de la vaina son mayores dejan pasar con facilidad las exhalaciones

inflamadas del rayo, las cuales atacan únicamente la hoja porque sus poros son estrechos; y si alguna vez, añaden, ha sucedido ser la vaina reducida á cenizas, esto consiste en que por ser mas gruesas las moléculas del rayo, no han podido penetrar con facilidad y la han quemado. Al leer esta pretendida esplicacion, no puede menos de conocerse que todo esto no son mas que palabras vacías de sentido, *meræ voces præteraque nihil....* Este lenguaje que apenas podria satisfacer á un peripatético, y del que han usado con mucha frecuencia los filósofos modernos, mas bien sirve para publicar que para paliar la ignorancia: las exhalaciones del rayo ya son sutiles y sueltas, ya se componen de partículas groseras, segun lo exige la necesidad: sistema cómodo seguramente, pues de este modo consumirán los cuerpos ó los dejarán intactos á voluntad del físico: solo con haber adelantado un paso, teníamos ya una simpatía, una antipatía, una antiperístasis, una cualidad oculta, una forma sustancial y todas aquellas bellas cualidades cuyo imperio fue destruido á costa de tantos esfuerzos del genio.

Descubiertos y examinados profundamente los fenómenos eléctricos, se ha tratado de explicar por su medio esta especie de maravilla. Los físicos, dicen, la producen todos los dias á beneficio

de la electricidad artificial, para cuyo efecto colocan un pan de oro entre dos cristales planos, y comprimiéndolos fuertemente descargan la botella de Leyden con el escitador debidamente colocado; despues de lo cual se halla una parte de la hoja de oro, no solo derretida sino incrustada en el vidrio sin que éste se haya roto ni alterado en su parte exterior: esta esperiencia, añaden, nos presenta la fusion de un metal al mismo tiempo que queda ileso el cuerpo que le rodeaba. Tal es la esplicacion que han dado hasta de ahora los físicos electricistas; mas hay sobrada razon para desecharla.

Porque esplicar un fenómeno por medio de otro semejante ¿no es propiamente aumentar la dificultad en vez de desvanecerla? ¿no hay la misma razon para preguntar la causa del segundo fenómeno que la del primero? ¿no puede replicarse que se necesitan grados de calor muy diferentes para derretir un vidrio grueso y un pan de oro sutilísimo, que el menor soplo se le lleva, y que la chispa eléctrica suficiente para fundir esta ligera hoja metálica, no tiene bastante actividad y energía para derretir el vidrio, atendida la poca fuerza de la electricidad artificial? Todo lo contrario sucede en nuestro caso, pues la llama del rayo que tiene fuerza para fundir la hoja de la espada, no carecerá ciertamente de la necesi-

ria para abrasar la vaina, que es materia mucho mas combustible que el acero. Y ¿no se advierten ademas algunas señales de una ligera fusion ó alteracion en las partes del cristal en que se halla el oro incrustado? El egemplo pues está mal elegido, y con mayor razon si se atiende á que algunas veces ha sido consumida la vaina sin haberse derretido la hoja, y se ha quemado el bolsillo quedando intactas las monedas; fenómeno cuya esplicacion no han ensayado aun los filósofos electricistas, y prueba nueva y perentoria de que la que impugnamos es inadmisibile, insuficiente y aun opuesta á lo que algunas veces sucede.

Antes de esponer las causas de este fenómeno, débo hacer observar que por mas admirable que á primera vista parezca, y aunque con poco acierto se le ha creido único en su especie, se conocerá si se pone atencion que es parecido á muchos de los que cada dia suceden y de los que solo difiere accidentalmente: me limitaré á referir un corto número para probar esta asercion.

El 17 de agosto del año 1770 halláudose mi amigo y compatriota Mr. Jacquet, de Lion, en la iglesia de Lurs, pequeña ciudad de la alta Provenza, cayó sobre él un rayo y maltrató en tres partes distintas dos llaves que llevaba en la faldriquera, en las que se notaron señales de fusion:

siendo tal el calor que adquirieron, que mas de tres cuartos despues de haber caido el rayo aun no se las podia tener en la mano, pues aunque dicho calor no quemaba la piel en el momento del contacto, era semejante al que adquiere un hierro que se espone á los rayos del sol en lo mas fuerte del verano; y sin embargo la faldriquera no fue siquiera chamuscada. Una de las hebillas del zapato de aquel desgraciado se deritió un poco en la parte inferior, precisamente en los puntos en donde apretaba mas el zapato, el cual y la superficie superior de la hebilla quedaron intactas; y tambien se notaron señales de fusion en una sortija de cortina sin haberse quemado el hilo con que estaba cosida.

Habiendo caido un rayo en el castillo de Clermont de Beauvoisis, se deritió por diferentes puntos el plomo de las vidrieras sin que prendiese el fuego en la madera de los marcos (1). Rundman refiere que otro rayo deritió un alfiler de cobre con que una muchacha tenia prendidos los cabellos, sin que éstos padeciesen ningun detrimento (2). Morton nos refiere que habiendo caido un rayo sobre diez labradores, agujereó

1 Memorias de la Academia de las ciencias. 1764. pag. 450.

2 Rariora: Nat. & artis. §. 2. art. 24.

por dos ó tres partes una caja de acero que llevaba uno de ellos dentro de un saco, habiéndose derretido los bordes, en donde quedaron formadas unas pequeñas vegigas (1). Un hombre puso en un cacharro de estaño unas monedas de plata envueltas en un lienzo, y habiendo caído inmediatamente un rayo, derritió la vasija de estaño y las monedas sin quemar el lienzo, pero éste se halló reducido á polvo (2).

En fin, si no temiese ser prolijo podria citar aun mas de veinte casos en que el rayo ha derretido hilos de hierro sin calcinar la piedra ni encender la madera que atravesaban, &c. &c.; fenómenos todos enteramente semejantes al de la fusion de las monedas y de la hoja de la espada sin consumir el bolsillo ni la vaina. Nuestra observacion pues debe desvanecer una parte de la maravilla, puesto que manifiesta que este fenómeno es mas frecuente de lo que se cree.

Despues de haber probado que ni los antiguos ni los modernos han explicado aun el fenómeno de que tratamos, voy á desenvolver su verdadera causa con arreglo á los principios mas ciertos de electricidad, y mi explicacion parecerá tanto mas

1 Nat. Hist. Northam. cap. 5. pag. 345. = Transac. Filosof. num. 236. = Bibliot. Razon. 1717. part. 2. pag. 51.

2 Muschembroeck. tom. 3. pag. 419.

plausible cuanto mayor conocimiento se tenga de los experimentos eléctricos.

Me parece inútil recordar aquí, y mas aun el detenerme á probarlo, que el rayo es un fenómeno eléctrico, y por consecuencia que los fenómenos que dependen de este metéoro son resultados de la electricidad: esta asercion está tan bien probada como puede serlo un dogma de física, pues una série de esperiencias brillantes y de observaciones victoriosas, han puesto esta verdad en tan alto grado de evidencia que ya la ignorancia y la mala fe no se atreven á ponerla en duda.

PRINCIPIOS DE ELECTRICIDAD.

PRIMER PRINCIPIO. Es cosa demostrada en física que la esperiencia de Leyden ó la conmocion, no la sienten sino las personas que forman la cadena, y que los que están fuera de ella no perciben nada aunque la toquen.

Supongamos para probarlo que está cargado el cuadro mágico ó la botella de Leyden, y que veinte personas cogidas todas de las manos forman una cadena no interrumpida, tocando la primera el asiento de la botella: en esta disposicion, en el momento en que la última de esta línea toque el gancho de la redoma, experimen-

tarán todos un violento golpe, pero si estando formada la cadena tocase cualquiera con una mano, y aun con las dos, el brazo por ejemplo de uno de los que están arreglados segun se ha dicho, esta persona supernumeraria no experimentaríá conmocion alguna, como tampoco ninguna de las que se hubiesen colocado de este último modo. No debe perderse de vista este principio, porque es tan necesario para la inteligencia de lo que vamos tratando como cierto en sí mismo.

SEGUNDO PRINCIPIO. Si se somete un cuerpo cualquiera á la accion del fluido eléctrico en el experimento de Leyden, la conmocion no se siente sino en las partes de este cuerpo que forman el círculo eléctrico, lo cual quedará probado con la siguiente experiencia. Colóquense dos barras de hierro en una misma direccion, pero de modo que quede alguna distancia entre sus dos estremidades mas próximas, y en este vacío colóquese una tercera barra de hierro que caiga perpendicular á las otras dos, formando con ellas cuatro ángulos rectos: está fuera de duda que solo la parte que corresponde á la superficie de las estremidades de las dos primeras barras, es la que sufre el efecto de la conmocion. Si en lugar de esta tercera barra se coloca la muñeca, únicamente se sentirá la conmocion en la mano y no

en las otras partes del cuerpo que se hallan lejos de ésta.

TERCER PRINCIPIO. La materia eléctrica se dirige con preferencia á los cuerpos metálicos mas bien que á los que no lo son, cuando unos y otros se hallan en la esfera de su actividad. **PRUEBA.** Preséntese á un conductor cargado de electricidad, á una barra de hierro por egemplo, un pedazo romo de hoja de espada y una vaina, de manera que el primero se halle mas distante que la segunda del conductor; sin embargo de esta diferencia, la chispa eléctrica se lanzará sobre el trozo metálico y no en manera alguna sobre la vaina: esta verdad está confirmada por la experiencia.

CUARTO PRINCIPIO. Los metales son los mejores conductores que se conocen; y es cosa demostrada que una barra de hierro trasmite la electricidad mejor que la madera, la piedra, el cáñamo, &c.

QUINTO PRINCIPIO. Cuando el fuego eléctrico se halla acumulado en abundancia ó ha adquirido grande energía, como por egemplo en la botella de Leyden, derrite los metales aun en nuestros laboratorios, y con el solo auxilio de la electricidad artificial segun ya queda dicho.

SESTO PRINCIPIO. Las diferentes fusiones que produce la esplosion de la electricidad, son como todos los efectos proporecionales á sus causas: de

modo que la chispa eléctrica que derrite un ligero pan de oro colocado entre dos cristales, no podrá obrar este efecto en una moneda, y el rayo que ha fundido varias veces hilos de hierro delgados, ha dejado intactos los que eran mas gruesos.

Establecidos estos principios, permítaseme ahora la hipótesis siguiente, que es muy posible y natural; á saber, que despues de haber un rayo recorrido los diversos cuerpos que han formado su camino ó una especie de cadena, llegue en fin á la inmediacion de cualquier persona que lleve una espada, cuya punta se halle á corta distancia de un pedazo de hierro ó de cualquier otro cuerpo buen conductor.

ESPLICACION.

De los principios incontestables que guiados por la antorcha de la esperiencia hemos establecido, y en especial por el tercero y cuarto, resulta necesariamente que cuando la materia eléctrica haya llegado cerca del puño de la espada, se lanzará sobre él con preferencia y pasará de allí á la hoja mas bien que á los otros cuerpos inmediatos ó á la misma persona. Pero como la hoja se halla en la cadena eléctrica y la vaina no, aquella de consiguiente y no ésta sufrirá el efecto de la conmo-

cion, que segun el quinto principio es por lo comun el de derretir los metales ; y así el rayo que tiene por sí mismo grande energía y se halla acumulado sobre la hoja de la espada , la fundirá inmediatamente , y en fuerza del sexto principio habrá ocasiones en que la fusion no se estienda al puño que tiene mucho mas espesor que la hoja. De consiguiente algunas veces será únicamente fundida la hoja de la espada dentro de la vaina , quedando ileso el puño. En fin , el fluido eléctrico despues de haber fundido la hoja dentro de la vaina se arrojará sobre el cuerpo inmediato que hemos supuesto hallarse cerca de la punta de la espada , se disipará continuando su camino , y se perderá sin hacer estrago en la masa de la tierra , que es el depósito general de la electricidad.

Para confirmar esta esplicacion y allanar todas las dificultades que podrian ofrecerse á algunas personas , añadiremos aun algunas palabras. Aunque se concibe con facilidad que la hoja de la espada puede ser fundida , parece difícil que no se consuma al mismo tiempo la vaina ; mas he aquí como puede desvanecerse esta duda. Si la vaina hubiera de quemarse , seria por efecto de la conmocion ó esplosion que ha derretido la hoja y de la que participaria igualmente ; mas siendo así que no compone la cadena eléctrica y se halla

enteramente fuera de ella , debe quedar esenta de la combustion. Para demostrarlo supongamos que se haga la esperiencia de Leyden sobre dos personas , cada una de las cuales tiene en la mano una de las estremidades de una misma hoja de espada , en tal disposicion que el medio de la cadena le forme la espada , y que esta hoja larga por egemplo de tres pies , se halle introducida en una vaina agujereada de solos dos pies de longitud. Si en este estado se descarga la botella de Leyden , como que dicha vaina se halla fuera de la cadena no recibirá conmocion alguna. Pueden llevarse las cosas hasta la evidencia variando el experimento de este modo : hallándose todo dispuesto segun queda dicho , quítese únicamente la vaina , y continuando las referidas personas teniendo la espada cogida de los extremos , empuñen otras tres con ambas manos la longitud de la hoja , de suerte que estas manos formen una especie de vaina mas corta que la hoja ; es evidentísimo que cuando se descargue la botella únicamente sentirán la conmocion las dos primeras personas , y las manos que ocupan el lugar de la vaina no percibirán nada en razon de que por hallarse fuera de la cadena no obra sobre ellas el fluido eléctrico : luego la vaina no debe ser quemada , porque el fluido eléctrico no egerce accion alguna sobre ella , y sí únicamente sobre todas

las partes de la cadena eléctrica. El rayo pues habiendo entrado por una estremidad de la hoja, saldrá por la otra sin maltratar el cuerpo circundante ó la vaina, en razon de que ademas de hallarse fuera de la cadena es mucho menos conductor; y al salir se dirigirá sobre el cuerpo que se halle mas próximo, ó sobre el que tenga mas virtud conductriz ó reuna ambas cualidades.

En la hipótesis que mas arriba dejo hecha, he supuesto que la punta de la espada se hallase á corta distancia de un trozo de hierro ó de cualquier otro cuerpo buen conductor, porque la experiencia parece probar que el rayo que cae sobre un conductor sutil como v. g. un hilo de hierro delgado, le derrite muy fácilmente ora se halle contiguo á otros conductores, ora esté separado; mas no derrite un conductor de masa y espesor considerables (por egemplo la hoja de una espada) cuando éste se halla contiguo á un cuerpo de su misma naturaleza. Este efecto no se verifica sino en el caso en que no hay continuidad ni contigüidad, pues entonces el fluido eléctrico á causa de la cantidad superabundante de su materia, se acumula al rededor de dicho cuerpo y forma una atmósfera del fuego mas activo que se conoce, y cuya energía está en razon del número de partes acumuladas: lo cual no puede

dejar de obrar una fusion como consta por el principio quinto.

Sin embargo de la falta de contigüidad, la materia eléctrica sigue su camino haciendo estallar una chispa en el intervalo; chispa que solo se ve brillar en circunstancias semejantes, en que el fuego eléctrico pasa de un cuerpo á otro que se halla separado del primero bajo la forma de una lista de fuego, como es notorio á todos los que han visto hacer algunos experimentos sobre esta materia.

El fenómeno que nos ha ocupado hasta ahora puede sufrir algunas alteraciones en diversas circunstancias, y todas las combinaciones de que puede ser susceptible se reducen necesariamente á solo cuatro. Primero: el rayo puede fundir la hoja sin causar alteracion alguna en la vaina. Segundo: consumir la vaina sin derretir la hoja. Tercero: obrar la fusion de la hoja y quemar al mismo tiempo la vaina. Cuarto: en fin, no producir efecto alguno sobre uno ni otro ó causar únicamente alguna alteracion muy leve.

El primer hecho, que es el mas difícil, acaba de esplicarse de un modo á mi parecer satisfactorio y con arreglo á principios claros é incontables.

El segundo puede concebirse así: si algunas veces ha sido quemada la vaina sin padecer la

hoja, consiste en que el grado de electricidad comunicada ha sido demasiado débil para fundir el metal. En los tiempos poco favorables para la electricidad, ó cuando la botella de Leyden está poco cargada, no se logra fundir el pan de oro colocado entre los cristales, pues para este efecto se necesita una electricidad muy fuerte; y por lo mismo cuando la corriente de materia eléctrica que cae sobre la espada no tiene bastante energía para obrar la fusion del metal, no sufrirá la hoja ninguna alteracion, y si el extremo de la espada se halla demasiado distante de otro conductor, tampoco se arrojará sobre él la chispa, pues que segun la hipótesis debe hallarse á una distancia corta con relacion á la energía actual del fluido eléctrico. Como la principal propiedad de la virtud eléctrica es su propension á comunicarse, se derramará sobre la contera de hierro que termina la punta de la vaina, y no hallando otro cuerpo semejante á una distancia proporcionada se replegará en cierto modo sobre sí misma, atacando la vaina, que formará entonces parte de la cadena para comunicarse en seguida al cuerpo del hombre. Mas aunque esta cantidad de materia eléctrica no sea suficiente para fundir la hoja, podrá sin embargo producir un efecto menor cual es el de quemar la vaina por el sexto principio; y lo mismo puede decirse de una botella de

Leyden, que no pudiendo fundir el escitador, derrite sin embargo una leve hoja de oro: á la manera que si se echa en un fuego no muy fuerte una espada envainada, la llama que se supone poco activa consumirá la vaina y dejará ilesa la hoja.

El tercer caso, esto es, cuando la vaina ha sido abrasada y la hoja fundida, guardada la debida proporcion, podrá esplicarse como el primero y segundo que acabamos de examinar y de los cuales hace parte; así que, la cosa no presenta la menor dificultad.

En fin, si la llama eléctrica del rayo no tiene tanta actividad como en las circunstancias precedentes, no hará mas que calentar el metal sin consumir siquiera la vaina. Hemos visto arriba que las llaves que se encontraron en la faldriquera de un hombre muerto por un rayo, se hallaban ardientes sin que por ello estuviesen derretidas en la mayor parte de sus dimensiones, y la ropa del vestido no habia sufrido la menor chamuscadura ni se habia siquiera calentado: este fenómeno se comprende fácilmente á vista de lo que cada dia sucede, pues proviene de que el metal, en razon de su mayor densidad, recibe mas grados de calor y los conserva mas largo tiempo, lo cual es fácil de experimentar colocando sobre una pieza de metal espuesta á los rayos del sol una gasa ó cualquiera otra ropa ligera, en cuyo

caso se hallará una diferencia muy notable en la intensidad del calor comunicado á ambos cuerpos.

Por último, cuanto mas se estudien y profundicen las leyes de la naturaleza y los sanos principios de la física, mejor se conocerán los verdaderos resortes de tantos fenómenos maravillosos como brillan por todas partes á nuestros ojos; y se verá que por mas multiplicados y diversos que sean provienen de unas mismas causas. La nueva esplicacion que acabamos de dar de un fenómeno de los mas difíciles, presenta un ejemplo; pero no podrá satisfacer sino á los que posean bien toda la teoría eléctrica, porque no es posible que la conozcan los que sean del todo extraños á la ciencia, ó tengan solo una tintura superficial que viene á ser lo mismo. No comprendiendo esta esplicacion, abrazarán con gusto el sistema de la mayor ó menor tenuidad de las moléculas del rayo y de los poros del acero, de la madera, &c., y esta geringonza engañosa seducirá lo mismo á los que la profieren que á los que la oyen: ¿mas en qué consiste que el lenguaje del error es casi siempre preferido al de la verdad?

Si por medio de la electricidad artificial se quisiese producir en nuestros gabinetes el mismo fenómeno de que hablamos, podria conseguirse del modo siguiente: por dentro de un tubo de carton se hace pasar un hilo de oro, que sea mas

largo á fin de que sus dos extremos sobresalgan del tubo: y hecha en este estado la esperiencia de Leyden con una ó muchas botellas, se verá el hilo metálico derretido sin que haya sido quemado el carton. Si se quiere hacer la cosa mas sencilla, bastará poner un pan de oro entre dos naipes colocados en una prensita, y hecha la esperiencia se derretirá el oro sin que se quemem los naipes.

CAPÍTULO CUARTO.

Del rayo ascendente.

SE sabe de muy antiguo que el rayo cae sobre la tierra del seno de las nubes; pero que haya tambien ocasiones en que se eleva hácia la atmósfera, se ignoraba todavía hace muy poco tiempo. El marques de Maffei fue el primero que con muchas observaciones exactas probó en este siglo que el rayo asciende, lo que comunicó á Mr. Vallisnieri, profesor de la universidad de Padua, en carta de 10 de setiembre de 1713, en donde dice que estando en tiempo de una tempestad en el castillo de Fosdinovo, situado sobre una montaña, vió nacer, formarse y estenderse el rayo bajo la forma de un fuego estremamente vivo, blanquizco y azulado, siguiéndose un estallido.

En 1719 se imprimió en Venecia en cuarto una coleccion de Opúsculos de Maffei, en donde á la página 330 se halla la carta de que acabamos de hablar con el título: *Della formazione dei fulmini*. Por el diario de Venecia (1), en el que trabajaba el señor Apostolo Zeno, consta que ya

1 Tom. 32. art. 7.

en aquel tiempo fue muy bien acogido el descubrimiento de Maffei.

En fin, en 1747 imprimió éste en la referida ciudad su tratado de la formación del rayo, en el cual bajo la forma de cartas dirigidas á diferentes sábios italianos y estrangeros, reunió todo lo que podia servir de apoyo á su opinion, rebatiendo cuantas objeciones podian hacérsele. Y estaba él mismo tan íntimamente convencido de la verdad de su sistema, que en la carta cuarta llega á sostener que el rayo se eleva siempre de la tierra, y jamas cae ni puede caer sobre parte alguna del globo. Cuantas veces, añade, tuvo proporcion de reconocer los sitios en donde se decia que habia caido algun rayo, advirtió que el rayo habia corrido de abajo arriba, como por egemplo en las señales que vió del que habia caido en el anfiteatro de Verona, en el que estalló en Ferrara en 1721, y en el territorio de Cesalona en el verano de 1731, &c.

El abate Gerónimo Lioni, de Ceneda, que habia sido uno de los impugnadores de este sistema, en su carta al padre Burgos (1) confiesa que habiendo presenciado un hecho decisivo se vió precisado á admitirle. El hecho fue que en una tempestad de las mas furiosas, vió de repente

1 Diario de Venecia. tom. 32. art. 8. §. 41.

una llama muy viva que se elevó rápidamente de la tierra á la altura de dos codos , y desapareció al momento con un ruido espantoso : *Subito accendi flammara vividissimam conspicio , duos paulò minús cubitus supra terram tenui tractu ascendentem , & citius quam narro evanescentem , relicto terribilissimo fragore , &c.*

Jorge Federico Richer abrazó igualmente la opinion de Maffei en un librito que publicó en Leipsic en 1725 con el título de *Natalibus fulminum tractatus phisicus*. Esta obrita que se halla dividida en tres partes, termina con un apéndice, en el cual se refiere entre otras una carta escrita por Justiniano Pagliarini, de Fotigno, en 5 de marzo de 1721, en donde se lee que en cierta ocasion á tiempo que en la bodega de los padres Benitos de dicha ciudad estaban trasegando á un tonel una porcion de vino que habian hervido, se vió brillar una llama al rededor del embudo, y en el momento en que se concluyó la operacion, se oyó un ruido espantoso semejante al de las bombas ó truenos : llenóse de fuego la bodega, en el suelo del tonel se encontró un agujero de tres pulgadas, rompiéronse las duelas, y sin embargo de estar sujetas con aros de hierro, fueron arrojadas con violencia contra las paredes.

En 1724 dos religiosos observantes profesores de filosofía, vieron en Luca un rayo bajo la forma

de un globito de fuego , el cual se formó y elevó en seguida rápidamente, oyéndose despues el ruido de una esplosion. Igual observacion hizo en Erbero (en el Veronés), un sacerdote llamado Picoli. El abate Mors en su tratado sobre las conchas y otras sustancias marinas que se hallan en las cumbres de los montes, publicado en Venecia en 1740, sostiene la misma doctrina de que el rayo no descende de las nubes, sino que se forma en los parages en donde existen, chocan y se inflaman las exhalaciones. El mismo autor imprimió tambien en la propia ciudad en 1750 una carta en forma de disertacion sobre el descenso del rayo de las nubes, la cual se dirige enteramente á probar el sistema del marques Maffei, y contiene sobre este objeto muchas investigaciones curiosas.

El médico Barcheton en el tomo segundo de los Comentarios de la Academia de Bolonia en 1745, refiere las observaciones que hizo en dicha ciudad de algunos fenómenos que acreditan la opinion de que el rayo se eleva de la tierra, y dice con esta ocasion el historiador de la Academia: *Fulmen de quo agimus, Maffeio se accommodare visum est.*

El general de Marsilli aseguró á Maffei que en un valle del pais de Berna (en la Suiza) en donde truena muy á menudo, habia observado varias

veces que la llama del rayo se elevaba de abajo arriba. MMr. Corradi y Vaselli hicieron tambien observaciones semejantes. El padre Fortunati, de Brescia, autor de varias obras, Albertoni, de Bassano, y otros muchos sábios que fuera largo citar aquí, adoptaron igualmente la opinion de Maffei sobre el origen del rayo.

Mr. de Vignoles, de la Academia de Berlin, estaba tambien íntimamente convencido de que el rayo no cae, y que cuanto se decia en contrario era impostura, credulidad ó efecto de otra causa natural. Véase en los elogios de los académicos de Berlin por Mr. Formey lo que se dice en él de Mr. Raimberk (1).

El célebre Mr. Segnier, de Nimes, citado por Maffei, hallándose en 1725 en una casa de campo distante una legua de dicha ciudad, cierta noche á cosa de las diez en tiempo tempestuoso, vió levantarse un rayo de un campo inmediato bajo la forma de una llama de una toesa de longitud en corta diferencia, que parecia tocar en el suelo y elevarse hácia arriba: cuyo fenómeno desapareció luego oyéndose un gran trueno. Al dia siguiente fue á recorrer el parage en donde habia visto aquella llama, y no encontró en los árboles ninguna señal del rayo. Este hecho es el que re-

1 Elogios de los académicos. tom. 2. pag. 39.

firió á su ilustre amigo el marques de Maffei; pero no es el único de que fue testigo.

Mr. Seguiet, aquel sábio profundo en todo género de conocimientos, me refirió que cuando se hallaba en Verona solia divertirse en tiempo de tempestad y particularmente cuando tronaba; dirigiendo la vista sobre la vasta llanura que se estiende desde Verona á Mántua, la que podia observar con toda comodidad desde una torre de la casa de Maffei que la dominaba, en donde habia formado un pequeño observatorio. » En dicha llanura, me decia, veía con mucha frecuencia salir de la tierra unos como cohetes de un fuego vivo que deslumbraba, los cuales se elevaban con asombrosa rapidez siguiendo una línea recta de abajo arriba.» Estos rasgos de fuego que brillaban como los relámpagos desaparecian muy pronto, y á lo que él cree iban siempre acompañados del estampido del trueno; pues aunque no le oía todas las veces que salia de la tierra alguna ráfaga de luz, esto consistia tal vez en la distancia. » Jamas he visto, me escribia en una de sus cartas, bajar de las nubes la menor centella de fuego, y solo he observado en el aire las líneas tortuosas de fuego en zic-zac que suelen verse cuando truena. Estas observaciones, añade, no se hicieron hasta despues de impreso el tratado de Maffei en 1747, y me confirmaron

en la opinion que ya habia formado al discurrir con él sobre el origen del rayo.”

— Pero este sistema aunque apoyado por el testimonio de muchos autores fidedignos, y lo que aun vale mas, por un sinnúmero de pruebas tan ciertas como decisivas, fue calificado de absurdo y estravagante veinte años antes de pasar por una verdad: tal es la condicion de la mayor parte de los descubrimientos, ser ordinariamente objeto de los sarcasmos de la ignorancia, de la preocupacion ó de la mala fe.

Y ¿qué dificultad hay, hubieran podido decir los secuaces de la doctrina de Maffei, en que el rayo se eleve de la tierra? Acaso las mismas causas formatrices que concurren á producir el rayo en los aires ¿no existen tambien en las entrañas de la tierra, ó no se reunirán allí para producir con sus combinaciones este metéoro formidable? Por ventura las misturas de azufre, betun y nitro, que tan gran papel hicieron en aquella física precaria y rancia de que se descubren aun mil ruinas en las pretendidas obras modernas, ¿no existirán ya en el seno de nuestro globo ó no se formarán en él combinaciones capaces de producir este efecto? Y á la verdad mas sencillo era que las efervecencias se verificasen en la tierra, donde sus diferentes principios existian y podian por su reunion combinarse de mil maneras, que en el in-

menso espacio de los aires, en donde no se hallaban sino por el poder creador de algunos filósofos noveleros. Pero la idea de Maffei se presentaba únicamente con los atavíos de la sencillez, y por eso fue desechada, que tal es la suerte de las verdades.

Y tambien los físicos electricistas de casi hasta nuestros dias han merecido la repulsa que acabamos de dar á los que los precedieron en la carrera de esta ciencia; porque ¿no pudieran haber discurrido que el globo terráqueo era bien así como las nubes, un foco fecundo y perpetuo de materia eléctrica, que hallándose ésta en ciertas ocasiones acumulada en la region media, era natural que se hallase algunas veces acumulada en una parte de la tierra, en cuyo caso para establecer el equilibrio debia precisamente dirigirse á la atmósfera, así como desciende de ella en circunstancias contrarias? Esta idea no podia ser mas natural, y sin embargo es tal la condicion del espíritu humano que ha sido largo tiempo desconocida, y lo fuera todavía si observaciones tan numerosas como constantes no nos hubiesen forzado, por decirlo así, á reconocer el recíproco comercio que existe entre el cielo y la tierra. Sí, el rayo desciende muchas veces á la tierra con estruendo, el terror y el espanto le preceden, y su camino queda señalado con toda suerte de es-

tragos ; mas tambien salta algunas veces del seno de la tierra y se lanza en la region de las tempestades. Acabemos de demostrar esta verdad con una série de observaciones hechas por otros sábios , cuyo testimonio sea irrefragable.

En las memorias de la Academia de las ciencias de Paris (1) se refiere que el ilustre Mr. Bonguer, que habia habitado algun tiempo en un pais montuoso , aseguró que muchas veces habia visto salir fuego de aquellas montañas cuando el viento dirigia hácia ellas ciertas nubes.

El abate Chappe , de Auterroche , que en 1761 fue por orden del rey á la Siberia á observar desde Tobolsk el paso de Vénus , en el viage que imprimió refiere sus experimentos sobre la electricidad natural , los que tuvo proporcion de repetir muchas veces , en razon de que en aquella parte del norte son muy frecuentes las tempestades. En ningun pais observó dicho académico una electricidad tan fuerte como en aquellas regiones cubiertas casi siempre de yelo ; y en las observaciones que hizo en Siberia notó constantemente que el rayo se dirigia de abajo arriba. Si las tempestades, añade, se examinasen con atencion y con ojos despreocupados , se veria con frecuencia salir el rayo de la tierra, lo que es

1 Memorias de la Academia. 1755. pag. 281.

muy fácil de observar en Tobolsk ; y es tambien muy verosímil que muchas veces se eleva en silencio por conductores invisibles , y no estalla hasta que ha llegado á cierta altura.

El mismo autor fue tambien testigo de este fenómeno en la tempestad ocurrida en Paris el 7 de julio de 1766. En la del 6 de agosto de 1767, á las nueve horas de la noche , vió asimismo este académico un rayo que se dirigió de abajo arriba ; y el propio dia á las diez de la noche , hallándose en compañía de Mr. Cassini, hijo, y Mr. de Prunelai á la ventana del pequeño gabinete de observacion , al este del observatorio vió igualmente un rayo que se levantó de la parte de Chatillon, bajo la forma de un cohete , cuyo volúmen y rapidez se disminuían á medida que se elevaba. Á las diez y media se aumentó la tempestad y los tres sábios referidos que permanecian aun en el mismo sitio , vieron otro rayo que se elevó siguiendo la direccion del mástil situado sobre el terrado del observatorio : »le vimos tan distintamente, dice , que todos gritamos *vedle , vedle.*» Al dia siguiente subió el abate Chappe á lo alto del mástil , y reconoció con todo detenimiento algunas señales indudables de la direccion que habia seguido el rayo á lo largo de dicho árbol (1).

1 Memorias de la Academia de las ciencias. 1767. p. 344.

Este ilustre académico, que puede reputarse como un verdadero mártir de la astronomía, sin que le arredrasen mas los fuegos del mediodia que los yelos del norte, solicitó con el mayor empeño en 1769 la gloriosa comision de ir al extremo del otro hemisferio á observar por segunda vez á Vénus sobre el disco del sol; y en esta ocasion, segun refiere en su viage á la California que publicó Mr. Cassini, hijo, presenció muchas veces el mismo fenómeno.

»En las inmediaciones de *Querétaro*, dice el abate Chappe (1), tuve la satisfaccion de ver y convencerme diferentes veces de la verdad de un fenómeno que habia sospechado mas bien que observado en Francia; á saber, el del rayo que se eleva de la tierra en lugar de caer de las nubes, segun la opinion comun. El 3 de mayo de 1769 hallándome cerca de Molino, pequeña aldea distante unas treinta y seis leguas de Méjico, descubrí hácia el sur una gran nube negra medianamente elevada sobre el horizonte, y todo el resto del hemisferio estaba como inflamado. Dicha nube parecia sostenerse sobre tres columnas igualmente distantes una de otra, y cuya base tocaba casi en el horizonte: mientras permaneció en este

1 Viage á la California. pag. 34.

estado, se sucedían relámpagos muy vivos y frecuentes en los tres puntos de la nube que correspondían á los vértices de dichas columnas, y al mismo tiempo salían de los puntos del horizonte en donde descansaban las bases unas irradiaciones de luz eléctrica semejantes á las que se ven en una aurora boreal. Muy poco despues se bajó la nube, y vimos elevarse del suelo muchos rayos en forma de cohetes que estallaban en lo alto de la nube. Por lo que á mí toca, estaba muy seguro de que no me hacia ilusion á mí mismo en esta observacion; pues todas las personas que me acompañaban, el intérprete y los soldados de la escolta que no se hallaban prevenidos por ningun espíritu de sistema, fueron los primeros que notaron el fenómeno, y sola una vez nos pareció que el rayo salia de las nubes. Dos dias despues volvimos á ver en corta diferencia el mismo espectáculo, y observamos igualmente que el rayo se elevaba de la tierra con bastante lentitud para poder distinguir su origen y direccion.”

El 27 de junio de 1772 reconoció Mr. Lavoisier en Paris, en casa el marques de Collabeau, las señales de un rayo que se habia elevado de la tierra, y comunicó sus observaciones á la Academia real de las ciencias.

El ilustre Mr. de Lalande nos da otra prueba de

esta opinion en el Diario de los sábios (1). Habiendo caido un rayo, dice, sobre la linterna ó fanal de Villafranca en el condado de Nicea, se vieron torrentes de fuego eléctrico que partian de la tierra y se arrojaban contra el remate á donde se dirigia la electricidad de la nube. Y prendiendo el fuego en el almacén de la pólvora murieron muchas personas y quedó el edificio muy maltratado por todos sus lados.

El padre Beccaria, cuyo nombre será honrado en los fastos de la física mientras ésta hermosa ciencia se cultive, refiere que algunas veces se han visto salir rayos de las cavernas subterráneas y de los pozos (2).

El padre Cotte, del oratorio, físico y observador exacto, vió muchas veces corrientes de fuego que se elevaban de la tierra, y dice en el Diario de los sábios que el 15 de agosto de 1776 hubo en Monmorenci una tempestad acompañada de granizo y truenos, y que estando el cielo encendido en fuego, se gozó durante una parte de la noche del mas bello espectáculo que puede imaginarse. » Tuve proporcion, continúa, de notar y hacer observar tambien á otras muchas personas, las dos corrientes de fuego que salian una de la

1 Diario de los sábios. noviembre 1775. pag. 767.

2 Cartas sobre la electricidad. pag. 228.

tierra y otra de las nubes para formar los relámpagos que se sucedian sin interrupcion." Igual observacion participó el mismo padre Cotte en 1768 á la Academia de las ciencias, de la que era socio correspondiente. En 1769 le comunicó otras semejantes que se hallan consignadas en la historia de la Academia, pag. 20, con motivo de la tempestad del 7 de julio de dicho año, en donde se advierte que él mismo observó tambien muchas veces que el relámpago, ó por hablar con mas exactitud la ráfaga de fuego que le causa, salia muchas veces á un mismo tiempo de la tierra y de las nubes: »lo cual, me escribia, lo he observado tantas veces, que no puedo dudar que semejante fenómeno se verifica siempre que la nube tempestuosa se aproxima á la tierra lo suficiente para que las dos corrientes puedan reunirse."

Tambien yo he hecho por mí mismo en diferentes circunstancias muchas observaciones de este género, que son otras tantas pruebas directas que confirman la opinion de que el rayo se eleva de la tierra. El 28 de octubre de 1762 á cosa de las cinco y cuarto de la mañana, hallándome á un cuarto de legua de Brignai, diócesis de Leon, me asaltó una tempestad horrorosa que duró hora y media, en cuyo espacio distinguí muchas corrientes de fuego que se elevaban de la tierra y eran seguidas de un estampido seme-

jante al del trueno, pero seco y casi nada repetido. En esta ocasion me hallaba yo en el camino real con un compañero de viage y un criado: á un lado teníamos una pequeña cordillera de montañas, y al otro una especie de valle; y pude observar fácilmente la direccion del rayo que salia de la tierra, en razon de que el tiempo que al principio habia sido claro se puso despues muy oscuro, y las ráfagas de fuego se sucedieron con mucha frecuencia. Continuando la tempestad, arreció el viento, cayó una lluvia copiosa acompañada de granizo, y á la que hacia cosa de media hora que habíamos comenzado á notar unos cohetes luminosos que se lanzaban de la tierra contra las nubes, ví caer un rayo acompañado de un estampido tan horroroso, que puedo asegurar que no le habia oido nunca tan fuerte, sin embargo de haber sido testigo de diversas tempestades acompañadas de truenos espantosos. En esta ocasion advertí varias gotas de agua luminosas como tambien algunos granizos, de cuyo fenómeno hablaremos en su lugar. Dicha tempestad se reputó como una de las mas furiosas que se habian visto aun en aquella comarca, pues dejó asolada una gran parte del pais, habiendo sembrado por todas partes el terror y la devastacion.

El 30 de junio de 1773 cerca de las seis de la tarde cayó un rayo en Casoul, lugar situado á dos

leguas de Beziers, y mató á un hombre. En esta tempestad, que duró algun tiempo, ví tres corrientes de fuego muy marcadas, que se elevaron sucesivamente de la tierra hácia las nubes, produciendo una esplocion muy fuerte.

El 21 de agosto de 1774 á cosa de las cinco y media de la tarde, con motivo de un viage que habia emprendido con el objeto de formar una coleccion de coralinas en las costas del océano y en algunas islas vecinas, me hallaba yo con otras varias personas á pocas leguas de Tolosa y cerca de dos de Granada (1) en un tiempo de los mas tempestuosos. La estacion habia sido hasta entonces muy calorosa, habíase padecido una larga sequia, y las aguas de diferentes rios, y particularmente del Garona, corrian muy bajas. Á la hora pues que dejo referida, nos sorprendió de improviso una fuerte y copiosa lluvia precedida de todas las señales que anuncian á una tempestad, y ví distintamente un rayo que se levantó de la tierra y estalló á cierta elevacion con un estrépito muy fuerte aunque poco repetido; la figura de la llama, que culebreaba con gran rapidez, nos parecio de poca longitud.

Hallándome en Narbona el 4 de agosto de 1775, á cosa de las cuatro y cuarto de la tarde ví formarse

1 Pueblo de Francia en el Riverdun.

una tempestad sobre la ciudad de Beziers y sus cercanías. En esta ocasion percibí muchos rasgos de fuego que se elevaban de la tierra hácia las nubes, y al mismo tiempo cayó un rayo y mató á un hombre en Castelnau, casa de campo situada entre Beziers y Narbona, cerca del estanque de Vendres.

Una de las tempestades mas furiosas que yo he observado es la que se experimentó el 25 de agosto de 1775 á las siete de la tarde, la cual se estendió á muchas leguas con la misma fuerza: un viento impetuoso, lluvia copiosísima, relámpagos sucesivos y truenos espantosos parecian conspirar para esparcir por todas partes el terror y la consternacion. Árboles desgajados ó arrancados de raiz, chimeneas derribadas, paredes derruidas, techos arrebatados en todas direcciones fueron los tristes efectos de aquel huracan terrible, cuya memoria será eterna en dicha provincia por la tormenta que escitó en el estanque de Thau, en donde perecieron lastimosamente muchas personas que se habian embarcado en Cette antes de la tempestad: dicho estanque que recibe las aguas del mar, es infinitamente mas peligroso que éste en tiempos tempestuosos.

Cerca de las siete y cuarto, y por espacio de media hora, ví una multitud de relámpagos sucesivos que se elevaban de la tierra y subian con

rapidez hácia las nubes: su direccion era muy marcada, la oscuridad permitia seguir con la vista la figura que trazaban en el aire, y su multiplicacion sucesiva, durante un tiempo considerable, presentaba mil ocasiones para observar este fenómeno sin peligro de ningun error ó ilusion. Por otra parte como yo conservo en tiempos borrascosos una calma y serenidad extraordinarias, y observo siempre que puedo las tempestades, los relámpagos, los rayos y los truenos con aquella especie de placer que sienten ordinariamente los que se deleitan con la vista de los diversos espectáculos que nos presenta la naturaleza, y tienen la curiosidad de conocer los interesantes fenómenos que continuamente produce; me he hallado en la situacion necesaria para ver bien, esto es, con los ojos de una firme seguridad y no con los del temor. En estas ocasiones no solo he visto salir relámpagos de la tierra, sino del mismo mar, como muy luego referiré.

Cerca de las ocho menos cuarto cayó un rayo sobre un ángulo de las casernas de Beziers, y derribó en el suelo algunos soldados que se hallaban en una pieza situada en aquella parte, los cuales sintieron al mismo tiempo un fuerte olor de azufre: una muger cegó y permaneció en este estado por algunos dias, y unas cacerolas fueron arrojadas á larga distancia. Dirigíme inmediata-

mente al sitio, y me pareció que todos los efectos del rayo manifestaban que se habia elevado de la tierra. Las casernas se hallan sobre una pequeña colina, y el ángulo en donde reconocí los vestigios de aquel funesto metéoro, forma una parte de la muralla de la ciudad hácia el rio, entre el cual y este edificio se hallan diferentes campos de los que pudo elevarse el rayo. En el medio del espacio que hay entre la ventana del primer piso y la del segundo, se veía un agujero que habia hecho el rayo, arrancando una porcion de mortero y algunas piedras, tras lo cual habia abierto en la pared una hendidura perpendicular, que llegaba hasta el marco de la ventana del segundo piso, en donde siguió la direccion de uno de los barrotes de hierro que estaban clavados en él, destrozando tambien y arrojando muy lejos algunas piedras. Al extremo superior de dicho barrote rompió la piedra en donde estaba asegurado é hizo saltar igualmente un pedazo. Una porcion de mortero y algunas piedras fueron arrojadas por encima de la ventana del segundo piso hasta el techo, en donde rompió tambien muchas tejas arrojándolas á larga distancia, especialmente las que hallándose colocadas sobre otras formaban una especie de vuelo ó coronamiento. La muger que perdió la vista por algun tiempo, y que fue derribada con

otras personas y algunas piezas de batería de cocina, se hallaba delante de la misma ventana del primer piso colocada bajo el primer agujero que hizo el rayo en la pared; los cristales estaban cerrados, y la referida muger entornaba en aquel momento el postigo interior para no ver los relámpagos que hacia ya largo rato se sucedian con mucha rapidez.

En la tempestad que hubo el 2 de noviembre del mismo año por la tarde, ví tambien muchos corrientes de fuego que se elevaban en zic-zac con un estallido seco; mas no tan fuerte como cuando cerca de la media noche cayó un rayo en una casa que no dista cien pasos de la mia, el cual dejó unos vestigios en los que noté muchos fenómenos de que hablaré en otra parte. Dos amigos míos que han vivido mucho tiempo en los valles del delfinado, me han asegurado que en aquellas comarcas han visto muchas veces subir el rayo de la tierra y dirigirse al cielo: fenómeno que no es raro en las montañas. Como en la parte del Langüedoc que hace algunos años habito son muy frecuentes las tempestades y los rayos hacen muchas veces grandes estragos, pues que casi todos los años matan algunas personas, como por egemplo en el mes de julio de 1776 que murieron cuatro solo en el lugar de Puisserie á dos leguas de Beziers; he tenido proporcion de ob-

servar muchas tempestades, y no me acuerdo de haber presenciado una sola algo considerable, sin ver algunos rayos que se elevaban de la tierra: únicamente en las muy ligeras he dejado de notar este fenómeno; de modo que despues de muchas observaciones he venido á tener por regla bastante general que el rayo en las grandes tempestades aun cuando caiga en seguida, por lo menos empieza elevándose de la tierra, y en las ligeras al contrario, es mas frecuente el caer de las nubes que el subir hácia ellas. He notado tambien que el estampido que acompaña á la esplosion del rayo, no es tan fuerte cuando éste se eleva de la tierra como cuando descende de las nubes, pues en este último caso es el ruido mucho mas intenso: observacion general fundada en un sinnúmero de hechos que he tenido proporcion de examinar.

Por mas inverosímil que acaso haya parecido en un principio nuestra opinion á muchas personas, sin embargo es como se ha visto una verdad demostrada que al fin ha venido á ser generalmente reconocida.

Creemos pues hallarnos en el caso de aplicar aquí lo que dice ingeniosamente Mr. Fontenelle. » Sucede de ordinario en física que cuando una cosa puede ser de dos modos, es de aquel mas contrario á las apariencias. Es posible v. g. que la tierra gire al rededor del sol, ó el sol al rede-

dor de la tierra ; pero esto último es lo que aparece á los ojos de todos : lo primero pues será lo verdadero. El rocío puede igualmente caer de cierta region del aire ó elevarse de la tierra hasta dicha region ; mas todos juzgan que cae y que es un don con el cual se dice que favorece el cielo á la tierra : pues no hay nada de eso, el rocío ó por lo menos lo que se llama propiamente *rocío*, esto es, aquellas gotas de agua casi imperceptibles cada una de por sí, pero que pueden fácilmente reunirse y que se hallan hasta cierta hora de la mañana sobre las plantas, el lienzo, &c., se eleva de la tierra." Por el mismo término pues, puede añadirse, es posible que el rayo descienda sobre la tierra ó se eleve de ella : casi todos piensan que se lanza siempre de las nubes á la tierra ; luego lo mas comun es elevarse de ésta.

Me persuado que las muchas pruebas que se han acumulado, no tan solo convencerán á todos sino que ademas determinarán á la mayor parte de los físicos á observar con ojos atentos las tempestades, en las que verán muchas veces elevarse el rayo de la tierra, y repetidas y generalizadas así las observaciones ya no encontrará impugnadores esta opinion. Las investigaciones que sobre este objeto tengo hechas, no me permiten dudar que de cien personas que creen que el rayo cae siempre de las nubes, no hay dos en realidad que le

hayan visto caer una vez sola, pues ordinariamente no se apoyan sino en la fe de las preocupaciones y de la comun credulidad, y esto consiste en que cuesta menos dejarse arrastrar por el torrente de la multitud que examinar con detenimiento, considerar con madurez y observar con exactitud los fenómenos de la naturaleza.

Los principios, la razon y la teoría están acordes con las observaciones. Téngase presente lo que dijimos arriba de que pudiendo la materia eléctrica acumularse en el seno de la tierra por diferentes causas, como lo está á las veces en las nubes, debe suceder en el primer caso lo mismo que se verifica en el segundo, esto es, escaparse del lugar en que se halla en mas abundancia y dirigirse á donde haya menos para restablecer el equilibrio; pues esta es una ley general de hidrostática á que están sujetos todos los fluidos y particularmente el eléctrico, que segun enseña la esperiencia se arroja en forma de penachos ó chispas de los cuerpos electrizados á los que lo están menos.

Debe suponerse como arriba queda demostrado, que el rayo es un fenómeno eléctrico, sin que la mas estúpida ignorancia pueda ser ya disculpa suficiente para sostener lo contrario; porque las puntas elevadas de las que se han sacado chispas, la desgraciada muerte del profesor Rich-

man sucedida en Petersburgo, y ocasionada por una descarga del aparato que se electrizó súbitamente; y los cometas eléctricos de Mr. Romas, Franklin y el padre Beccaria que dieron en tiempos tempestuosos una cantidad prodigiosa de fuego eléctrico, son pruebas no menos incontables que decisivas de esta verdad. Ni se reservaron solamente estas maravillas á un corto número de sábios, pues cada dia se renuevan. Hace muy poco (el 19 de julio de 1676) convidó el señor duque de Chaulnes á muchos físicos á asistir á algunos esperimentos de electricidad, y habiendo sido yo uno de ellos, saqué chispas de la bola de cobre suspendida al extremo del bramante de su cometa eléctrico, lo que tambien hicieron otros muchos (1). El uso de los conductores aislados se halla en el dia mas generalizado que nunca, y la mayor parte de los físicos sacan chispas de ellos con mucha frecuencia; sobre lo cual pueden tenerse presentes las varias observaciones de que hasta ahora hemos hecho mencion.

Los hechos que anteceden son los que referí en 1776, en cuya época creí oportuno llamar la atencion hácia este objeto, que siendo en mi opinion muy importante, no habia gozado hasta

1 Yo leí esto en la junta pública que celebró por aquel tiempo la Academia de las ciencias de Mompeller.

entonces del grado de evidencia que merece. El éxito de la memoria que entonces imprimí escedió de mucho á mis esperanzas (1), y aun tuve despues la dulce satisfaccion de ver que habia sido generalmente adoptada. Y desde entonces acá, segun noticias que me han comunicado muchos físicos, se ha aumentado considerablemente el número de observaciones análogas á las que yo habia reunido.

Los dos hechos siguientes relativos á la electricidad natural y al rayo ascendente, me los comunicó Mr. Fougeroux de Bondaroy, de la Academia de las ciencias. »El difunto Mr. Dubamel, de Denainvilliers, mi tio, solia referirme que hallándose á un cuarto de legua de su casti-
llo, en unas laderas de sus posesiones por donde

1 He aquí lo que de ella dijeron entonces los autores del Diario enciclopédico (11 de mayo de 1778, pag. 105 y siguientes): »Hemos dado ya una idea de esta memoria leida y vivamente aplaudida en una sesion pública de la Sociedad real de Mompeller, celebrada á presencia de los tres órdenes de los estados generales de la provincia del Langüedoc; mas la importancia de la materia de que trata, la distinguida acogida con que la recibieron los mas célebres académicos, como tambien los físicos mas recomendables por su ingenio y conocimientos, y en especial el señor conde de Buffon, cuyo voto solo justifica los demas y podria aun valer por todos, nos determinan á desenvolver aquí lo que solo indicamos en un principio.»

corre un pequeño riachuelo, vió elevarse de la tierra á cosa de tres ó cuatrocientas toesas de él, y sobre la otra parte del rio, una corriente de fuego que comparó en el primer momento á un gran cohete volador; pero cambió muy pronto esta primera idea oyendo un fuerte estampido, sin descubrir mas que una pequeña nubecilla sobre el sitio de donde habia saltado aquel chorro de fuego. Un vecino de Denainvilliers digno de toda fe me contó que hallándose al pie de la misma ladera, no lejos del riachuelo, en tiempo tempestuoso, vió en el camino un pequeño monton de polvo, y habiéndole removido con el pie, sintió una chispa de electricidad y sufrió una quemadura encima del talon que le mortificó por muchos dias (1).”

Mr. Ferris refiere dos egemplos de rayos ascendentes. En uno de sus viages á tiempo que tronaba vió elevarse de la tierra una llama; y otro observador en ocasion en que principiaba á cubrirse el cielo, percibió á lo largo de un bosque una cerca de fresales, *sobre la cual se elevaban unas pequeñas llamas de puntas desiguales, en diferencia de cerca de medio pie de la elevacion comun.* » Entre tanto se cubria el cielo, y sobre todo encima del bosque, y nuestro

1 Carta de dicho sábio de 6 de junio de 1779.

viagero se alejó á mas de un cuarto de legua de distancia; volvióse entonces y descubrió una llama que descendia sobre el bosque; y habiendo andado algunos pasos mas oyó muchos truenos á sus espaldas (1).”

Mr. Le Gentil, de la Academia de las ciencias, asegura en su obra que en una tempestad ocurrida en la isla de Francia en febrero de 1771, *vió salir relámpagos de la tierra.* »Hallábame, dice, con otros muchos sugetos sentado muy tranquilamente en la galería mirando como llovía, y estábamos bien ajenos de pensar en el rayo, de que no se notaba ningun presagio; cuando de repente vimos á quince ó veinte pasos de nosotros, tras la pared delantera de la casa, una luz que no provenia de las nubes, sino que apareció súbitamente como si se hubiese disparado un cañonazo á la citada distancia de quince ó veinte pies de nosotros. En el mismo instante oimos un estrépito semejante al de una descarga de muchos cañones de grueso calibre, acompañado de un zumbido semejante al que hacen muchas bombas que salen á la vez de los moteros, habiendo sido un solo acto ver el relámpago y oír el trueno. Siguiéronse luego dos truenos que dejaron un

1 Observaciones sobre la física, historia natural, &c. 1783. pag. 198.

intervalo de algunos segundos entre el relámpago y el estampido (1).” El padre Feijoo refiere tambien muchos egemplos de relámpagos salidos de la tierra en tiempo de tempestad.

Mr. Poivre, intendente que fue de las islas de Francia y de Borbon, me aseguró que en el mes de abril de 1768 vió un rayo fuerte y seco que se levantó del establecimiento de las herrerías, en el cuartel de las Pamplemusas, y mató á una negra.

En la furiosa tempestad ocurrida en Chantilli y sus cercanías en agosto de 1771, se elevó un rayo de la tierra, cuyo hecho me confirmó S. A. serenísima el señor príncipe de Condé, el cual no solo vió elevarse el rayo, sino que experimentó tambien una fuerte conmocion eléctrica, lo que sucedió igualmente á otros príncipes y señores que le acompañaban.

Hace algunos años cayó un rayo sobre un árbol de los campos elíseos de Paris, y habiendo reconocido Mr. Marchais los vestigios que dejó, observó que el terreno del rededor tenia muchos agujeros de dos ó tres líneas de diámetro en tres o cuatro parages, la corteza habia sido arrancada de abajo arriba, las hojas del árbol estaban amarillas y tostadas por debajo, y se habian encogido

Viage al mar de las indias, &c. tom. 2. pag. 659.

como lo hace un pedazo de pergamino que se acerca al fuego , en cuyo caso se pone convexa la parte que mira al fuego , y los extremos se tuer- cen y rollan. La parte de encima de las hojas habia conservado su verdor.

En una tempestad que se experimentó el 28 de junio de 1778 en Marsillargues , á algunas leguas de Mompeller , despues de muchos truenos redo- blados , vió Mr. Mourgues muy distintamente una columna de fuego que se levantó de la tierra en línea vertical , y se dividió en seguida en dos ramos horizontales formando una T mayúscula con undulaciones , y en el mismo instante se vió el observador cercado de fuego y oyó un estam- pido horroroso. Media hora despues y á unas treinta toesas del lugar en donde se hallaba cuando estalló el trueno , vió un olmo que habia sido maltratado por un rayo en muchos puntos desde el pie hasta la cima , de la cual pendian muchas tiras de corteza ; la tierra inmediata al árbol y algunos pedazos de las raices someras , habian sido conmovidas de abajo arriba ; gran parte de las hojas se hallaban encorbadas , estan- do cóncavas y de color natural en la superficie superior , al paso que la inferior se hallaba con- vexa , roja , encrespada y como chamuscada. Á unas mil y doscientas toesas de dicho olmo se reconoció el mismo fenómeno en un corpulento

sauce desgajado en gran parte por el rayo, y cuyas hojas estaban convexas y como quemadas por debajo, y cóncavas y verdes por encima. Á cien toesas norueste del primer sitio pareció también que el rayo habia salido de la tierra y habia rajado otro sauce muy grande: los vestigios que se advirtieron señalaban asimismo una direccion de abajo arriba pero en línea espiral. Dicho sauce era el mas alto que habia en aquel sitio y el terreno inmediato á su pie habia sido removido. Los mismos fenómenos presentaron en corta diferencia otros dos grandes sauces que se hallaban á derecha é izquierda de este último, al paso que quedaron ilesos dos pequeños que habia en el intermedio.

Igual fenómeno observé yo en un árbol herido por el rayo ascendente en el territorio de Alignan du Vent, á tres leguas de Beziers. Hasta un tercio de su altura casi todas las hojas estaban convexas, amarillentas y secas por debajo conservando por encima el color natural; y al paso que un lado del árbol habia sufrido esta alteracion, la otra parte como asimismo las hojas de las ramas mas altas habian quedado ilesas. Veíanse también algunas tiras de corteza que en parte estaban arrancadas y divididas en su extremo superior en pequeños hilos, que formaban una especie de franjas leñosas, cuyos diversos efectos prueban

que el rayo habia salido de la tierra. Á distancia de algunos pasos se halló una abertura de cerca de pie y medio de diámetro, por la que al parecer se habia lanzado el rayo sobre el árbol á unos tres pies de su elevacion, en cuyo punto habia sido levantada ó rajada la corteza. Los fenómenos referidos en estos tres casos son á mi parecer muy curiosos y decisivos en apoyo de la opinion que admite el rayo ascendente.

Mr. Tastu, doctor en filosofía, abogado del consejo de Perpiñan y testigo ocular, me aseguró tambien que en cierta ocasion vió salir un rayo de un albañal del puente de Envestil en Perpiñan, en donde se recogen todas las inmundicias de un barrio de la ciudad. Dicho metéoro fue á parar á una casa situada en la calle del Gobierno, y derribó un pedazo de pared.

Mr. de Puymaurin, hijo, de la Academia de las ciencias de Tolosa, me refirió el hecho siguiente: en 1783 en la Miral, cerca de Tolosa, salió un rayo de un monton de estiércol que se hallaba frente la puerta de la casa de campo de la señora marquesa de Montegur, y cruzando el camino que estaba de por medio, se metió en el corral, se dirigió á las troges y las encendió causando una pérdida tan considerable, que se apreció en veinticinco ó treinta mil francos. Esta

ocurrencia fue causa de que al año siguiente se colocase en aquel parage un pararrayos.

Muchos testigos oculares me aseguraron que el 25 de junio de 1785 á eso de las siete de la tarde se vió distintamente un rayo ascendente hácia la parte de Jonsels, aldea situada en las encumbradas montañas de la diócesis de Beziers, y se oyó en seguida un gran trueno sin que á aquella hora hubiese ninguna nube sobre el horizonte.

Mr. Buissart, miembro de muchas Academias, refiere un ejemplo de rayo ascendente ocurrido el 24 de febrero de 1774 entre ocho y nueve de la mañana en la torre y campanario de Rouvroi, lugar situado á cuatro leguas de la ciudad de Arras. Las pruebas que da este sábio para demostrar que el rayo referido era ascendente son: Primero: el levantamiento ó dislocacion de todo el piso al pie del campanario. Segundo: la destruccion de tres ó cuatro piedras de la torre en un parage particular por el ángulo que formaba una plancha á lo largo de la viga maestra, la cual si el rayo hubiese venido de arriba hubiera sido maltratada por la parte opuesta. Tercero: el sacudimiento que esperimetó en el momento de estallar el rayo una persona que se hallaba al pie del campanario, entre la torre y la nave, y el

haber sido arrebatado el remate de la veleta (1).

El 21 de junio se vió en Sallon un rayo ascendente, y en el mismo dia se observaron otros varios en diferentes puntos. »En muchos lugares por donde pasé, dice el caballero de Lamanon (2), me enseñaron un gran número de árboles descortezados por el rayo, y advertí que la parte de la corteza ó madera arrancada era casi siempre ancha á la parte del pie y estrecha en la que correspondia á la copa, lo que al parecer debia provenir de que el rayo habia encontrado algunos obstáculos, y tenia menos fuerza al paso que atacaba una parte del árbol mas elevada. Yo pienso que aquellos rayos habian sido todos ascendentes, porque noté en el suelo algunas aberturas al pie de los árboles descortezados. Observé tambien que los terrenos secos habian sido menos castigados del rayo que los húmedos, y esto me confirmó mas en la idea de que le mayor parte de los rayos de aquel año fueron ascendentes.»

El 27 de abril de 1782 á cosa de las cinco de la tarde, durante una furiosa tempestad acompañada de truenos, lluvia y un pedrisco que taló todas las campiñas de las cercanías de Verona, observó

1 Observaciones sobre la física é historia natural. 1783. tom. 2. pag. 279.

2 Idem. 1784. pag. 13.

Mr. Saverio Larofola un rayo que salió del medio del corral de su casa de campo distante dos millas de la ciudad. Hacia pocos dias que de pronto se habia dejado en aquel sitio una porcion de estiércol perfectamente consumido para trasladarle en seguida á otra parte; y de aquel mismo parage, en cuyo centro habia quedado un poco de estiércol, »se vió salir de improviso una llama que no solamente se derramó con rapidez por todo el espacio que el estiércol habia ocupado, sino que se elevó como en busca de la lluvia que era entonces muy copiosa. Es de advertir que aquella parte del corral servia algunas veces para cerrar el ganado, y tambien solia depositarse allí el estiércol que se sacaba del establo. La llama se elevó hasta cinco ó seis pies del suelo y estalló con violencia, pero felizmente fue en el ángulo del corral mas distante de la casa, la cual se estremeció toda á causa del estrépito, que fue semejante al de un trueno; y dos jóvenes, hijos de Mr. Larofola, sintieron al mismo tiempo una conmocion tan violenta en todos sus miembros que llegó á dar cuidado su vida. Una gran pilastra de la puerta del corral que daba al campo quedó enteramente destruida, pero la casa no sufrió lesion alguna. Este acontecimiento tuvo ademas algunas consecuencias: el campo en donde se habia esparcido el estiércol, presentó tambien

señales evidentes de haberse inflamado en cinco moreras, entre otras se vieron efectos singulares; yo las reconocí una por una, dice Mr. Antonio-Mario Lorgna en su carta al caballero Volta (1), y las examiné con la mayor atención. La corteza subiendo del suelo arriba (lo que debe notarse) estaba arrancada, como si de propósito la hubiesen despegado con un cuchillo lo menos hasta tres pies de elevación, de modo que no presentaban sino un tronco pelado y algunas pequeñas hendiduras en las ramas; las hojas de la cima del árbol tenían algunas señales de fuego, y al pie de una morera que distaba una milla del corral, se veía un boqueron que penetraba profundamente por bajo las raíces.”

Tantos hechos observados en tiempos diversos, en lugares tan distintos entre sí y por personas instruidas y versadas en las ciencias, desvanecen cualquiera duda que pudiera quedar sobre la existencia del rayo ascendente, que los sábios mas ilustres parece han admitido desde que se publicó mi primera memoria sobre este objeto. El señor príncipe de Gallitzin, enviado extraordinario de S. M. el emperador de todas las Rusias, en su carta sobre algunos objetos de electricidad

1 Observaciones sobre la física é historia natural, &c., noviembre 1782.

dice: »al presente pues, parece incontestable que el rayo se eleva muchas veces de la tierra: yo al menos me he convencido enteramente de ello al examinar con atencion muchos objetos heridos por el rayo.» (1)

El señor conde de Buffon me escribia en estos términos el 12 de abril de 1781: »La observacion del rayo ascendente es digna de todo elogio, y considerándola yo como uno de los mayores descubrimientos de la física moderna, no puedo menos de felicitar á usted por haberle llevado hasta el punto de la demostracion.... nadie, amigo, ha adelantado mas que usted en las investigaciones sobre este objeto tan interesante.» En su carta del 8 de marzo de 1778 habia dicho ya que en la memoria que yo tenia impresa sobre este objeto, ponia fuera de duda el hecho del rayo àscendente, que segun él es en efecto mas comun que el descendente.

De la misma opinion es Mr. Gueneau de Montbeillard, y lo propio pensó Mr. d'Alembert luego que vió mi primera memoria.

Mr. Vanswinden, profesor de física en Amsterdam, dice lo siguiente: »tan cierta me parece la existencia del rayo ascendente como la del des-

1 Carta sobre algunos objetos de electricidad: en la Haya 1778. pag. 8.

ascendente, y me causa gran satisfaccion el ver que comienza á generalizarse una opinion que no puede racionalmente dudarse." En Siberia sobre el Ural, y en los montes de Werchoturie, se experimentan con frecuencia esplosiones violentas: »y estas esplosiones, dice el sábio naturalista Dietrich, ¿no podrán ser rayos que se elevan de la tierra?"

El ilustre Mr. Bernuilli, actual astrónomo real de Berlin, me escribia el 27 de marzo de 1781: *hay en este pais algunos egemplos de rayos que se han elevado de la tierra.* De la misma opinion es Mr Vivenzio, célebre físico de Nápoles.

Fácil nos seria traer en apoyo de nuestro sistema el testimonio de otros muchos sábios; pero el gran número de hechos y observaciones que hemos referido, basta sin duda para producir la mas amplia conviccion, que es lo que hizo decir á Mr. Buissant que esta doctrina »ha sido generalmente adoptada en física, sobre todo despues que por una série de pruebas inequívocas se ha reconocido que el rayo es unas veces ascendente y otras descendente: verdad que se halla puesta en el mas alto grado de evidencia en la escelente memoria de Mr. Bertholon." (1)

1 Observaciones sobre la física é historia natural, 1777. pag. 179 y sig.

Y no tan solo de la tierra, sino del mismo seno de las aguas se eleva á las veces el rayo: yo le he visto muchas veces subir en forma de saetas de fuego, y serpenteando por la atmósfera estallar en seguida con estrépito. La proximidad del mar en donde he habitado muchos años, y la situación de mi gabinete que me ofrecia por perspectiva una bella playa, no permitia ningun error en estas observaciones. Era muy comun el ver corrientes de fuego que se elevaban del mar hácia las nubes, cuando habia alguna tempestad sobre aquella parte del horizonte; lo que se verificó señaladamente como arriba he dicho el 25 de agosto de 1775. Tal vez esto no sucederá sino en los parages que se hallan inmediatos á la costa, en razon de que las aguas del mar tienen hácia las orillas muy poca profundidad; pero aunque ignoro si á cierta distancia y mas adentro del mar hay rayos marinos que suban hácia las nubes ó descendan de éstas, sin embargo la analogía lo persuade tanto mas, quanto hay bombas y tifones que provienen de la misma causa, esto es, de la electricidad. Como quiera, el rayo es entonces menos peligroso, y parece se contenta con llenar de terror y espanto á los espectadores que le observan: su huella es fugitiva como el relámpago que le precede, y solo estalla para anunciar que ya no existe.

Mi amigo Mr. Poivre, que residió mucho tiempo en la India, como intendente que fue de las islas de Francia y de Borbon, me aseguró que en Manila habia visto muchas veces elevarse columnas de fuego, en especial de en medio del lago en donde se halla una pequeña isla de nueva formación. ¿Y no podría ser tambien un rayo ascendente aquella llama que en el mes de diciembre de 1740 se elevó una noche del lago de Quilotoa en el Perú?

Es muy probable en fin que los antiguos tenían conocimiento del rayo que se eleva de la tierra, pues vemos que los etruscos distinguían dos suertes de rayos, á saber, celestes y terrestres: los primeros caían de las nubes oblicuamente y serpenteando, los otros se elevaban de la tierra en línea recta: *Etruria*, dice Plinio, *erumpere terrá quoque fulmina arbitratur*, &c. (1) Habiendo dicho Séneca que la ciencia de los rayos se divide en tres partes, la primera de las cuales consiste en observarlos, la segunda en interpretarlos y la tercera en conjurarlos: *nunc ad fulmina revertamur, quorum ars in tria dividitur: quemadmodum exploremus, quemadmodum interpretemur, quemadmodum exoremus* (2);

1 Hist. Nat. Plin. lib. 2. cap. 33.

2 Quæst. Nat. lib. et cap. eod.

añade Mureto en sus notas : *mirum cur non & pro quarto addiderit artem fulminum eliciendorum sive evocandorum, de quâ est apud Ovidium libro tertio fastorum, & apud Plinium capite quinquagesimo quarto, libro secundo & alios, sed illam fortassis, tamquam nimis periculosam abjecerant.*

CAPÍTULO QUINTO.

De los pararrayos.

CONOCIDA ya la naturaleza del rayo, sabidas sus causas y los principales fenómenos que presenta, nada tan oportuno como investigar si existen algunos medios que puedan preservarnos de este terrible metéoro, y cuáles sean los mas eficaces. Hace aun muy poco tiempo que el proyecto de disipar el rayo, dominarle en cierto modo, y prevenir sus formidables y desastrosos estragos, se miraba como la quimera mas estravagante que podia producir el ingenio humano: y á la verdad, es menester convenir en que semejante empresa es la mas atrevida que ha podido acometer la intrépida raza de Jafet.

El Nuevo-Mundo, la dichosa Pensilvania, fue la cuna de esta sublime idea; mas tambien tiene la Francia la gloria de ser la que primeramente la acogió, hizo los primeros ensayos, y probó incontestablemente, por medio de observaciones tan seguras como asombrosas, que el ingenioso Franklin habia adivinado el secreto de la naturaleza. Ya hemos visto el éxito con que los Dali-
bart, Delor, Buffon, Lemonnier, Bertier, &c., hicieron estas primeras esperiencias, de que ha-

blamos, y que forman la época mas brillante de la física. Examinemos ahora cómo pudo presentarse al entendimiento la idea de los pararrayos.

Luego que se tuvo seguridad de que el fluido eléctrico y el que forma el rayo no eran mas que una sola sustancia, y que el uno y el otro producian los mismos efectos y tenian iguales propiedades, debió ser fácil á cualquiera físico instruido hallar un preservativo contra el rayo. Mas aunque del primer descubrimiento á este segundo solo habia un paso, era un paso de gigante, y estaba reservado al célebre Franklin: siendo este otro de los admirables puntos de semejanza que existen entre este descubrimiento y el de los globos aereostáticos del inmortal Montgolfier.

ARTÍCULO PRIMERO.

De los principios en que se funda la eficacia de los pararrayos.

Habiendo demostrado la esperiencia que los metales eran escelentes conductores del fluido eléctrico, y que las puntas metálicas atraían de larga distancia dicho fluido, era muy evidente que presentando á las nubes tempestuosas sobrecargadas de electricidad unas grandes barras de hierro puntiagudas y no aisladas, se lograria des-

cargarlas de dicha superabundancia, pues las puntas de las barras debian precisamente atraer de lejos el exceso del fluido eléctrico de las nubes y transmitirlo á la tierra, con la que se hallaban en comunicacion: á lo cual era consiguiente que una nube tempestuosa, despojada por este medio de su exceso de materia eléctrica, no se hallaria ya en estado de poder chispear, esto es, de despedir rayos contra la barra ni contra el edificio en que se hallase ésta colocada. Este simple discurso era suficiente para convencer á todos los que conocian el poder de las puntas, la virtud conductriz de los metales, y el éxito de la esperiencia de Marly-la-Ville; porque la consecuencia que resultaba en favor de la eficacia de los pararayos era de absoluta necesidad.

De las tres verdades de que acabamos de hablar, que son el fundamento de la eficacia de los pararayos, la una, esto es, la esperiencia de Marly-la-Ville está ya probada, y por lo mismo solo falta demostrar las otras dos.

1.º Los metales son escelentes conductores. Sobre este punto bastará decir que un cuerpo es conductor cuando recibe y trasmite fácilmente el fluido eléctrico que se le comunica, de donde resulta la necesidad de aislar dicho cuerpo, si se desea que conserve la electricidad que recibe. Aislar un cuerpo es colocarle sobre otro que sea

eléctrico por naturaleza , como por ejemplo vidrio , seda ó materias resinosas. Todos los cuerpos son eléctricos, pero de diferente modo ; y en razon de esta diferencia se llaman los unos idio-eléctricos y los otros an-eléctricos. Los primeros son los que siendo frotados ó calentados dan algunos señales de electricidad , como las atracciones y repulsiones : los segundos no adquieren virtud alguna por el frotamiento ni por el calor ; pero reciben la electricidad que les comunican los primeros , y á su vez la trasmiten á otros. Cuando estas dos especies de sustancias se hallan en un estado actual de electrizacion , se despoja fácilmente de toda la electricidad á los que se llaman an-eléctricos con solo tocarlos ; mas á las sustancias idio-eléctricas , por el contrario , no se las puede despojar por un simple contacto , sino que es menester tocarlas en muchos puntos de su superficie para quitarles la electricidad de que gozan. Para no embarazarnos con las diferentes denominaciones que han dado muchos físicos , diremos que los cuerpos idio-eléctricos han sido tambien llamados *eléctricos por naturaleza y no-conductores* , y los an-eléctricos se han nombrado *eléctricos por comunicacion y conductores*. Sea lo que se quiera de estas denominaciones , lo que no admite duda es que los metales son escelentes conductores.

En la misma construccion de todas las máquinas eléctricas hallamos pruebas de esta verdad: con efecto, el conductor de metal que está inmediato al disco de cristal, recibe con la mayor facilidad el fluido eléctrico acumulado en la superficie de éste, le trasmite perfectamente por mas grande que sea la estension que haya podido dársele, y si no estuviese aislado por las columnas de vidrio que la sostienen, el fluido eléctrico que recibe por comunicacion seria muy pronto transmitido á la tierra, en donde se disiparia. Para acabar de convencer á los que todavía no lo estén, bastaria colocar una cadena ó varilla de hierro perpendicular, en tal disposicion que tocase al conductor por un extremo y á la tierra por el otro, en cuyo caso, cesando el aislamiento, se comunicaria el fluido eléctrico del conductor al globo terráqueo, que es el depósito comun, sin advertirse en aquel ninguna señal de electricidad.

Los grandes conductores atmosféricos, esto es, las barras de hierro aisladas que hemos dispuesto para recibir el fluido eléctrico de las nubes tempestuosas, son tambien otra prueba de la virtud conductriz de los metales, y señaladamente del hierro. Dichos conductores reciben la electricidad atmosférica por el extremo superior, la trasmiten por toda su longitud, y la conducen hasta la estremidad inferior, de donde salta sobre

el escitador que se le presenta, ó sobre los objetos que se hallan á cierta distancia. Si en este estado se establece una comunicacion entre el conductor atmosférico y una varilla de hierro que toque en la tierra y destruya de consiguiente el aislamiento, desaparecerán generalmente los signos de electricidad, lo cual es una prueba de que las barras de hierro son conductores; y como se observan los mismos efectos en barras hechas de otros metales, es fuerza concluir que éstos son conductores del fluido eléctrico. Por otra parte si se comparan los metales y el agua con todas las demas sustancias que no son idio-eléctricas, se hallará que tienen una virtud mucho mas enérgica: los metales pues deben mirarse como excelentes conductores del fluido eléctrico, que era una de las verdades que nos habíamos propuesto establecer.

Los metales trasmiten tambien el fluido eléctrico cuando se halla tan condensado que forma el metéoro que llamamos rayo: este dogma de la física moderna quedará demostrado por medio de algunos hechos.

En la primavera del año 1750 cayó un rayo en el campanario de la iglesia holandesa de Nueva-York. En dicha torre, y á unos veinticinco pies mas abajo de la campana, se halla un reloj de donde parte un alambre, que despues de haber

atravesado dos techos, cada uno de los cuales tiene para este efecto un agujero de tres líneas de diámetro, sube hasta el martillo de la campana. El rayo pues cayó sobre el martillo, y descendiendo despues á lo largo del referido hilo metálico hasta llegar al reloj, derritió en su tránsito algunos pedazos de dicho conductor desde tres á nueve pulgadas de longitud, penetrando hasta cerca de un tercio de su diámetro. Mr. Baudoin en su carta á Mr. Franklin del 2 de marzo de 1755, dice: »que habiendo llegado el rayo á algunos pies del extremo inferior, habia derretido enteramente el alambre en muchos puntos, en términos que habia esparcido por el suelo diferentes pedazos que nos enseñaron, como tambien los señales que habian resultado de la fusion de la parte superior. Desde el extremo del alambre saltó sobre el gozne de una puerta que dejó algo maltratada, y se disipó. Al atravesar los agujeros del techo no hizo daño alguno, y esto manifiesta evidentemente que el alambre es un buen conductor del rayo y de la electricidad, siempre que tenga un grueso proporcionado; y si en esta circunstancia hubiese estado prolongado hasta la tierra, acaso hubiera conducido el rayo á ésta sin causar ninguna ruina en el edificio.» En lugar del alambre derretido se colocó despues una cadenilla de cobre,

pero en el verano de 1763 habiendo caído otro rayo al mismo campanario, se dirigió también desde el martillo de la campana á lo largo de la cadena, como lo habia hecho el primero, fue en busca del mismo gozne, maltrató la propia puerta, atravesó los mismos agujeros del techo sin causar á éste ningun daño, como tampoco al edificio en toda la estension de la cadena; pero ésta quedó destruida, rota en parte en pedazos de dos ó tres eslabones fundidos y pegados unos á otros, y en parte arrebatada ó reducida á humo y vapores. Cuando se reparó el campanario, se colocó en él un conductor de hierro que corria desde la veleta hasta tierra, el cual preservó al edificio el año 1765 en que cayó por tercera vez un rayo en el mismo campanario, y *se dejó conducir tranquilamente por la varilla* (1).

Á mediados del año 1754 cayó un rayo en el campanario de la iglesia de Newurg en la Nueva-Inglaterra é hizo algunos estragos. Dicho campanario era de madera y tenia ciento cuarenta pies de elevacion hasta la veleta; á cosa de la mitad de esta altura estaba suspendida la campana con el correspondiente martillo de hierro para dar las horas, de cuyo mango nacia un alambre del grueso de un molde de hacer media, que

1 Obras de Franklin. tom. 1. pag. 168.

pasando por un agujero muy pequeño practicado en dos techos, bajaba hasta el reloj, situado bajo la campana á distancia de veinte pies. El rayo, despues de haber hecho pedazos la mitad superior del campanario, cuyas ruinas fueron arrojadas á la plaza, pasó por entre el martillo y el reloj siguiendo toda la longitud del alambre sin causar el menor daño. Los únicos efectos que en este tránsito se notaron, fueron haberse ensanchado un poco los agujeros por donde pasaba el alambre, y una raya negra de tres ó cuatro pulgadas de ancho y mas oscura en el medio, que quedó señalada á lo largo de un cielo raso, por bajo el cual se dirigia el alambre. Éste fue derretido y disipado en vapores, habiéndose hallado únicamente un pedazo de dos pulgadas, que pendia del mango del martillo, y otro de igual longitud que nacia del péndulo del reloj; pero desde la estremidad de este último hasta el suelo, quedó el edificio rajado por distintos puntos y en gran manera maltratado. Hasta de los cimientos fueron arrancadas algunas piedras, y arrojadas á veinte ó treinta pies de distancia. Mr. Franklin, que examinó poco despues los efectos de este rayo, observa muy oportunamente en su carta á Mr. Dalibart : 1.º Que la cantidad de fluido eléctrico que obró en este rayo, fue muy grande como lo prueban los estragos que hizo en la pirámide

de mas de setenta pies de elevacion , que formaba la mitad superior del campanario y los de la parte inferior : 2.º Que el rayo abandonó la madera para pasar por el hilo de hierro , que es mejor conductor , quedando únicamente preservado el espacio correspondiente á la longitud del metal : 3.º Que el péndulo del reloj que era del grueso de una pluma de ganso , trasmitió el rayo sin recibir ningun daño , y el hilo de hierro , aunque preservó perfectamente una parte del edificio conduciendo el rayo , fue derretido á causa de su poca consistencia. De todo lo cual no puede menos de concluirse , que si antes de la tempestad se hubiese hallado un alambre semejante tendido desde la veleta hasta tierra , dicho rayo no hubiera hecho ningun daño en el campanario ; si bien el alambre hubiera quedado enteramente destruido.

2.º Nos queda ahora que probar la realidad del *poder de las puntas*. Entiéndese por esta espresion la doble virtud que tienen las puntas de atraer el fluido eléctrico de los cuerpos electrizados á que se aproximan , y disipar ó dar escape al de las sustancias electrizadas á que se hallan unidas. Empecemos por demostrar la primera propiedad, esto es , la de despedir el fluido eléctrico.

Supongamos que se ponga en movimiento una

máquina eléctrica, y que cuando el conductor se halle electrizado con exceso, se saquen de él grandes chispas: consta por la esperiencia que si en este estado se coloca sobre el conductor una punta de metal, y se continúa la electrizacion, se verá á su extremo, sobre todo en la oscuridad, un hermoso penacho luminoso que disipará el fluido eléctrico y le arrojará á larga distancia. Con efecto, si se prueba á sacar algunas chispas se notará que no se saca ninguna, ó cuando menos serán muy débiles, lo que prueba la virtud que tienen las puntas para dar salida abundante al fluido eléctrico de los cuerpos en que se hallan colocadas; porque claro es que si no hubiera ninguna disipacion de dicho fluido, podrian sacarse del conductor las mismas chispas que antes. Por esta razon se procura que el conductor no tenga ninguna escabrosidad ni ángulo, á cuyo fin se le pulimenta perfectamente, y se redondean sus estremidades, como tambien las de las otras partes de la máquina. Y por igual motivo no se usan ya cadenas sino ramas de comunicacion que terminan en bolas por ambos extremos.

Y no solo tienen las puntas la propiedad de dar fácil salida al fluido eléctrico, sino tambien la de arrojarle á larga distancia; porque colocada una persona sobre el aislador á una distancia del conductor suficiente para que puesta la máquina en

accion, no se le comuniqué el fluido de la atmósfera eléctrica, acredita la esperiencia que si se pone una punta sobre el conductor, se electriza la persona no solo á la distancia que se halle, sino tambien estando mucho mas apartada: efecto que demuestra el poder que tienen las puntas de arrojar el fluido eléctrico, pues en estas dos esperiencias todo es igual, fuera de la punta que se coloca sobre el conductor en el segundo caso.

Tambien tienen las puntas la virtud de atraer, esto es, extraer en silencio y con abundancia el fluido eléctrico de los cuerpos electrizados á que se las aproxima; y hay motivo para sospechar que la propiedad que tienen de arrojar el fluido eléctrico condujo al descubrimiento de la que tienen para atraerle, pudiendo ser tambien que estas dos virtudes, aunque en cierto modo se hallen ligadas entre sí, se descubriesen separadamente: opinion que podria probarse con lo que dice expresamente Mr. Franklin: *Mr. Tomas Hopkinson fue el primero que me hizo conocer la virtud que tienen las puntas de arrojar el fuego eléctrico.* Como quiera que sea, la realidad de esta virtud está demostrada por la esperiencia.

Si el conductor de una máquina se halla bien electrizado, se sacan de él grandes chispas; pero es constante que ya no se verá este efecto si

continuando el experimento se presenta una punta á cierta distancia del conductor, pues en este caso se observará una falta total de todo signo eléctrico, ó cuando menos una gran diminucion: de modo que el conductor, aunque electrizado, no podrá fulminar ni chispear, no ya á la misma sino á mucho menor distancia que antes. Este efecto demuestra el poder que tienen las puntas para atraer con abundancia el fluido eléctrico; y de aquí la necesidad de rebajar todos los ángulos y evitar que haya puntas en los cuerpos que se hallan inmediatos á la máquina eléctrica.

Esta verdad se hará aun mas palpable por medio de la experiencia siguiente. Colóquese una persona sobre el aislador á una distancia del conductor electrizado, suficiente para no recibir el fluido eléctrico :- si esta persona toma en la mano una punta de metal, quedará al momento electrizada; cuyo efecto no se observará si en lugar de la punta toma una barreta de metal cuyo extremo termine en una bola. Si vuelve á tomar la punta, se electrizará de nuevo á una distancia mucho mayor que la primera; lo que se conocerá en que se podrán sacar chispas de dicha persona lo mismo que en el primer caso.

Mr. Franklin prueba el poder de las puntas con los experimentos que siguen. Aíslese una bala de hierro de tres ó cuatro pulgadas de diámetro,

y colóquese á su lado una bolita de corcho suspendida de una hebra de seda: cuando se electrifica la bala, será el corcho repelido á la distancia de cuatro ó cinco pulgadas poco mas ó menos, segun la cantidad de electricidad que se produzca; pero si se presenta entonces una punta metálica aguda á seis ú ocho pulgadas de la bala, queda al momento destruida la repulsion, y el corcho vuela hácia la bala. Para que un cuerpo como produzca el mismo efecto, es necesario aproximarle á la distancia de una pulgada y sacar una chispa.

Ved aquí una prueba, dice el mismo Franklin, de que las puntas atraen el fluido eléctrico. »Si se saca del mango la espiga de un punzon, y se adapta á una barrita de lacre, por mas que se presente el punzon á la misma ó menor distancia no se logrará el efecto; pero si se alarga el dedo hasta tocar el punzon, al momento correrá el corcho hácia la bala. Si dicha punta se presenta en la oscuridad, se verá aparecer algunas veces á distancia de un pie ó mas una luz semejante á un fuego fátuo ó á una luciérnaga. Cuanto menos aguda es la punta, es necesario aproximarla mas para ver la luz; y á cualquier distancia que ésta se perciba, se puede sacar el fuego eléctrico y destruir la repulsion. Si una bola de corcho suspendida segun se ha dicho es repelida por el

tubo , y se le presenta de golpe una punta , aunque sea á una distancia considerable , causará admiracion el ver la rapidez con que vuela el corcho hácia el tubo. Las puntas de madera producirán en corta diferencia los mismos efectos que la de hierro , siempre que la madera no esté seca , porque en este caso no es ya mejor conductor eléctrico que el lacre. Para demostrar que las puntas son tan eficaces para despedir como para atraer el fuego eléctrico , colóquese sobre la bala una larga aguja puntiaguda , en cuyo caso no se logrará electrizar la bala lo suficiente para que espela la bola de corcho (1) ; y si á la estremidad de un cañon de escopeta suspendido , ó de una varilla de hierro , se coloca una aguja de modo que la punta mire hácia adelante , á manera de una pequeña bayoneta , mientras permanezca allí , aunque el tubo se aplique constantemente al otro extremo del cañon ó la varilla , nunca podrán éstos electrizarse hasta el punto de producir una chispa , en razon de que el fuego se escapa continua y silenciosamente por la punta : y en la oscuridad podrá verse el mismo fenó-

1 Tal es el experimento de Mr. Hopkinson , que le hizo con la esperanza de sacar mas y mayores chispas de la punta como de una especie de foco , y quedó sorprendido al ver que no sacaba ninguna ó eran muy débiles.

meno de que acabamos de hablar.” (1) En el artículo siguiente daremos razon de algunas observaciones curiosas, que demuestran en grande el poder de las puntas; es decir, de los conductores puntiagudos colocados en lo alto de los edificios para atraer el fluido eléctrico que se halla esparcido por el aire, aun en tiempos tempestuosos en que se hallan cerca de dichos aparatos algunas nubes que llevan el rayo en su seno. El orden de materias exige que para evitar repeticiones nos remitamos á dicho artículo.

Despues de haber referido todo lo que hizo Franklin para asegurarse del poder de las puntas, la imparcialidad y justicia que profesamos nos obligan á hablar de una esperiencia curiosa que hizo sobre este objeto Mr. Jallabert. Dicho físico la participó al abate Nollet en uno de sus viages á Paris, y este último la refiere en sus *Investigaciones sobre la electricidad*, impresas mucho antes que en Filadelfia se tratase del poder de las puntas. »Se coloca en equilibrio sobre un quicio una varita de madera, que puede tener quince ó diez y seis pulgadas de largo, puntiaguada por un extremo y armada por el otro de una bolita, tambien de madera, de cosa de una pulgada de diámetro: preparado así el instrumento,

1 Obras de Franklin. tom. 1. pag. 4.

se coloca al alcance de un hombre á quien se esté electrizando, el cual debe tener en la mano un pedazo de madera torneado, grueso y redondo por un extremo, de suerte que forme una media bola de una pulgada de diámetro, y puntiagudo por el otro. Si dicho hombre presenta el pedazo de madera por el extremo grueso á la bola A, que es una de las estremidades de la varilla, dicha bola será por lo comun repelida; y la atraerá por el contrario casi siempre si presenta el pedazo de madera por la punta. Pero el efecto será muy diverso haciéndose la esperiencia por el otro lado de la varita, pues si se le presenta el pedazo de madera electrizado por el extremo grueso, la atrae, y si por la punta, ordinariamente es repelida la parte B." (1)

Quedando sólidamente probadas las tres verdades que nos habíamos propuesto establecer, es fuerza admitir la consecuencia que necesariamente se deriva de ellas; á saber, la eficacia de los pararrayos, pues ésta se halla íntimamente enlazada con el poder de las puntas, la virtud conductriz de los metales, y el éxito de la esperiencia de Marly.

Muy poca distancia habia ya desde la facultad de hacer que descendiese el fuego del cielo, es-

1 Investigaciones sobre la electricidad. pag. 312 y 313.

trayéndole de las nubes tempestuosas por medio de barras de hierro aisladas, á la de preservar de sus estragos nuestros edificios; pero sin embargo aun se pasó algun tiempo sin que se pensase en deducir de la primera verdad esta segunda. Mas no es este el único egemplo de su clase que la historia de las ciencias nos ofrece.

Bien pudieran mirarse como suficientes las pruebas referidas hasta aquí sobre la eficacia de los pararayos, mas sin embargo como se trata de una materia del mayor interes, referiremos algunos hechos perentorios que la demuestran del modo mas evidente. Un pararayos no es en su esencia otra cosa que una barra de hierro puntiaguda por su estremidad superior, colocada en el remate de un edificio, prolongada sin interrupcion sobre toda la elevacion de la obra, y sumergida en el agua de un pozo ó clavada en tierra húmeda. Ahora pues, un aparato de este género preserva los edificios de los estragos del rayo segun acredita la esperiencia; y su eficacia es tal, que obra este efecto aun siendo incompleto y defectuoso. Examinemos estas dos verdades y entremos en el pormenor de las pruebas.

ARTÍCULO SEGUNDO.

De las ventajas de los pararrayos con puntas.

Los pararrayos bien contruidos y armados con puntas tienen una triple virtud con respecto al poder de preservar del rayo los edificios: 1.º Repelen las nubes tempestuosas: 2.º Atraen insensiblemente la materia eléctrica é impiden su acumulacion, por lo menos en alto grado: 3.º Si las puntas fuesen destruidas, los conductores trasmitirian con la misma facilidad el rayo hasta la tierra, preservando los edificios de la menor lesion.

§. I.

Las puntas de los pararrayos repelen las nubes tempestuosas.

Á vista de lo que enseñan los esperimentos y la observacion, no puede dudarse de que las puntas de los pararrayos repelen las nubes que contienen el rayo. Probemos ante todo, guiándonos la antorcha de la esperiencia, que las puntas tienen la virtud de repeler los cuerpos electrizados. Tómense, dice un escelente físico, unas grandes balanzas de cobre con cordones de seda, cuyo

fiel tenga por lo menos dos pies de longitud; suspéndanse del techo por medio de un bramante, de suerte que el fondo de los platos venga á caer á un pie del piso, en cuya disposicion los platos rodarán circularmente al destorcerse el bramante; colóquese en el piso un punzon en tal parage, que los platos pasen por encima al describir su círculo; electrícese entonces uno de ellos comunicándole una chispa del alambre de una botella cargada, y siguiendo girando las balanzas, se verá que el referido plato se aproxima mas al suelo y se baja cuando pasa sobre el punzon; y si éste se halla colocado á una distancia proporcionada, chispeará el plato y descargará su fuego sobre dicho instrumento. Mas si á la estremidad del punzon se adapta una aguja con la punta hácia arriba, el plato en lugar de acercarse al instrumento y chispear al tocarle, descargará su fuego en silencio sobre la punta y se elevará mas alto que el punzon; y aun si la aguja está colocada sobre el piso, cerca del punzon con la punta hácia arriba, el extremo del instrumento, aunque se halle mucho mas elevado que la aguja, no atraerá el plato ni recibirá su fuego, porque la aguja le tomará y le disipará antes de que llegue á estar bastante próximo para obrar sobre el punzon (1). Esta

1 Esperiencias y observaciones sobre la electricidad. tom. 1. pag. 242 en 12.º y tom. 1. pag. 61 en 4.º

verdad puede probarse tambien suspendiendo bajo del conductor un poco de algodón cardado, y presentándole una punta la cual repelerá el algodón electrizado que hace aquí el papel de una nube cargada de electricidad.

Tambien prueba la observacion esta misma verdad; porque si se consideran las nubes tempestuosas cuando el viento las empuja en direccion de un pararrayos, se verá muy luego que se separan de él en el momento que se hallan bastante próximas para empezar á entrar en su esfera de actividad. Esta es una observacion constante que he repetido muchas veces haciéndolo notar tambien á muchas personas, las cuales han visto siempre que las nubes tempestuosas impelidas por los vientos en direccion del pararrayos, se separaban sensiblemente de él cuando llegaban á cierta distancia, y despues que habian pasado mas allá del aparato volvian á tomar el mismo rumbo en un punto igualmente distante de aquel que el en que le habian abandonado.

§. II.

Las puntas de los pararrayos atraen en silencio el fluido eléctrico de las nubes.

Ni es menos constante que las puntas atraen sin estrépito el fluido eléctrico de la atmósfera y

de las nubes tempestuosas; verdad que ha sido demostrada por las muchas esperiencias que hemos referido, y que no pueden menos de parecer concluyentes á cuantos las lean con atencion. Entre ellas se ha visto principalmente la de una persona, que unas veces aislada y otras no, presenta una punta de metal á alguna distancia del conductor de una máquina eléctrica puesta en movimiento.

Pero la observacion directa demuestra tambien que las puntas de los pararayos atraen insensiblemente las nubes tempestuosas, y las descargan de su exceso de fluido eléctrico.

Habiéndose colocado muchos pararayos en Semur en Auxois, por disposicion de MMr. Gueneau de Montbeillard, de Mussi, de Aumont y Regnier, me escribió este último que en el mes de agosto de 1781, durante una tempestad, vieron muchas personas el conductor de Mr. de Aumont *todo encendido en fuego*, esto es, coronado de hermosos penachos eléctricos.

Mr. Cosson, cura de Rochefort, sugeto muy inteligente en física, me comunicó que el 4 de diciembre de 1785 á las nueve y media de la noche, reinando viento oeste acompañado de relámpagos, truenos bastante fuertes y alguna lluvia, vió á la punta del pararayos varios penachos eléctricos muy brillantes »lo que duró todo

el tiempo que tardó la nube en pasar; y esta misma nube, que antes despedía muchos relámpagos y había hecho esplosiones muy fuertes, quedó tranquila y ya no despidió sino algunos relámpagos muy amortiguados. Cuando el viento arrojaba la lluvia contra el pararrayos, las gotitas de agua esparcidas y aisladas aparecían luminosas como unos diamantes en toda la estension de la punta dorada y aun un poco mas abajo." Esta observacion es muy curiosa, y demuestra con evidencia que el pararrayos descargó en silencio la nube tempestuosa de una gran parte de la superabundancia de fluido eléctrico, evitando con esto que hiciese ningun daño.

»Luego que quedaron colocados los conductores de Nymphenbourg (casa electoral), me escribia el abate Toaldo en carta del 29 de junio de 1782, ocurrió una tempestad, en la cual observó el elector antes que nadie unos fuegos sobre las puntas perpendiculares de los dos conductores; y habiendo hecho llamar para que lo presenciasen á todos sus cortesanos, entre los que habia algunos hereges en materia de electricidad, como les llamaba S. A. se convirtieron al ver dicho fenómeno." Otro no menos curioso se observó en dos ocasiones en Nymphenbourg despues que se pusieron los conductores: durante una tempestad se vieron avanzar hácia el castillo unas nubes muy

densas, que despedían relámpagos terribles; mas luego que pasaban por encima de los conductores, se quedaban como unos carbones apagados, y como habian trasmitido todo su fuego á las puntas, ninguna despedía ya mas relámpagos: lo cual presenciaron muchas personas y con ellas el abate Toaldo.

En nuestra obra titulada: *Nuevas pruebas de la eficacia de los pararayos*, referimos ya que en una tempestad terrible aparecieron iluminados los pararayos de Lóndres, y principalmente las puntas de los del palacio de la Reina. Veíase el fluido eléctrico jugar y hacer mil giros, formando un espectáculo hermosísimo; y fue tan perfectamente trasmitido, que á pesar de la violencia de la tempestad ninguna casa de aquella capital sufrió el menor quebranto (1).

Si se quisiese aun una prueba mas palpable, y si cabe mas decisiva que las que acaban de referirse, podría presentar la siguiente. En casa de Mr. Delor, físico muy instruido de Paris, ví el diseño del perfil de un navío ingles, en cuyo palo mayor se habia colocado una punta con el objeto de descargar las nubes tempestuosas; de dicho punto pendía una cadena de triángulos de hierro, que bajando á lo largo de las obenques, iba á

1 Nuevas pruebas de la eficacia de los pararayos. pag. 18 y 19.

parar al mar. En la reunion de estos triángulos se habia practicado una pequeña separacion de tres ó cuatro líneas; pero sin embargo de esta interrupcion no recibió el buque daño alguno en una fuerte tormenta que sobrevino, y toda la tripulacion observó por espacio de tres horas el salto que daba el fuego eléctrico en el intervalo de dicha separacion.

Demostrado con tanta evidencia el poder de las puntas, no debe ya vacilarse en admitir esta verdad que de él resulta; á saber, que las cumbreres de los montes, las puntas de las rocas, las de las ramas y de las hojas de que se hallan poblados los bosques, atraen continuamente la electricidad de la atmósfera, y la despiden en circunstancias opuestas: todo lo cual prueba demostrativamente que el electro-vegeto-metro descubierto por mí, influye sobre las plantas, aun cuando no se descubre ninguna señal sensible de su accion. Sucede en este último aparato lo que en una botella de Leyden descargada por el método ordinario, en la cual no se nota cantidad alguna de materia eléctrica, sin embargo de que existe una, que se hace visible por medio del pequeño electro-metro sensible.

Mr. Lichtemberg refiere el hecho siguiente, que es uno de los mas notables que pueden citarse para probar la eficacia de los pararrayos. En

una hacienda que tiene en Carintia el conde Orsini de Rosenberg, gentilhombre del emperador, se halla sobre una montaña un campanario tan maltratado en todos tiempos por los rayos, que en el verano no se celebraban los oficios en la iglesia, con motivo de las muchas personas que habian sido víctimas de dicho metéoro. El año 1730 fue absolutamente arruinado por efecto de un rayo, segun espresion de un físico que refiere el hecho. Volvió á levantarse de nuevo; pero su suerte, fuera de la ruina, fue aun mas fatal, pues continuaron cayendo sobre él cuatro ó cinco rayos cada año, habiendo ocasion en que cayeron diez en una misma tempestad. En 1778 cayeron cinco, habiendo sido tan fuerte el último que el campanario comenzó á desplomarse, en términos que fue preciso demolerle. Mas habiéndole construido de nuevo y armádole de un conductor puntiagudo, ya no se experimentó la menor desgracia.

§. III.

Los pararayos, aunque no tengan puntas, transmiten el rayo hasta la tierra perfectamente y sin peligro.

Á vista de cuanto queda dicho no es de admirar que los pararayos armados de puntas, trasmi-

tan sin el menor obstáculo la materia eléctrica del rayo hasta el depósito comun, porque las puntas atraen insensiblemente el fluido eléctrico y le trasmiten en silencio hasta el globo terráqueo ; siendo lo que reciben mas bien penachos eléctricos que chispas fulminantes. Lo que sí debiera maravillar es el que cuando un pararrayos carece de puntas, y su estremidad superior termina en una bola, ó lo que viene á ser lo mismo, en una punta roma, no pueda el rayo maltratarle como tampoco al edificio que defiende. Pero la esperiencia y la observacion demuestran del modo mas convincente esta grande é importante verdad, como va á verse por los hechos siguientes.

En vista de los muchos rayos que caían en el Observatorio público de la ciudad de Padua, á causa de su situacion, se determinó en 1772 colocar en él un pararrayos; y el 11 de mayo de 1777 tuvo el abate Toaldo oportunidad para hacer una observacion notable, que prueba la utilidad de los conductores. Al cabo de dos horas que se oían á lo lejos algunos truenos que anunciaban una tempestad por la parte del mediodia, reventó la nube sobre Padua en el momento de empezar á llover, y despidió un relámpago que el abate Toaldo no vió, pero sintió una conmocion eléctrica muy viva que le persuadió que el rayo habia caido en el Observatorio ó sobre el con-

ductor. Tras el relámpago cayó una lluvia tan extraordinaria, que parecia se habian abierto las cataratas del cielo; y pocos minutos despues, precedido de un gran relámpago, cayó un rayo sobre una casa de la ciudad haciendo grande estrépito, al paso que el del Observatorio, aunque muy inmediato, hizo un ruido sordo menor que el de un tiro de escopeta, quebrado y arrastrado por tres ó cuatro segundos, y lo que mejor prueba que este pararrayos sin puntas preservó efectivamente el campanario, es que en el momento de la esplosion se vió partir del Observatorio una llama en forma de globo. Se halló ademas una abertura en el primer anillo de la trenza de tres hilos de hierro que formaba la cadena del conductor, hácia la parte superior del brazo mas elevado, y del gran tubo de cristal por donde pasaba la cadena; viéronse tambien algunas señales negras en varias partes, y especialmente en el punto en donde se dividian los alambres despues del primer nudo: era una especie de negro de humo que ensuciaba las manos, é indicaba de consiguiente que el fuego eléctrico habia seguido la ruta tortuosa de los hilos de hierro (1).

Los siguientes pormenores, sacados de una de las cartas que el abate Toaldo me escribió, son

1 Toaldo : Relazione del fulmino , &c.

muy interesantes y propios al mismo tiempo para convencer á los incrédulos de la eficacia de los conductores. »Por lo que toca á los conductores, dice el sábio que acabo de nombrar, continuamente se están construyendo, pues los rayos que cayeron en 1783 han tenido una influencia que ha persuadido mas que todas las teorías: de modo que tanto en la ciudad como en la campiña es muy comun el hallarse las casas armadas de conductores. En la hora me hallo ocupado en la construcción de tres ó cuatro pararayos para esta ciudad (Padua). El efecto de estos aparatos es el siguiente.

Desde que se han colocado estos conductores ninguno de los edificios que los tienen ha sido maltratado por el rayo, hallándose libres de sus estragos los que mas espuestos estaban antes, particularmente la torre de San Marcos de Venecia. Todo el pueblo vió caer sobre ésta un globo de fuego en el medio del dia; pero no recibió lesion alguna por haberle trasmitido el conductor sin puntas (1). Lo mismo puede decirse de la torre de la ciudad de Vicencia, de la de esta Universidad, la de las religiosas de San Benito y la del Observatorio, que estaban antes muy espuestas á los estragos del rayo, y se ven ahora

1 El abate Toaldo no pone puntas en los conductores.

enteramente libres , al paso que los otros campanarios que se hallan desarmados sufren los efectos del rayo en todas las tempestades , con muerte de algunos campaneros y otras desgracias.”

El pararrayos que yo levanté sobre el campanario de la iglesia de San Justo de Leon nos ofreció una de las pruebas mas brillantes que pudieran desearse de la grande eficacia de estos aparatos, aun careciendo de la punta, en la que como se ha visto residen tantas virtudes. El deseo de ver caer algun rayo sobre nuestro conductor , para de este modo poder demostrar á todos la grande eficacia de dicho aparato , fue causa de que yo difiriese por bastante tiempo el completarle armándole de su punta , con la esperanza de que dejándole en este estado podria presentarse nuevamente el rayo , que ya le habia visitado algunas veces ; porque siempre hay causas locales que determinan las frecuentes esplosiones de este metéoro. El 3 de setiembre de 1780 , despues de una tempestad acompañada de viento , lluvia y repetidos truenos , vieron muchas personas un rayo , que bajo la forma de una saeta de fuego que serpenteaba, cayó sobre la estremidad del pararrayos desarmado , el cual le trasmitió en silencio hasta la tierra, sin que se advirtiese el menor daño en todo el conductor: observacion

interesante que prueba la eficacia de los pararrayos, contra los cuales es impotente el furor del mas terrible metéoro. Este fenómeno puede fundadamente mirarse como la prueba mas brillante de la bondad de dicho conductor, que resistió si así puede decirse á toda la artillería celeste: en cuya ocasion hizo la física en grande aquella prueba indispensable que todos los gobiernos prescriben para las armas de fuego, que son los rayos de la guerra.

El hecho siguiente, que es muy curioso, le trae Mr. J. Daguin, que le vió y examinó con la mayor atencion (1). En el verano de 1781 subieron muchas personas á lo alto de una torre de Chamberi para disfrutar del espectáculo de los relámpagos, que brillaban y serpenteaban por todas partes al acercarse una violenta tempestad, que al parecer se hallaba muy baja y poco distante de los tejados de las casas. Estallaron súbitamente un relámpago y un trueno de los mas horrorosos, y los que se hallaban en la torre vieron al mismo tiempo un globo de fuego, que cayendo con asombrosa rapidez sobre aquella, los estremeció á todos, aunque sin hacerles ningun

1 Ensayo meteorológico sobre la verdadera influencia de los astros. pag. 270.

daño, tomó por un cañon de hoja de lata (1) que servia de canal al tejado de la torre, siguió dicho cañon que terminaba cerca de una puerta que habia al piso de la calle, y derritió la cabeza del único clavo que tenia la superficie de la puerta referida. De allí pasó al traves de la misma sin mas que hacerle saltar una pequeña astilla, y llenó de humo muy denso la trastienda de un zapatero, adonde la puerta daba entrada: dicho humo despedia tan fuerte olor de azufre, que los oficiales que estaban en la tienda creyeron que se habia prendido fuego la casa, y casi quedaron sufocados cuando acudieron á la trastienda á descubrir la causa de su espanto.

En mi memoria sobre *Nuevas pruebas de la eficacia de los pararayos* pueden verse otros hechos que demuestran la eficacia de los conductores naturales. Allí probé que las masas de algunas lavas, las columnas basálticas y los montes volcánicos que se hallan en diferentes parages, son una especie de pararayos que la naturaleza ha colocado para protegernos contra las harto frecuentes esplosiones del rayo, á cuyo fin contienen dichas materias, hierro y otras partes metálicas.

1 Este en realidad era un verdadero conductor ó pararayos incompleto y sin punta.

Con motivo de los muchos rayos que caían sobre el campanario de la catedral de Sena, que es una de las torres mas altas y hermosas de Italia, se determinó por fin resguardarla por medio de un pararrayos. Este proyecto se realizó en 1776, y el 18 de abril del año siguiente cerca de las cinco y media de la tarde, en una tempestad acompañada de lluvia y horrorosos truenos, cayó un rayo sobre la torre; mas aunque corrió por toda su elevacion, no se separó absolutamente de la direccion del conductor, ni causó el menor daño al edificio. Para tener una idea mas clara de este fenómeno, creo convendrá describir en compendio la construccion de aquel aparato. La punta está colocada en lo mas alto del edificio, y el conductor baja interiormente á lo largo de uno de los ángulos de la torre hasta el reloj por un espacio de cerca de cien brazas; de allí sigue á la pieza en donde están las pesas del reloj, y volviendo atras sale por una ventanilla situada al nordeste, y prolongándose despues por la parte exterior del edificio en una longitud de cuarenta brazas, baja hasta la altura de seis sobre el nivel de la calle, en donde vuelve á introducirse en lo interior de la pared para terminar por fin bajo tierra, lejos de los cimientos del campanario, en un canal lleno de agua. = En el momento de oirse el trueno se vió una corriente de fuego

en forma de cohete, la cual se lanzó sobre la punta, que como fundadamente se presumió estaba embotada, y siguiendo toda la estension del conductor, á pesar de sus frecuentes revueltas, se perdió en la abertura que conduce al canal subterráneo (1).

El hecho siguiente que trae Mr. Forster en las observaciones de la historia natural que hizo en su viage al rededor del mundo, es muy curioso y prueba maravillosamente la eficacia de los pararrayos. Las islas del mar del sur son muy ocasionadas á tempestades acompañadas de relámpagos y truenos, de lo cual pudo asegurarse por sí mismo en diversas estaciones durante su navegacion por el océano, pues era preciso poner de cuando en cuando la cadena eléctrica para prevenir los funestos efectos del rayo. Hallándose cierto dia en la isla de Otahiti, se mandó á un marinero que atase dicha cadena al palo mayor; y no bien habia concluido de desempeñar su comision, cuando otro marinero que estaba limpiando la cadena antes de fijarla cerca de los obenques, recibió un fuerte sacudimiento eléctrico, y al mismo tiempo se vió bajar fuego del

1 Notizie del mondo, carta de Mr. Domin. Barlatoni, profesor de física de la Universidad de Sena, á Mr. Sigismundo Fineti: 20 abril 1777.

cielo á lo largo de dicho conductor, sin el menor accidente.

Este hecho es una prueba decisiva de la utilidad de los conductores: el rayo fue transmitido por la cadena, se le vió descender del cielo al mar; al mismo tiempo experimentó una conmocion el segundo marinero que iba á ponerla, y no sucedió ninguna desgracia. Si la cadena no hubiese estado colocada á lo largo del árbol, el bajel hubiera sido sin duda herido por el rayo. En cuanto á la conmocion eléctrica debió provenir de la especie de interrupcion que forman los eslabones de una cadena, cuando no está tirante.

El capitán Cook en uno de sus viages al rededor del mundo refiere otra observacion que es tambien muy decisiva. »Serian las nueve, dice, cuando experimentamos una tempestad horrorosa, acompañada de relámpagos y lluvia, durante la cual fue roto y arrebatado de encima la cubierta el árbol mayor del navio holandés el *Indio occidental*, quedando tambien hechos pedazos el mastelero y la gavia; y es muy probable que el rayo que causó estos estragos fue atraído por una especie de dardo ó huso de hierro que habia en el tope del mastelero mayor. Dicho bajel estaba á la distancia de dos cables de nosotros, y segun todas las apariencias hubiéramos sufrido la misma suerte, á no ser por una cadena eléctrica

que habíamos prendido en lo alto de los árboles, la cual condujo el rayo sobre los costados; mas aunque nos libertamos de los estragos del rayo, sentimos una conmoción parecida á un temblor de tierra, la cadena se presentó al mismo tiempo como una corriente de fuego (1), y el centinela ocupado en colocarla experimentó un sacudimiento que le hizo caer de las manos el mosquete, rompiéndole la baqueta. Me parece pues que nunca será bastante recomendado el uso de semejantes cadenas en los bajeles, cualquiera que sea su rumbo, y espero que la desgraciada suerte del holandés servirá de advertencia contra las puntas que se acostumbran poner al extremo de los masteleros.”

Mr. Henley observa muy juiciosamente que no teniendo dicho conductor mas que un décimo de pulgada de diámetro, era demasiado endeble para el objeto, pues por lo menos debiera haber tenido una pulgada de espesor. El doctor Solander nos ha enterado de que la punta que tenia en su origen el conductor habia sido robada, y que la que recibió el rayo no estaba tan bien trabajada y era menos aguda. Sin estos dos defectos

1 Sin embargo, no parece que recibieron ningun daño los cordeles de cáñamo que unian entre sí los eslabones.

de ser la punta roma y la cadena demasiado delgada, se hubiera evitado enteramente el rayo.

»Si en lugar de estas cadenas, nota el mismo sábio, se encajasen unas planchas de cobre de un décimo sexto de pulgada de espesor y dos pulgadas de diámetro, con las orillas bien redondeadas, en una muesca abierta á lo largo del mastelero y en una parte del palo mayor, seria fácil establecer una comunicacion entre el árbol y el costado de la cubierta, por medio de una plancha ó una barra de metal aplastada á cada extremo; despues de lo cual si se creía necesario se continuaria el conductor desde dicha barra hasta la quilla. Dispuesto así un conductor, y teniéndolo siempre á punto y en buen estado, es de presumir que se lograrían con él grandes ventajas sobre las cadenas que al presente se usan; pero era necesario cuidar de que sus piezas estuviesen todas á la mayor inmediacion posible unas de otras: y debia fijarse tambien en el remate una varilla de cobre muy aguda, como igualmente dos aros del mismo metal, uno á la punta del árbol mayor y otro en lo alto del mastelero para que tuviesen bien sujetas las diferentes planchas." Dichos aros pueden fijarse en unas muescas abiertas al rededor del árbol y del mastelero; en fin, de un modo ó de otro las planchas

deben sujetarse á la superficie de éstos de manera que estén bien firmes (1).

§. IV.

Los pararrayos han preservado algunos edificios que el rayo habia antes maltratado.

Para demostrar la verdad que nos proponemos establecer en este párrafo, basta añadir á todo lo que hemos visto hasta ahora que muchos de los edificios, sobre los cuales se han colocado pararrayos, habian sido antes mas ó menos maltratados por este metéoro, y que despues de haberse armado los aparatos han sido preservados.

El campanario de la iglesia de los canónigos de San Justo de Leon habia sido muchas veces herido por los rayos, pero despues de haber colocado en él un pararrayos ya no ha vuelto á caer otro.

Con motivo de los muchos rayos que caían en Villeurbane sobre el castillo de Mr. Riverieu, ex-comandante de Leon, se colocó por mi direccion un aparato en el año 1780, y desde aquella

1 Coleccion de esperiencias sobre la electricidad por Mr. Henley.

época ya no ha vuelto á sufrir semejante accidente; lo que asimismo sucedió con el que construí sobre la casa de Mr. Roccofort, regidor de Leon.

En el año 1783 hicieron los rayos grandes estragos en toda la Italia; pero en Génova y sus inmediaciones, en donde se habian levantado muchos pararayos, no se experimentó ninguna desgracia, pues segun la observaciou de Mr. Landriani solo maltrató el rayo dos ó tres casas bastante distantes de los conductores.

En San Damian solian caer rayos sobre los campanarios, pero despues que se les ha armado de pararayos, se han visto libres de tan funestos accidentes.

En el verano de 1783 observó Mr. Amolfini que sin embargo de haber hecho los rayos grandes estragos en toda Italia, no cayó uno en Luca, en donde él habia introducido el uso de los pararayos.

Mr. Schintz, secretario de la Academia de Zurich, en cuya ciudad hay muchos pararayos, observó igualmente que en medio de las muchas tempestades que hubo por el mismo tiempo de que hemos hablado, ninguna casa habia sufrido el menor daño.

Al cabo de muchos años que sufria los estragos del rayo la casa de campo del conde de Mniszeck, en Demblin, se determinó colocar en ella un apa-

rato preservador, despues de lo cual, aunque cayeron aun cuatro ó cinco rayos, dejaron ileso el edificio.

El abate Hemmer escribia en 1783 al caballero Landriani que la iglesia luterana de Bornheim y la de Nierstein, que sufrían con mucha frecuencia los efectos destructores del rayo, habían quedado enteramente libres, aun en las tempestades mas furiosas, desde que se las había armado de pararrayos.

Mr. Greppi asegura que las casas de Hamburgo no han sufrido ya ningun daño por razon de los rayos desde que se establecieron en ellas los aparatos de que hablamos; lo cual estimula á muchas personas de aquel pais á colocarlos en sus habitaciones, tanto en la ciudad como en el campo.

El castillo real de Turin, llamado la *Valentina*, en donde caían rayos con mucha frecuencia, está libre de sus estragos desde que el padre Becaría le armó de pararrayos.

El abate Zava hizo colocar un conductor en su casa de campo, cerca de Ceneda, en donde por lo comun no se pasaba un año sin que cayesen uno ó mas rayos, lo que ya no ha vuelto á suceder desde que se colocó el aparato; y no puede dudarse que el conductor ha sido un verdadero preservativo, pues lo acredita así el haberse hallado la punta derretida y roma.

Á vista de todas estas pruebas, no puede dejar de reconocerse la eficacia de los aparatos de la física moderna conocidos con el nombre de pararrayos; porque ¿cómo disputar á los físicos el poder de preservar del rayo nuestras frágiles habitaciones, cuando pueden á su grado hacerle descender y dirigirle sobre tal ó tal objeto, segun se ha probado por las esperiencias hechas con los cometas y con los grandes conductores? Mucho menos difícil es á la verdad lo uno que lo otro; y por lo mismo dijo con la mayor oportunidad Mr. Roucher en su poema de *Los meses*, hablando de la varilla eléctrica:

»Por ella sin violencia conducido,
Muere en silencio á nuestros pies el rayo.»

El campanario de San Marcos de Venecia suministra otra prueba de la utilidad de los pararrayos. Los muchos rayos que caían sobre él, y multiplicados gastos que ocasionaban los reparos, determinaron por fin á la república á encargarse al abate Toaldo la colocacion de un pararrayos en dicha torre. Ésta, que segun Sansovino y Temanza fue levantada en 888, estaba mas expuesta que otra alguna á los estragos del rayo á causa de su grande elevacion, de su situacion aislada, y del mucho hierro que hay en su fábrica; y consta de hecho que en el espacio de cua-

tro siglos fue maltratada por el rayo nueve veces , con mas ó menos daño. El primero y segundo fueron tan terribles que el fuego la consumió , y en este último fue herido en el mismo instante el campanario de los menores conventuales , y quedaron derretidas siete campanas. Baste decir en gracia de la brevedad , que el séptimo , que cayó el 23 de abril de 1745 , hizo treinta y siete fracturas que amenazaban la ruina entera de la torre , habiendo costado mas de mil ducados los reparos que se hicieron. Era pues indispensable colocar un pararrayos en este edificio , lo que así se verificó el 18 de mayo de 1776 ; y sin embargo de que la torre referida tiene de elevacion mas de trescientos veinte pies de Francia , ya desde aquella época no ha caido sobre ella rayo alguno.

El 27 de marzo de 1785 , á las tres y media de la tarde , cayó un rayo en Filadelfia en el palacio del embajador de Francia , que era uno de los pocos edificios que se hallaban en aquella ciudad desprovistos de pararrayos. El rayo hizo muchos estragos en todos los parages en que no encontró hilos de hierro , dorados , ni otros metales , é hirió peligrosamente á un oficial , que murió dentro de pocos dias. Es inútil decir que despues de este acontecimiento no se tardó en colocar un pararrayos en dicho palacio. Este hecho está fuera

de toda duda, pues me le refirió Mr. Laforest, testigo ocular y agregado á la embajada, y me le confirmaron despues otras muchas personas, entre ellas el ilustre Franklin, quien me aseguró que entre cuatro mil y ochocientas casas que habia en Filadelfia antes de la guerra se contaban por lo menos cuatrocientos pararayos.

§. V.

De la eficacia de los pararayos defectuosos.

Es tan segura la eficacia de los pararayos, que aun cuando se colocase en un edificio un instrumento de esta clase defectuoso, le preservaria sin embargo del rayo. Pruebas repetidas confirman la verdad de esta proposicion,

Los primeros pararayos que se colocaron en diferentes puntos de América, no se hicieron con el cuidado que se pone en el dia en su construccion, pues por lo regular solo consistian en una simple varilla de hierro, que se fijaba sobre la chimenea, y á cuya parte inferior se hallaba prendido un largo hilo de hierro que penetraba tres ó cuatro pies en la tierra, seca por lo comun. El extremo superior del aparato casi nunca tenia punta aguda, ó si la tenia no estaba bien dorada, y al cabo de algun tiempo quedaba

roma : ocurría también con frecuencia que no había continuidad exacta en toda la longitud del conductor, formado de cadenas, é interrumpido por algunos anillos que no se tocaban recíprocamente, &c. Pero á pesar de todo estos pararrayos tan defectuosos fueron muy útiles y eficaces para poner al abrigo de los estragos del rayo los edificios en donde se hallaban colocados : lo que quedará acreditado con los hechos siguientes.

Mr. Raben fue uno de los primeros que hizo elevar en Charles-Town un aparato para guarecer su casa, en donde habían caído ya algunos rayos. La construcción era muy sencilla : en la parte exterior de la chimenea se había fijado una gruesa barra de hierro de muchos pies de longitud : su extremo superior, que se elevaba por encima de la chimenea, tenía muchas puntas, y del inferior bajaba un alambre delgado que comunicaba con el remate de otra que estaba clavada en tierra. En ocasión pues en que al piso de la calle se había dejado un fusil arrimado á la pared que estaba detrás de la chimenea, enfrente casi del parage por donde bajaba el hilo de latón, cayó un rayo y no causó daño alguno á la barra; pero destruyó el alambre en toda su extensión hasta el parage que correspondía al cañon de fusil, y agujereando la pared por aquel punto, fue á buscar el cañon, que era un conductor

muy sólido. Al parecer bajó á lo largo del cañon, pues solo fue maltrada la culata. Algunos ladrillos del hogar de la cocina fueron rotos y dispersados sus fragmentos, y la porcion de hilo de laton que se hallaba bajo el agujero de la pared no sufrió ninguna alteracion. En este caso debe observarse que como el alambre tenia poca solidez con respecto á la gran cantidad de fluido eléctrico que le atravesó, no pudo conducirla y preservarse él mismo como habia preservado la pared.

Habiendo Mr. Willam-West de Filadelfia elevado un pararrayos sobre su casa, tuvo la satisfaccion de ver que ésta quedó ilesa en el mismo verano de 1760 en que fueron maltratados por el rayo cuatro edificios y un buque que se hallaba en el puerto: uno de dichos edificios fue atacado dos veces en la misma tempestad, y no pudo dudarse de que el aparato produjo su efecto, pues ademas de que la familia y los vecinos de Mr. West quedaron estremecidos por una terrible esplosion al tiempo mismo en que se vió el relámpago y se oyó el trueno, se distinguió en el aire el rayo que se lanzaba directamente sobre la punta de la barra, se vió el relámpago estenderse sobre el enlosado (1) á corta distancia del con-

1 La tierra que se hallaba bajo el enlosado estaria sin duda demasiado seca.

ductor, y pasada la tempestad se observó que la punta tenia algunas señales de fusion. Dicha barra de hierro se levantaba cerca de nueve pies y medio por encima de una chimenea, á la que se hallaba fijada con solidez: »tenia mas de media pulgada de diámetro en su base é iba disminuyendo hasta su extremo superior; el conductor que corria desde la parte mas baja de la barra hasta el suelo, estaba formado de varillas de hierro cuadradas que no tendrian mas que un cuarto de pulgada de espesor, unidas por medio de unos anillitos de cadeneta; se estendia desde el tejado ó cubierta de tablitas de cedro hasta la canal, y desde allí bajaba á lo largo de las paredes de la casa, que tenia cuatro pisos, hasta el empedrado de la calle Waster-Street; estando unido á la pared por medio de unos ganchos de hierro que á trechos se habian fijado. El extremo inferior estaba prendido por medio de un anillo á un poste de hierro clavado cuatro ó cinco pies dentro de la tierra. La barra tenia en su vértice un agujero de cerca de dos pulgadas de profundidad en el cual estaba encajado un alambre de dos lineas de espesor y cerca de dos pulgadas de largo, cuando fue colocado, en cuya época terminaba con una punta muy aguda; pero al reconocerle ahora hemos hallado la punta enteramente roma, y su longitud actual reducida á siete pulgadas y media

cuando mas. Parece que falta un poco de metal, y esto me hace sospechar que la parte mas sutil del hilo de laton fue consumida y reducida á vapores, y las otras en que dicho alambre tenia mas espesor solamente habian sido derretidas, y habiendo colado en el momento en que se hallaban en estado de fusion, habian formado una especie de casquete escabroso é irregular, mas bajo de un lado que del otro, al rededor del extremo mas alto de lo que quedaba de la varilla de laton, incorporándose íntimamente con ella.”

Habiendo Mr. Maine establecido un pararrayos sobre su casa en Indianlant, observó unos efectos cuya descripcion publicó, y que son muy análogos á los que quedan referidos. La parte superior de dicho aparato estaba armada de una hilera de puntas muy agudas de hilo grueso de laton plateado. La tuerca que las contenia estaba asegurada con tornillos al extremo de una barreta de hierro de mas de seis líneas de diámetro; mas ésta se componia de muchas piezas, unidas en forma de cadeneta por medio de unos ganchos formados por sus estremidades, que estaban redondeadas. Esta especie de cadena se hallaba pegada á la chimenea, á beneficio de unas grapas de hierro, y las puntas solo pasaban unas seis ó siete pulgadas de lo alto de aquella: circunstancia que hacia defectuoso este aparato.

Cayó pues un rayo con violenta esplosion sobre la chimenea, cortó la varilla por debajo de la tuerca, que ya no pudo hallarse, y la parte superior de lo que quedó fue cubierta de una especie de soldadura que manifestaba haber sido fundidas las partes superiores. Al correr el rayo por lo largo de la varilla, hizo saltar todas las chapas de hierro que la sujetaban y desunió las juntas sin alterar la barra, sino es en lo interior de cada gancho ó anillo de la cadena, cuya superficie quedó fundida y cubierta de metal derretido. La chimenea no padeció ningun daño, sino al rededor de los cimientos en donde fueron levantados muchos ladrillos; habiéndose observado tambien en la tierra algunas aberturas considerables, principalmente en un radio de nueve á diez pulgadas al rededor de la varilla. Tambien produjo el rayo otros efectos de menor consideracion, como por egemplo los siguientes: arrancó las losas del hogar de la chimenea, aplastó una tetera de cobre, en cuyo fondo hizo tres agujeros de seis líneas de diámetro; los morillos, dos vasijas de barro y un gato que se hallaban en el hogar de la chimenea, no recibieron ningun daño sin embargo de que el hogar quedó en gran parte desempedrado, y se quebraron algunas piezas de porcelana que estaban sobre una mesa.

En 1778 habiendo caído un rayo en Padernello, parroquia que se halla á dos leguas de Treviso, derribó el campanario; y Mr. Nicolai le hizo reedificar y colocó en él un conductor, cuya cadena era demasiado delgada, segun me decia el abate Toaldo en una carta que me escribió. El 8 de agosto de 1780 á las once de la noche estalló con grande estrépito un rayo sobre dicho campanario, en donde imprudentemente estaban tocando las campanas; pero no causó ningun daño al edificio ni al temerario campanero, sintiéndose solo un fuerte olor de azufre.

El accidente que ocurrió en el mes de julio de 1781 en el establecimiento industrial de Heckingham, cerca de Norwik en Inglaterra, no deben mirarlo como un triunfo los impugnadores de la utilidad de los pararrayos, segun se demuestra por lo que resulta de una carta que desde aquel mismo pais escribió á Mr. Majellan un amigo suyo, sábio y muy versado en estas materias. El hecho es que sin embargo de que habia en el edificio citado ocho conductores, colocados en las chimeneas, no fue preservado del rayo; pero debe observarse que al establecer estos pararrayos, no se habian guardado las reglas prescritas: los ocho conductores terminaban por la parte de abajo en cuatro extremos; mas ninguno de éstos comunicaba como es indispensable con el

agua ó la tierra, para producir el efecto deseado: siendo tambien de notar que el rayo cayó precisamente sobre una cubierta de plomo que se habia colocado en dicho edificio, sin cuidarse de ponerla en comunicacion con ninguno de los conductores. En fin, no se habia tenido la advertencia de hacer de cobre ni siquiera dorar las puntas de los ocho conductores, y de consiguien- te estaban tomadas de orin: circunstancia que destruye casi enteramente su efecto.

CAPÍTULO SESTO.

De los pararrayos ascendentes.

A vista de las pruebas que arriba se han espuesto , es fuerza convenir en que muchas veces salta el rayo de la tierra ; y de consiguiente debe imaginarse y construirse un aparato propio para preservar los edificios del rayo que se eleva, del mismo modo que se ha establecido para ponerlos á cubierto del que descende de las nubes. La razon manifiesta claramente que cuando se trata de impedir los efectos de unas causas que obran en direcciones diametrales , es necesario oponerles obstáculos contrarios ; porque seria una contradiccion muy chocante el obrar de otro modo, ó no reconocer igual necesidad en uno y otro caso. Así pues, habiéndose demostrado de un modo incontestable, que los conductores colocados sobre las casas las protegen contra la erupcion del rayo que descende de las nubes , y estando por otra parte probado, en cuanto puede serlo un dogma de física, que dicho metéoro se eleva tambien muchas veces de la tierra , es evidente que deben establecerse aparatos preservadores para este último caso lo mismo que para el primero ; pues hay circunstancias, y son mas fre-

cuentas de lo que por lo comun se cree , en las que los medios ordinarios son inútiles y sin efecto contra tan terrible y destructor azote.

El nuevo aparato debe fundarse sobre dos principios ciertos y confirmados por la doctrina universalmente recibida : 1.º Los metales son excelentes conductores del fluido eléctrico : 2.º Las puntas tienen la virtud de atraerle de lejos y descargar el conductor ; y como entre la materia del rayo y la de la electricidad existe la identidad mas perfecta , es claro que los conductores armados de puntas atraerán y transmitirán la materia fulminante , y de este modo , no hallándose acumulada en un punto sino dispersa y disipada , no podrá hacer esplosion. Es preciso pues que nuestro pararrayos sea metálico y deben añadirsele algunas puntas ; mas como la direccion del rayo ascendente es de abajo arriba , es necesario que las puntas se hallen colocadas en este sentido , por cuyo medio se logrará que atraigan el fluido eléctrico ó la materia del rayo , y que por la parte opuesta le descarguen sin estrépito en el espacio de la atmósfera , bajo la forma de penachos.

Supuestos estos principios ciertos , parece muy natural emplear una barra de hierro torcida en forma de ángulo , ó que tenga la figura de una línea doblada , á uno de cuyos extremos debe hacerse soldar , ó mas bien forjar , dos ó muchos bar-

rotes de hierro , segun la longitud de la porcion de barra á que se hallen unidos , los cuales deben estar clavados en la pared. El extremo de la parte doblada , que forma ángulo con la pared , debe ser muy agudo y hallarse vuelto hácia abajo , y la parte superior de la barra que terminará en punta , ha de sobresalir por encima el remate de edificio para despedir por allí el fluido eléctrico que la parte doblada ó inferior haya atraído , en el momento de salir de la tierra en las inmediaciones del aparato.

Mas para evitar todos los inconvenientes que podrian originarse de semejante disposicion en los casos de un rayo descendente , en razon de no continuarse el conductor hasta el suelo , nos parece que la barra de hierro deberia introducirse suficientemente en la tierra en direccion perpendicular , y por consecuencia paralela á un costado del edificio ; pero en tal disposicion sin embargo , que la estremidad superior tuviese un vuelo proporcionado por encima del techo. Unida á esta barra deberá forjarse por lo menos una varilla del mismo metal , que forme con la parte superior de la grande un ángulo de ciento treinta y cinco grados , y otro con la parte inferior que sea suplemento del primero , esto es , de cuarenta y cinco grados : esta inclinacion reune á mi parecer mas ventajas que cualquiera otra. La

longitud de las dos partes de la gran barra y de la varilla serán proporcionales á la elevacion del edificio, y se cuidará tambien de que el estremo de la varilla termine en una punta de cobre dorada, y ésta en otra de oro, pues así lo aconseja el resultado de las observaciones que de muy reciente se han hecho: dicha punta deberá ser muy aguda y estar vuelta hácia la tierra. Dispuesto todo como queda explicado, si el rayo se eleva de la tierra á una distancia proporcionada para poder atacar el edificio, la punta del aparato le atraerá en silencio, y el conductor preparado le trasmitirá á lo largo de la varilla y de la parte superior de la gran barra hasta la atmósfera. Y no dudo yo tampoco que algunas veces será tambien trasmitido al seno de la tierra por la parte superior de la gran barra, con lo que se tendrá un doble y muy útil canal de derivacion.

He dicho que se forjase una varilla por lo menos, porque tengo por mucho mejor que haya tres ó mas que formen rayos divergentes ó verticilos (voz muy propia que debemos tomar de los botánicos), pues entonces atraerán la materia fulminante por todos lados. La gran barra vertical ha de penetrar en la tierra hasta la mayor profundidad dable, y el estremo inferior debe comunicar, si es posible, con un estanque, ó cuándo menos con tierra húmeda; por el estremo

superior se sujetará , si fuese necesario , con una ó mas lañas de hierro.

Para completar el aparato deben colocarse cuatro barras principales , semejantes en todo á las que acaban de describirse , en el medio de las cuatro caras del edificio que se quiere preservar, el cual con esto quedará por decirlo así armado por todas partes ; y por cualquier lado que se levante el rayo , hallará un conductor preparado para recibirle y disiparle en la atmósfera. Dichas cuatro barras principales y perpendiculares, deben en mi opinion reunirse por medio de otras cuatro horizontales, armadas de verticilos , que las pongan á todas en comunicacion , pues de este modo si el rayo se lanza sobre una punta se disipará por muchos canales de descarga (1). Este medio no puede menos de asegurar mas y mas el efecto, y con el propio fin seria yo de parecer que la parte inferior de cada barra principal terminase por muchos verticilos metálicos. Las barras horizontales de comunicacion y los verticilos inferiores , que son muy útiles , debieran aplicarse tambien á los conductores ordinarios: no sé que hasta de ahora se haya pensado aun en esta mejora , y por lo mismo no puedo menos de recomendarla encarecidamente.

1 Absolutamente no hay necesidad de prolongar hasta la tierra sino dos ó una sola de estas barras verticales.

La construcción total de este nuevo pararrayos no es incompatible con un aparato ordinario colocado sobre el mismo edificio, y cuya punta, mas elevada que las de las cuatro barras que se han descrito, atraerá el rayo contenido en las nubes tempestuosas y le conducirá hasta el seno de la tierra.

Si se desea que nuestro aparato supla por los pararrayos que hasta aquí se han usado, se dará á la punta de cada una de las barras colocadas á los cuatro frentes del edificio igual elevacion á la que tienen los conductores ordinarios, con lo cual nuestros conductores compuestos harán el oficio de pararrayos ascendente y descendente.

El pararrayos que acabamos de describir es muy necesario en aquellos parages en donde se ha visto levantarse el rayo de la tierra, pues como este fenómeno proviene ordinariamente de causas locales, es muy probable que se repita aun otras veces. Puede tambien emplearse con utilidad en los castillos, al rededor de las murallas de una plaza, en las casas y edificios aislados; en fin, puede y aun debiera colocarse en toda clase de obras, pues que todas se hallan espuestas á ser atacadas tanto por el rayo que cae de las nubes como por el que se eleva de la tierra. No es difícil variar la forma de este aparato, á efecto de adaptarle al edificio mas irregular; y como por otra

parte no hay mas dificultad en construir y colocar nuestro nuevo conductor que los que hasta el presente se han usado, hemos omitido de propósito algunos pormenores inútiles, que cualquiera podrá suplir con facilidad.

Mas no podemos terminar este artículo sin hablar de un experimento que hace palpable lo útil y necesario de este nuevo pararrayos. Para confirmar la doctrina de los pararrayos, imaginó el doctor Lind de Edimburgo una casita para prueba, que fue despues perfeccionada. Redúcese á un pequeño edificio, cuyos cuatro lados se mueven sobre el fondo por medio de goznes; sosteniéndolos en situacion perpendicular el techo movable que encaja sobre ellos. En lo interior de la casita se coloca entre dos clavijas de metal un cartucho lleno de pólvora, ó bien una pistola cargada de aire inflamable, para cuya detonacion es suficiente una pequeña chispa eléctrica; y entonces basta para hacer la esperiencia una máquina eléctrica pequeña. Ahora pues, si por medio de una cadena que representa el pararrayos, se establece una comunicacion con las dos superficies de la batería, ó simplemente las de una botella estañada segun el método del doctor Bewis, la esplosion del pequeño rayo que se descarga sobre la casa es nula y sin efecto; mas si por el contrario se suprime la cadena, que es realmente

un conductor del rayo, hallándose interrumpida la comunicacion, se inflama y detona con estrépito la pólvora contenida en el cartucho, el pequeño edificio ó almacén de pólvora es herido por el rayo, viénense á bajo sus costados y salta el techo por el aire. He aquí una esperiencia bien conocida que prueba sensiblemente toda la solidez de la teoría moderna.

Con solo dirigir una mirada sobre la fig. 1.^a lám. 1.^a podrá formarse idea de este aparato: A representa la botella eléctrica; BB el conductor de comunicacion; CC el segundo conductor que comunica con el primero; D otra rama de comunicacion que termina por una bola; E la estremidad del pararrayos. La bola E puede quitarse, y apareciendo entonces la punta se facilita el hacer dos esperiencias, una con la punta y otra con la bola; FF es la casita de madera, cuyos lados están sobre goznes; GGG es una cadena que hace las veces de pararrayos; H un gancho ó anillo que comunica con una de las clavijas, ó con la pistola; II cadena que comunica con el exterior de la botella. La fig.^a 2.^a representa la misma casa vista interiormente, la cual contiene una pistola de aire inflamable, AA con dos cadenas B y C que sirven para formar las comunicaciones necesarias.

Á semejanza de la casita que acaba de descri-

birse, he hecho yo construir una, en donde coloqué el nuevo pararrayos que es objeto de este artículo. Para hacer el experimento cargo por la superficie exterior una botella, de modo que la interior queda electrizada negativa y la exterior positivamente; y con la parte inferior de ésta comunica un conductor terminado por una bola metálica que representa el rayo ascendente. Si el nuevo aparato se coloca á un lado de la casa, queda el edificio preservado; pero si se quita el pararrayos, recibe la casita el golpe, se abren todos sus lados, y el techo es arrojado á larga distancia, con tal violencia que se hace preciso asegurarle á una cadena para evitar que cause algun daño á los espectadores. No puede pues dudarse en manera alguna que el pararrayos que yo propongo preserva los edificios del rayo ascendente del mismo modo que el ordinario los pone á cubierto del descendente.

Si la generacion actual ha visto realizarse una idea que hace muy poco hubiera mirado como imposible, cual es la de poder evitar los estragos del mas terrible metéoro, ¿por qué habremos de desesperar de hallar medios de defensa contra los otros? Ya ha habido quien ha osado proponer medios y experimentos para calmar las olas del mar y desvanecer las tempestades; ya hubo físicos ilustres que dieron alguna idea sobre la posi-

bilidad de preservar nuestros campos del granizo: otros tan valientes, pero mas felices, egecutarán lo que nosotros apenas divisamos, y yo estoy persuadido de que el hombre, este sér tan débil en el dia, vendrá tiempo en que domine los elementos, y solo entonces podrá decirse con verdad que es el rey del universo y manda á la naturaleza entera.

El aparato que acabamos de proponer contra el rayo ascendente y descendente, es el mas completo que puede darse para preservar un edificio vasto de todos los ataques del rayo, cualquiera que sea la direccion en que se presente. Para un edificio de grande estension podrán ser necesarias las cuatro barras perpendiculares; pero si fuese menor bastaria una ó dos (1). En el primer caso se dispondrán sobre el tejado ó remate del edificio, de modo que disten entre sí el tercio de la longitud total de dicho remate; debiendo formar los oportunos recodos para seguir los cõntornos del edificio, y cuidándose tambien de dirigir los dos conductores de estas barras de manera que el uno baje á lo largo de la pared del frente, y el otro por la opuesta hasta llegar al

1 Habiendo leído los señores Buffon y Gueneau de Montbeillart la descripcion que muchos años ha hice yo del pararrayos ascendente y descendente con cuatro barras perpendiculares, hicieron sacar un diseño de él.

frente : uno y otro llevarán algunos verticilos unidos á los dos extremos de una barra horizontal, la que por uno de los dos debe estenderse hasta el ángulo opuesto del edificio. De este modo puede construirse el aparato con mucho menos hierro que si se ponen cuatro barras perpendiculares, unidas entre sí por otras horizontales que formen una especie de cerco. Si por el contrario la longitud de la casa no exige mas que un conductor colocado en medio del edificio, se dispondrá de suerte que encima del remate haya solo una barra dividida en dos brazos á manera de horquilla, uno de los cuales baje sobre una de las caras del edificio y el otro por la opuesta, adaptando á ambas algunas barras de hierro horizontales, armadas de verticilos. Si los edificios no están aislados, es preciso arreglarse á las circunstancias locales, lo cual no es difícil á un físico que conoce los principios que tienen relacion con la materia de que tratamos.

Contra la utilidad de los verticilos inferiores que recomendamos, podrá objetarse que si una nube debe sacar una chispa del globo terrestre, esta chispa saldrá siempre de la estremidad superior del pararrayos, hállese ó no armado de puntas en su extremo inferior; porque no es probable, dirán, que la corriente eléctrica deje la tierra húmeda en donde se halla clavado el es-

tremo inferior del pararrayos, para dirigirse atravesando el aire hácia las puntas en cuestion: pues la electricidad, como es sabido, sigue siempre los mejores conductores. Á fin de dar nueva fuerza á esta objecion, supongamos una bola de metal aislada y armada de una barreta de lo mismo, que termine en punta: si se electriza se observará muy pronto que todo el fluido eléctrico se disipa por la punta superior, del mismo modo en corta diferencia que si hubiese otra en la parte inferior de la barreta. ¿No parece pues que sucede lo propio con el globo de la tierra, y que el fluido eléctrico superabundante, que constituye el rayo ascendente, debe escaparse tambien del globo terráqueo por la punta superior del pararrayos?

Así ciertamente sucederia si el globo de la tierra se pareciese á una bola de cobre, si fuese homogéneo en toda su estension como lo es el metal citado, y si la electricidad que producen las causas locales en un punto, fuese la misma y en el mismo grado en toda la estension de la masa de la tierra, como lo es en la bola metálica; pero estas suposiciones están muy lejos de ser ciertas, y por consecuencia las razones y comparacion de que se ha hecho mérito no son concluyentes.

Consta por repetidas observaciones que la tem-

pestañ que descarga sobre un punto cualquiera, en manera alguna se deja sentir en otros parages distantes ; que en tiempo de una tempestañ local no está electrizado en todas sus partes el globo de la tierra ; que éste es de una naturaleza muy heterogénea , pues que se hallan en él aguas, minas , piedras , tierras , &c., de diferentes clases y de propiedades muy opuestas , aun considerándolas únicamente con relacion á la electricidad ; que existen en el mismo globo materias minerales en forma metálica , y otras en estado de descomposicion , en el cual no son ya conductores del fluido eléctrico , ó por lo menos le transmiten con dificultad. Nadie ignora que entre las piedras se hallan muchas que son idio-eléctricas, esto es , eléctricas por naturaleza , tales como las masas de cuarzo , espato , piedras arenosas, granito , &c.; que las tierras arenosas , arcillosas , &c., son malos conductores , y por consecuencia propias para aislar ; y se sabe tambien que estas sustancias están ordinariamente arregladas por lechos , bancos ó capas de diversos modos , é interrumpidas algunas veces por diferentes masas mas ó menos voluminosas.

Admitidos estos principios incontestables , supongamos para hacer inteligible la materia , sin el auxilio de ninguna figura , que una casa esté construida sobre una masa de granito , ó un ban-

co de piedra arenisca ó de cuarzo, ó bien sobre un lecho de arcilla, greda, &c., y que en las cercanías, á algunas toesas de distancia, haya una masa de piritas ferruginosas, es decir, metálicas. Si el rayo terrestre se produce ó trasmite en el lugar piritoso, cualquiera que sea la causa que le produzca, debe propender segun las leyes del equilibrio á escaparse por el aire hácia lo alto de la atmósfera; mas hallándose la casa sobre una masa de granito, arcilla, &c., no puede dirigirse por el espesor de la tierra hasta la punta inferior del pararrayos, porque dichas sustancias son idio-eléctricas y como tales malos conductores. Dicho rayo ó materia eléctrica superabundante, que propende á escaparse por la atmósfera, no preferirá tampoco dirigirse á la masa de aire que se halle verticalmente sobre ella, pues el aire no es buen conductor; y dado caso que se dirija, será para buscar el mejor conductor que esté inmediato, es decir, que se lanzará sobre la casa aunque se halle defendida por un pararrayos descendente, esto es, un pararrayos incompleto segun acabamos de probar. 1.º Porque no halla otro camino: 2.º Porque las materias que componen la casa son mejores conductores que la masa entera del aire: 3.º En fin, porque el edificio supuesto es un cuerpo no electrizado, y la atraccion eléctrica se esplica entre los cuer-

pos electrizados y los que no lo están, dirigiéndose los mas ligeros hácia los mas graves. El rayo ascendente pues, atacará la casa armada con pararrayos incompleto.

Si nuestro edificio por el contrario estuviese armado de un pararrayos ascendente con verticilos, ó puntas inferiores vueltas hácia la tierra, como las puntas obran á mayor distancia que los cuerpos romos, y atraen y disipan insensiblemente el fluido eléctrico, no podrá éste atacar la casa en razon de que las puntas impiden toda explosion, segun lo prueban la esperiencia y la observacion; y atraido así el fluido eléctrico y transmitido luego á la atmósfera por toda la longitud del conductor, quedará el edificio entero preservado por el poder de las puntas inferiores.

Esta especie de demostracion será evidente para los que no pierdan de vista lo que anteriormente dejo dicho, esto es, que la casa se halle construida sobre una masa de granito, arenosa, arcillosa, &c.; y sabido es que existen muchos edificios levantados sobre terrenos de esta especie, que son por su naturaleza idio-eléctricos y no conductores, en cuyas cercanías hay algunas sustancias piritosas, ferruginosas, ó que contienen otras especies de minerales, es decir, sustancias capaces de transmitir el fluido eléctrico que por diferentes causas se haya acumulado allí.

La comparacion pues del globo de metal que arriba se ha hecho, es de todo punto inadmisibile. Mas exacto seria comparar la tierra á un globo heterogéneo compuesto de diversas sustancias conductoras y no-conductoras, y haciendo en seguida la esperiencia del pararayos, segun yo la he practicado, se veria del modo mas sensible que la punta superior del pararayos no bastaria para preservar el edificio en donde se hallase, el cual únicamente seria preservado en todos los casos, cuando el pararayos tuviese algunas puntas intermedias vueltas hácia la tierra.

Los verticilos vueltos hácia abajo son tanto mas propios para producir este efecto, quanto estando de mucho mas inmediatos á la superficie de la tierra que la punta superior, se estiende á mayor distancia su actividad y obran con mayor energia, principalmente en las circunstancias en que la última no puede tener ninguna influencia, ya por su elevacion, ya por la masa del edificio; pues como éste en razon de su estension se hallará muchas veces en el camino que se supone en los casos de esta naturaleza, será atacado antes que pueda llegar el fluido á la punta. Supongamos para demostrarlo que una punta superior se halle elevada á ciento y diez pies del piso de tierra (yo he colocado algunas á mas de doscientos), y que su virtud preservadora se

estienda únicamente á menos de cuarenta pies, segun se observa en los almacenes de pólvora Purfleet : en este caso la punta superior será ineficaz para libertar del rayo á todo el edificio, y solo le pondrá á cubierto á la distancia de cuarenta pies en todo sentido. Mas hay ciento y diez pies de elevacion, ó aun mayor distancia de la punta superior á muchas partes del edificio, y de consiguiente la casa no podrá ser preservada en su totalidad, sino que habrá muchos puntos que podrán ser atacados por el rayo ascendente sin embargo de la punta superior. Pero si se tiene la precaucion de colocar puntas inferiores intermedias á distancias proporcionadas en toda la longitud de la elevacion, estando estas puntas á menos de veinte ó treinta pies unas de otras y de la tierra, es indudable que preservarán toda la casa de los estragos del rayo ascendente.

El rayo que se dirigió sobre el mastelero del Observatorio de Paris, segun refiere el abate Chappe de Auteroche en las Memorias de la Academia, salió de la tierra; y es claro que si en esta ocasion hubiese existido una casa en lugar del mastelero, habria sido igualmente atacada por uno de sus costados laterales. Es pues indispensable poner los lados de los edificios á cubierto de los rayos que pueden levantarse de la tierra.

Es tan palpable lo que acabo de decir, que no me atrevo á refutar sériamente la idea que ocurrió á cierta persona, de que dichas puntas podrian ser peligrosas en la suposicion de que el conductor no tuviese bastante capacidad. Si dichas puntas no fuesen peligrosas sino á causa de la poca capacidad que se supone en el conductor, seria fácil destruir todo peligro y hacerlas tan útiles como lo son por su naturaleza, aumentando el volúmen y masa del conductor en términos que su capacidad no solo fuese suficiente sino mucho mayor, lo que es muy fácil aun en los casos extraordinarios.

Aun diré mas: á menos que no se echen en olvido los principios que en materia de electricidad se hallan consagrados por la esperiencia y la observacion, no puede absolutamente imaginarse, mirese por donde se quiera, que descendiendo el rayo por el conductor, se escape por las puntas inferiores intermedias y ataque á su salida los cuerpos inmediatos; porque es de la mayor evidencia que el fluido eléctrico, hallando en el aparato de que hablamos metales muy buenos conductores que van á parar al agua y al depósito comun, no puede abandonarle para desvanecerse por el aire, que es mal conductor. Ni es menos cierto que en el caso (que no se admite) de que el fluido eléctrico pudiese salir de

dichas puntas cuando el conductor de que hacen parte toca en la tierra y en el agua no habria chispas , sino solamente penachos ; y en esta hipótesis , contraria absolutamente á la esperiencia y á las observaciones , dichas puntas producirian tambien la gran ventaja de disipar sin esplosion por la atmósfera el exceso de fluido eléctrico , que no se hallaria ya en proporcion con la poca capacidad que se quiere suponer en un conductor , sin duda mal construido , pero que á pesar de sus defectos no dejaria de ser muy eficaz.

Si las razones que acabo de esponer no fuesen suficientes para convencer , lo que apenas puede creerse , recordaria muchos egemplos en que el rayo en vez de atacar directamente un edificio , ha seguido una direccion oblicua , tortuosa ó lateral ; lo que por cierto no hubiera sucedido si la casa hubiese estado provista de un pararrayos armado de puntas inferiores é intermedias. Estos pormenores se han sacado de una disertacion sobre los pararrayos , que inserté en el Diario enciclopédico contestando á una carta del abate C.

CAPÍTULO SÉPTIMO,

Del modo de construir los pararrayos.

EL arte de construir pararrayos se funda en principios ciertos, y demostrados por una multitud de pruebas luminosas. 1.º En la identidad del rayo y de la materia eléctrica: 2.º En el poder de las puntas: 3.º En la virtud conductriz de los metales: 4.º En fin, en las observaciones que la caída del rayo nos ha presentado en varias ocasiones. Y pues estos cuatro puntos han sido examinados, discutidos y probados del modo mas satisfactorio en el curso de esta obra, es inútil repetir aquí lo que con respecto á cada uno se ha establecido.

Para construir buenos pararrayos es necesario: 1.º Que toda la serie de piezas de hierro que componen el aparato no tenga ninguna interrupcion, pues que debe reinar en todo él la mas perfecta continuidad: 2.º Que su parte inferior profundice en la tierra hasta el agua, ó por lo menos, si esto no fuese dable, hasta la tierra húmeda: 3.º Que la estremidad superior se halle armada de una punta de cobre dorada á fuego, á la que para mas seguridad puede unirse una puntita de

oro: 4.º Que para lograr la mayor solidez debe asegurarse el conductor por medio de grapas clavadas sobre piedras de sillería: 5.º Toda la longitud del conductor de hierro debe cubrirse de un barniz, propio para evitar que se tome de orin; pero sobre todo la porcion que está bajo tierra debe ser de plomo, ó cuando menos de hierro bien estañado, á fin de que el orin no pueda á la larga destruirle: 6.º Se multiplicará el número de los pararrayos, ó bien las puntas que se hallan encima del remate del edificio, en proporcion de su longitud: 7.º Quanto mas agudas sean las puntas, y á mayor elevacion se hallen, tendrán mas energía. Sin embargo, en quanto á la elevacion es preciso atender á las circunstancias locales.

Para que pueda tenerse una idea de la disposicion en que deben colocarse los pararrayos, y atendiendo por otra parte á que muchas personas desean conocer la forma de los de Leon, que excitaron en aquel tiempo cierta curiosidad, creo de mi deber dar una descripcion abreviada de estos soberbios aparatos de la física moderna, que me parece será suficiente para el efecto.

Nada de quanto podia contribuir á su solidez y perfeccion se omitió en el pararrayos de San Justo, y el mecanismo con que está construido es diferente del de todos los instrumentos de esta clase

que existen en el dia. Á esto dieron ocasion ademas de algunas razones particulares de física, el poco diámetro del campanario y la grande elevacion de la punta por encima del remate, pues estas últimas circunstancias podrian esponer á peligros que quisieron evitarse al que hubiese de examinar en caso necesario el extremo superior de dicho aparato. El objeto que se propuso el cabildo de San Justo fue el de poner á cubierto de los estragos del rayo todas las inmediaciones de la iglesia y una parte de las casas contiguas al campanario, el cual por su posicion y demas circunstancias locales se hallaba muy espuesto á tales accidentes. Por estas razones, y en atencion á que la parte superior del pararrayos que sobresale por encima del remate de la torre tiene treinta y tres pies de elevacion, fue preciso que la barra de hierro, á la que está fuertemente asegurada con tornillos una punta de cobre dorada á fuego, se dispusiese de modo que pudiese en un caso columpiarse. Á este fin se elevó sobre la armadura del campanario un poste sólido y proporcionado, á cuyo extremo superior se fijaron dos espigones de metal, con sus correspondientes hembras, en donde entran los dos muñones que se hallan á la mitad de la longitud de la barra de hierro, la cual por este medio puede hacer un movimiento de rotacion bajándose su estremidad

superior, al mismo tiempo que se eleva la inferior.

Dicho movimiento se ejecuta con la mayor facilidad, porque con esta mira se procuró poner en equilibrio la referida barra, que tendrá unos veintiseis pies, á cuyo fin, como ya se deja entender, fue necesario dar mas longitud á la parte superior y mas gravedad á la inferior. Un hombre solo, sin servirse mas que de una mano, maneja con admirable facilidad el referido conductor. La barra referida se sostiene perpendicular al horizonte, por medio de un tornillo que atraviesa todo su espesor y la une al poste.

Si se quisiese construir un aparato semejante podria hacerse el poste de hierro, ó bien emplear en su lugar un mástil; pero en el último caso seria preciso dar unas manos de aceite á la madera, bien seca, y cubrirla algun tiempo despues de un barniz de espíritu de vino para que no se pudriese, y aun seria necesario armar dicho mastelero con dos casquetes de hoja de lata á sus dos extremos, á fin de que la lluvia no le perjudicase.

Acabemos de describir la construccion de nuestro pararrayos. Desde el recaton de la barra que gira sobre los muñones, parte otra de comunicacion y va á unirse perfectamente con la parte del conductor que se eleva paralela á lo largo de la

pared; habiéndose tomado las mayores precauciones para dar la posible perfeccion á la union de todas las barras de hierro de que se compone este aparato, en él que tambien se colocaron algunos verticilos á una altura proporcionada para preservar al edificio del rayo ascendente. La parte que está en tierra penetra á cerca de diez y ocho pies de profundidad, y á fin de mantener siempre húmedo aquel parage se hicieron conductos para que se dirigiese hácia él el agua llovediza, y se riega ademas todos los dias. Dicho pararrayos desde la punta hasta el último verticilo inferior tiene ciento treinta y un pies de longitud, y su estremidad superior se halla á cerca de cuatrocientos sobre el nivel medio del Saona.

El que coloqué sobre la cúpula del magnífico edificio del hospital de Leon, á petición de sus administradores, es de una figura muy diferente que el anterior. La forma de la cúpula oponia grandes dificultades á la egecucion, y para allanarlas fue necesario levantar uno sobre otro muchos andamios: sin embargo, la construccion de este aparato es sencillísima, y se colocó con tal arte que tiene toda la solidez que puede desearse, sin perjudicar en nada á la arquitectura de la cúpula.

Sobre la cruz que se halla en el remate de ésta, hice sobreponer otra de hierro que forma la es-

tremidad superior del pararrayos, asegurándola para que conservase la debida posicion por medio de muchas lañas de hierro oportunamente colocadas, y á cada uno de sus tres extremos se adaptó una punta de cobre dorado. Pasa luego el conductor al collar superior de la bola que está debajo de la cruz; se une por una rama de comunicacion con todas las barras de hierro que forman el armazon interior de la bola, y con las que sirven para asegurar los tres ángeles de plomo que sostienen aquella, por entre los cuales baja sin interrupcion, como tambien por delante de las nubes y el pedestal y barandilla de hierro que le circuye.

El conductor, formado de grandes barras de hierro (1), baja en seguida unido á la cúpula, guardando la misma convexidad de la bóveda, y á trechos se hallan algunas vigas pintadas al óleo y cubiertas de plomo en los parages necesarios, las cuales, que están fuertemente unidas al maderámen de la cúpula, sostienen unos cepos de hierro armados de chapetas dobles

1 Mr. Regnier, residente en Semur en Auxois, forma sus conductores con veintisiete hilos de alambre, lo que hace una especie de cuerda muy sólida; de esta manera ha colocado muchos pararrayos con verticilos para el rayo ascendente, y otros muchos físicos han seguido igualmente el egemplo que yo he dado sobre este objeto.

para apoyar y sostener el conductor. Pero á lo largo de la pared se fijó de otro modo asegurándole con plomo ; habiéndose colocado tambien algunos verticilos ascendentes á una elevacion proporcionada. Á cosa de diez pies del piso de tierra entra la barra en una muesca abierta en la piedra de sillería , y cubierta por un recanton de piedra hasta la altura de la mano. En fin, la parte inferior penetra en la tierra hasta una profundidad considerable ; y en un pozo que se ha abierto de propósito, mucho mas profundo que las aguas mas bajas del Rodano con el que con mucha frecuencia comunica, están oportunamente colocados muchos verticilos inferiores. La elevacion total de este aparato es de mas de doscientos y seis pies de rey.

Los referidos pararrayos, como tambien otros varios, fueron colocados en Leon en 1780 ; y yo hice tambien construir muchos en 1786. Algunos son enteramente de hierro y otros están sostenidos por mástiles levantados sobre los tejados, segun las circunstancias lo exigen ; en cuyo último caso algunos de los mástiles han sido dados de pez y pintados, y otros pintados y barnizados. Algunos hay cuyos conductores se han asegurado á lo largo del mástil por medio de argollas de hierro con tornillos y muescas ; y en los puntos convenientes se han puesto casquetes de

hoja de lata , asegurados no tan solo con buenos clavos sino tambien con grapas muy fuertes. El tronco principal del conductor de estos diversos pararayos , en una gran parte de su longitud está armado de verticilos inclinados cuarenta y cinco grados hácia la tierra para el rayo ascendente. Las barras de hierro están unidas entre sí , ya por medio de tornillos , ya por un encage formado limando la mitad de cada extremo , y colocando entre los dos una hoja de estaño. Para este efecto dichos dos extremos están taladrados y reciben un espigon de hierro , cuya cabeza se remacha á golpe de martillo.

Ya habia yo colocado muchos pararayos en diferentes puntos , y habian hecho lo mismo otros físicos en varias ciudades de Francia , y aun no existia ninguno en Paris ; pero accediendo yo al deseo que me manifestaron muchas personas de distincion construí algunos , con cuya ocasion se espresaron en estos términos los autores del Mercurio de Francia. »Ya no se echará en cara á la capital de Francia el no haber adoptado los pararayos , cuya utilidad está tan generalmente reconocida. Habíanse distinguido muchas ciudades de Francia en el afan de construirlos ; y la de Paris , la mansion de las ciencias y de las artes , no podia tardar largo tiempo en seguir el egemplo que el Nuevo-Mundo ha dado al anti-

guo. Con efecto, la señora duquesa de Ancenis ha hecho colocar uno sobre su palacio, en donde habian caído antes algunos rayos, y las religiosas agustinas inglesas han hecho tambien elevar otro sobre su convento; habiendo sido elegido para dirigir la construccion de estos nuevos instrumentos el señor abate Bertholon, profesor de física experimental de los estados generales de Langüedoc, conocido ya en la república literaria por muchas obras que han tenido la mayor aceptación, y por los soberbios pararrayos de Leon: el cual ha hecho construir estos aparatos de un modo que nada deja que desear. El del palacio de Charost de la señora duquesa de Ancenis tiene ochenta y cinco pies de longitud y veintiocho la estremidad inferior, que entra en la tierra hasta sumergirse en el agua. El de las religiosas inglesas se eleva ciento ochenta y ocho, y la parte que entra en la tierra y va á parar al agua tiene noventa pies de profundidad. Se ha puesto el mayor esmero en la perfeccion de las uniones, hechas todas por medio de tornillos; se han distribuido oportunamente comunicaciones metálicas, y todas las puntas están doradas á fuego; tambien se han colocado verticilos en los lugares convenientes; en una palabra, en dichos pararrayos se encuentran reunidas todas las perfecciones que el señor abate Bertholon ha des-

crito y observado en diversos aparatos de este género que ha construido en varios puntos." (1)

En todas las descripciones que preceden se ha dicho que los pararrayos estaban formados de barras de hierro, porque en todas partes son efectivamente de esta materia: ¿será pues el hierro el mejor metal para este efecto? Todos los metales son conductores de la materia eléctrica, y aunque hasta de ahora no existen esperiencias decisivas que prueben hasta qué grado es un metal mejor conductor que otro de este fluido, se sabe que todos lo son bastante para el objeto de que se trata. En vano se objetará que un hilo de hierro se derrite por la descarga eléctrica de una batería con mas facilidad que otro de cobre de igual diámetro, pues el rayo derrite los hilos de cobre y los de hierro, siempre que unos y otros tienen poco espesor, como lo ha probado la experiencia en varias ocasiones en que el rayo ha encontrado á su paso estas diferentes materias. De lo que no cabe duda es de que el rayo no ha derretido jamas barras de hierro como las que se emplean en la construccion de los pararrayos: los conductores pues deben hacerse de hierro en razon de la mayor economía.

1 Mercurio de Francia, 1782. n. 52. pag. 188.

Los pararrayos no deben estar aislados, pues aunque haya habido algunos físicos que los aislaron, mudaron muy pronto de opinion; y para convencerse de que debe ser así, basta observar que siendo los metales mejores conductores que la madera y las piedras que componen en gran parte los edificios, el fluido eléctrico seguiria siempre el camino metálico que le está señalado, mas bien que cualquier otro, y de consiguiente es inútil la práctica referida.

Tal vez podria preguntarse si hay algun riesgo en hacer descender los pararrayos por las privadas hasta la tierra. Esta cuestion se ha propuesto ya en algunos periódicos, y como la respuesta que se ha dado es contraria á los principios y á la experiencia, creemos oportuno detenernos un instante en este objeto.

No hay peligro alguno en que los pararrayos pasen por las zanjias de las privadas, por mas llenas que estén de gas inflamable mezclado con el aire atmosférico; porque segun los principios mas ciertos de física el gas inflamable, aunque se halle combinado con el aire atmosférico, no puede inflamarse si no media una chispa eléctrica; ésta no puede producirse sino hay solucion de continuidad en el conductor no aislado que atraviesa el lugar que contiene el gas, y los conductores de los pararrayos nunca están interrumpidos por

soluciones de continuidad, pues siempre se pone el mayor cuidado en evitarlas, en razon de que uno de los primeros principios que se tienen presentes para la construccion de estos aparatos, es que desde la punta ó extremo superior hasta el inferior que penetra profundamente en el agua ó en la tierra húmeda, formen una serie no interrumpida de barras de hierro no aisladas.

Para confirmar con la esperiencia estos principios ya de suyo evidentes, he hecho algunas esperiencias del todo decisivas: Tomé una vasija de metal, por cuyo interior pasaba una varilla de hierro mucho mas larga y perfectamente soldada en las dos inserciones, llenéla de gas inflamable y de aire y la suspendí del conductor electrizado por el extremo superior de la varilla de hierro. No puede dudarse de que en este estado pasaba el fluido eléctrico al traves del gas inflamable; mas éste sin embargo no se encendió, ni hizo explosion alguna, que á verificarse era imposible dejar de conocerse en razon de que el vaso de metal tenia en su parte superior una abertura cerrada con un tapon de corcho á la manera de las pistolas de Volta.

Para lograr mayor convencimiento, enganqué una cadena á la estremidad inferior de la varilla de hierro que atravesaba. Dicha cadena caía hasta la distancia de una pulgada de la tierra y

se veía constantemente una chispa eléctrica que partía del extremo inferior de la cadena y se lanzaba hácia la tierra, sin haber detonacion alguna del aire inflamable, lo que tampoco se verificó por mas que con la mano ó con un escitador se sacaron chispas en toda la longitud de la varilla de hierro, del vaso y de la cadena; sucediendo lo mismo con mayor razon cuando la cadena se prolongó hasta arrastrar por tierra.

Después de esto dispuse otro vaso en todo semejante al anterior, fuera de que tenia en el fondo una abertura, por la cual pasaba un tubo de vidrio que contenia un hilo de metal, como se practica con las pistolas de aire inflamable; y habiéndose repetido las mismas esperiencias que quedan referidas, no se verificó tampoco ninguna detonacion. En fin, para que no se objetase que el aire inflamable era puro ó que no le habia, hechas las primeras esperiencias quise escitar una detonacion, y para ello saqué una chispa del hilo de hierro que pasaba al traves del tubo de cristal, y se verificó al momento la esplosion: hecho que pone esta prueba en la clase de perfectamente decisiva.

Ademas de los grandes pararayos de que acaba de tratarse, se idearon y construyeron otros portátiles. Este aparato, tan útil como curioso, casi no se diferencia de un quitasol sino por algunos

accesorios que se le añaden. La parte principal que forma el cuerpo del quitasol comprende: 1.º un tafetan combado en forma de cúpula, como los quitasoles ordinarios, sin mas diferencia que tener una de sus costuras cubierta por encima con una trencilla de plata; 2.º un ligero mango de madera de cerca de dos pies de longitud; 3.º un ástil ó varilla de hierro de media pulgada de diámetro y ocho ó diez pulgadas de largo, colocada encima siguiendo la direccion del mango, y cuya parte superior deberá terminar en una tuerca; 4.º un anillo, algunas varillas delgadas y un resorte situados á la parte de abajo: dicho anillo corriéndose sobre el ástil sirve para recoger y desplegar las ballenas; 5.º nueve ó diez ballenas de dos piezas cada una, apuntaladas por el método ordinario, pero colocadas encima del tafetan; una de dichas ballenas, á la que va unida la trencilla de plata, está armada de un cabo de cobre que termina con una tuerca. Los accesorios son: 1.º una varilla de cobre muy delgada de un pie de longitud, cuyo extremo superior termine en una punta muy aguda y el inferior en un tornillo que cuando se quiere se enrosca fácilmente á la tuerca del ástil; 2.º un alambre grueso de laton. de pie y medio de longitud, cuyo extremo forma un pequeño tornillo, que en su caso se coloca en la tuerca del cabo de cobre de que

hemos hablado; 3.º un cordoncillo de plata, que cuelgue del extremo inferior de dicho hilo de laton y termine en una borlita, que debe arrastrar por el suelo. Tal es la descripción que Mr. Barben du Bourg hace de este pararrayos, cuya varilla de hierro, el ástil, la trenza de plata, el cabo de cobre, el alambre, el cordoncillo y la borla, son otros tantos conductores metálicos. Cuando amenaza una tempestad ó se ha desvanecido enteramente, basta un minuto para unir ó separar las dos partes de esta máquina, y transformar el quitasol en pararrayos ó al contrario.

CAPÍTULO OCTAVO.

De los principales pararayos y de la necesidad de colocar estos aparatos en los almacenes de pólvora.

Si se tienen presentes las pruebas con que se ha demostrado de un modo concluyente la eficacia de los pararayos, no causará ya admiracion la multitud de aparatos de este género que se han levantado tanto en Francia como en los países extranjeros.

He aquí las principales ciudades ó parages en donde pueden verse muchos, y que colocamos sin guardar órden alguno: Colmar, Saint-Omer, Dijon, Leon, Orleans, Paris, Burdeos, Rochefort, Brest, Tolosa, Sores, Marsella, Tolon, Montbard, Nimes, Chentilly, Valencia, Burgo, Estrasburgo. Los hay tambien en Lóndres, Viena, Copenhague, Berlin, Petersburgo, Estocolmo, Gotinga, Florencia, Tréveris, Mannheim, Heidelberg, Stutgard, Homburgo, Dos-puentes, Ausburgo, Bruselas, Monaco, Karlsberg, Dufeldorf, Asti, Turin, Nimfenbourg, Nápoles, Vicencia, Sena, Mántua, Pavia, Ginebra, Venecia, Milan, Génova, Berna, Julieres, Luca, Zurich, Varsovia, Roma, Hamburgo y en diferentes puntos de Holanda.

En muchas de estas ciudades se hallan estos aparatos en gran número: en Venecia por ejemplo hay veinte, en Padua trece, en Génova treinta, en Luca veintitres, en Ginebra diez y ocho, en Varsovia trece, en Milan diez.

Casi todos los soberanos han hecho armar de pararrayos los almacenes de pólvora, porque han temido con razon el gran riesgo que corren de ser destruidos por el fuego del cielo, con ruina casi total de las ciudades, por la esplosion de la gran cantidad de pólvora que en ellos se conserva. El gran duque de Toscana los hizo colocar sobre todos sus almacenes, y lo mismo hicieron el rey de Prusia, el emperador, el rey de Dinamarca y el elector Palatino: aun se ven algunos en Venecia, Luca, Julieres, Berna, &c.

Los principales físicos que dirigieron la construcción de dichos aparatos son los señores Landriani, Moscati, Hemmer, Atanasio Caballi, Toaldo, Morveau, Sausure, Regnier, Tardivon, Le-Roy, de Sades, Vissery, Bertholon, Lichtenberg, Fontana, el príncipe de Gallitzin, Becaría, Frisi, Cuthbertson, Boyer, Jacquier, Caballi y Reboul. Una gran parte de estas noticias se debe al ilustre M. Landriani, quien para adquirirlas se dirigió á muchos físicos (1).

1 De la utilidad de los conductores eléctricos. Disertacion de Marsilio Landriani, 1784.

Para probar la gran necesidad de colocar pararrayos en los almacenes de pólvora, basta manifestar cuán terribles son los efectos del rayo cuando cae sobre estos edificios, que contienen una cantidad considerable de materias propias para detonar. En 1769 cayó un rayo en el almacén de pólvora de Brescia (Italia) en el cual habia 2,076,000 libras de pólvora, que debia transportarse á Venecia. Este terrible acontecimiento arruinó casi enteramente aquella hermosa ciudad, Una sexta parte de los edificios quedó enteramente destruida, y el resto tan quebrantado que amenazaba inminente ruina: perecieron en esta catástrofe tres mil personas; una torre de piedra de sillería edificada sobre el subterráneo que contenia el referido depósito voló entera por el aire, y sus diversas partes cayeron como una lluvia de piedras, arruinando muchas iglesias y casas particulares; la esplosion arrojó á distancia de ocho millas algunas piedras de grandor extraordinario, y á la de milla y media un cañon de grueso calibre. Los perjuicios ocasionados por este accidente fueron muy considerables, y se apreciaron en mas de dos millones de ducados.

El 18 de agosto de 1783 en una fuerte tempestad cayó un rayo en los almacenes de pólvora de la ciudad de Málaga, y prendió fuego á la poca

que contenian. Se voló una gran parte del edificio y probablemente hubiera sido destruida toda la ciudad, si dos años antes no se hubiese solicitado y obtenido que se trasladasen á una legua de distancia dichos almacenes, que contenian ordinariamente 6,000 quintales de pólvora.

El 4 de mayo de 1785 se experimentó en Tánger una terrible tempestad, durante la cual cayó un rayo y puso fuego al almacén de pólvora. Saltó el edificio con un estrépito espantoso, y fueron arruinadas la mayor parte de las casas inmediatas; siendo tan terrible la esplosion que se estremeció toda la ciudad, y quedaron enteramente destruidas las puertas y ventanas de las casas. Y aun hubo la buena suerte de que la mayor parte de la pólvora que contenia dicho almacén se habia sacado algunos dias antes para remitirla á Constantinopla, habiéndose dejado únicamente 120 quintales; pues á no ser así toda la ciudad hubiera sido convertida en un monton de escombros.

El único medio de evitar tamaños desastres, que pueden ocurrir todos los años, es el de colocar los almacenes de pólvora á una distancia proporcionada de los pueblos; pero es tambien necesario armarlos de pararrayos, porque las bóvedas de mayor resistencia son insuficientes para

libertar los almacenes de las incursiones del rayo que puede penetrarlas. Con sobrada razon pues temen las personas ilustradas las funestas consecuencias que puede producir este metéoro, cuando se dirige contra los almacenes de pólvora situados en medio de las ciudades.

CAPÍTULO NONO.

De la perniciosa costumbre de tocar las campanas y guarecerse bajo los árboles en tiempo de tempestad.

EN una obra como la presente no puede pasarse en silencio la imprudente práctica que se observa en muchas partes de tocar las campanas cuando se cree inmediata alguna tempestad, sin hacer caso de los funestos resultados que tan á menudo suelen seguirse. En la Historia de la Academia de las ciencias del año 1719 se lee un hecho el mas propio sin duda para demostrar cuán peligrosa es esta costumbre: en una horrible tempestad que se experimentó en la Baja-Bretaña la noche del 14 al 15 de abril de 1718, durante la cual no cesó de relampaguear sucediéndose con la mayor rapidez unos truenos espantosos, fueron heridas por el rayo veinticuatro iglesias inmediatas unas á otras en donde se tocaban las campanas, al mismo tiempo que no recibieron el menor daño otras que se hallaban á igual distancia, pero en las que no se tocaba.

Un físico aleman ha calculado que en el espacio de treinta y tres años han caido rayos sobre trescientos ochenta y seis campanarios, con

muerte de ciento y tres campaneros imprudentes. Y por otras observaciones de este género que he recogido, resulta que no hay provincia alguna en la que los rayos no maten cada año muchos campaneros.

Seria pues de desear que se imitase en Francia el egemplo de varios prelados que han prohibido en sus diócesis el tocar las campanas durante las tempestades, como asimismo el de muchos tribunales de justicia que por sus órdenes ó decretos han impuesto penas á los que continuen en una práctica tan peligrosa. Entre ellos es muy sábio el edicto del baile de Langrés, confirmado por un decreto del Parlamento del 21 de mayo de 1784. Algunos soberanos han dado ya este egemplo, pudiendo entre otros citarse uno á quien tanto deben las ciencias físicas por algunos establecimientos sobremanera útiles, particularmente á la meteorología. »En fin, me escribia en 1.º de noviembre de 1782 el ilustre físico Hemmer, nuestro inmortal soberano Cárlos Teodoro *el Filósofo* acaba de espedir dos decretos muy importantes. 1.º Que no se toquen ya las campanas durante las tempestades, haciéndose únicamente un señal determinado cuando se aproximen. 2.º Que se establezcan conductores en todas las iglesias de sus estados, tanto en las ciudades como en las villas y lugares sin escepcion.»

Ni es menor imprudencia la de guarecerse bajo los árboles para libertarse de las tempestades. Mil acontecimientos acreditan cuán perniciosa es esta práctica, pero nos ceñiremos á uno solo : Hace algunos años que huyendo de una violenta tempestad se refugiaron dos pastorcillos bajo una encina, que se hallaba aislada en medio del campo, no lejos de un lugar inmediato á Chambery: colocáronse de espaldas contra el tronco, y habiendo caído un rayo mató al que se hallaba mas inmediato al árbol, hiriendo al otro en diferentes puntos del espinazo desde la nuca hasta las nalgas (1).

1 Ensayo meteorológico sobre la verdadera influencia de los astros. pag. 221.

SECCION SEGUNDA.

DE LOS TERREMOTOS Y VOLCANES.

CAPÍTULO PRIMERO.

De los terremotos y sus principales fenómenos.

ENTRE todas las calamidades que pueden afligirnos, ninguna en mi opinion inspira mayor terror y espanto que el terremoto. El suelo que habitamos no es ya entonces un lugar de seguridad; nuestras habitaciones, asilo ordinario contra las tempestades, son todavía mas temibles que el mismo mal; el seno de la tierra, que pudiera ser un abrigo protector contra el rayo, deja de serlo cuando nuestro globo sufriendo convulsiones y destrozos, parece que se halla conmovido hasta en sus últimos cimientos; los desventurados habitantes abandonan temblando sus hogares, y no sabiendo á dónde dirigirse, huyen precipitadamente de su patria, que no les ofrece por todas partes sino la imágen de la muerte y mil objetos de horror; y á cada instante creen que se abren

bajo sus pies abismos espantosos, prontos á tragarlos.

No faltan corazones intrépidos que arrostran los peligros y las tempestades; los hay tambien que tranquilos en medio de las mas deshechas borrascas, miran sin alterarse cómo serpentea el rayo por los aires, y oyen retumbar el trueno sobre sus cabezas; pero no ha existido jamas hombre alguno, no ya que se atreviese á despreciar los espantosos sacudimientos de la tierra, sino tan solo que dejase de huir de los parages que son teatro funesto de la catástrofe. Todos se sobrecogen de espanto á los primeros ataques de este terrible azote, y no tienen bastante fuerza ni agilidad para acelerar su precipitada fuga. Recuérdese lo que ha pasado á nuestros ojos en los pueblos arruinados por estas horribles convulsiones de la naturaleza, y quedará cualquiera convencido de que en el diluvio de males á que con tanta frecuencia nos vemos espuestos, no hay ninguno tan terrible como el terremoto.

En todas las edades ha trastornado nuestro miserable globo este metéoro formidable; pero los primeros estragos que causó, tan antiguos sin duda como el mundo, están sepultados en la noche de los tiempos. ¡Cuántos acontecimientos interesantes, ocurridos en aquellas épocas remotas, se habrán perdido enteramente para nosotros

con las generaciones que los presenciaron! Sin embargo, en medio de la oscuridad de los siglos, nos quedan algunos monumentos que podemos consultar, y sus respuestas deben ser mucho mas seguras que las de los historiadores que nos faltan. Esos lechos enormes de lavas que cubren otras mas duras aun, que á su vez han cubierto muchas de diferentes densidades y bajo las cuales se descubren todavía las tristes ruinas de algunas ciudades desgraciadas, deben ser á nuestros ojos, cuando menos, unas *medallas incontestables* de las revoluciones que han producido los volcanes, tan íntimamente unidos con los terremotos, y que han mudado enteramente el aspecto del globo. Citaré solo una prueba de las muchas que pudiera referir.

La lava del Etna, sin embargo de hacer ya mas de dos mil años que fue vomitada por las erupciones, solo es aun una roca estéril en muchos parages inmediatos al mar, y en otros está apenas cubierta de un poco de mantillo, segun asegura Mr. Bridone (1). Diodoro de Sicilia dice que esta lava salió del cráter en tiempo de la segunda guerra Púnica, cuando Siracusa estaba sitiada por los romanos; y que habiendo Tauromino enviado un destacamento en socorro de los sitiados,

1 Viage á Sicilia. tom. 1. pag. 56.

fueron los soldados detenidos en medio del camino por una corriente de lava, que ganando el mar antes de que llegasen al pie del monte les cortó el paso, y obligó á retirarse por la falda del Etna, haciendo un rodeo de mas de cien millas. Esta asercion es incontestable pues se apoya en algunas inscripciones sacadas de muchos monumentos romanos que se han hallado sobre dicha lava, y de los cuales hacen mencion muchos autores sicilianos.

Á corta distancia de Catania hay una caverna de treinta pies de profundidad, en uno de cuyos lados se distinguen muchas capas de lava separadas por lechos muy gruesos de escelente mantillo, y tambien se han hallado siete capas diferentes de lava colocadas unas sobre otras. El abate Recupero se vale con mucho ingenio de esta observacion, para demostrar la grande antigüedad de las erupciones del Etna; porque si como acabamos de ver han sido necesarios dos mil años para descomponer la lava y formar sobre su superficie una ligera capa de tierra, ¿cuántos siglos no habrán debido trascurrir para producir los siete lechos de tierra observados entre los que se distinguen en la lava del Etna, y aquel espesor de sesenta y ocho pies de lava en otros puntos, bajo cuya mole se encuentran los vestigios de una antigua ciudad?

Como quiera que sea, la primera erupcion del Etna de que se tiene noticia sucedió quince siglos antes de nuestra era; la segunda se verificó doscientos veinte años despues, y es muy natural que estos fenómenos fuesen acompañados de temblores de tierra. Reinando Ozias se estremeció toda la tierra; Ferécides, preceptor de Pitágoras, sacando agua de un pozo pronosticó un fenómeno de esta clase en la isla de Scyro; y trece años adelante Anaximandro el Milesio predijo otro á los lacedemonios: prediccion que quedó muy pronto justificada con la ruina de la ciudad. Cerca de cinco siglos antes de nuestra era (cuatrocientos setenta años) fue el monte Taigeles arrancado de cuajo por un terremoto; Lacedemonia quedó destruida, tragóse la tierra veinte mil habitantes, y en todas las cercanías quedaron abiertos inmensos boquerones. Iguales catástrofes experimentaron en los años siguientes Roma, Delos, la Atica, la isla Eubea, en Beocia, la Elide y la Tracia.

Tucidides refiere que en tiempo de la guerra del Peloponeso entre las repúblicas de Aténas y Esparta, toda la isla de Atlante, ó cuando menos su mayor parte, fue sumergida por un temblor de tierra; y lo mismo ocurrió en la ciudad de Sidon, segun Posidonio. En el momento en que Breno y sus galos avanzaban para saquear el

templo de Delfos, sobrevino un terremoto que los llenó de terror y libertó de sus ávidas manos aquel soberbio monumento: efecto que atribuyeron los poetas griegos á una proteccion señalada de Apolo. Calístenes, compañero del grande Alejandro en todas sus expediciones, refiere que seis años despues fueron arruinadas por un violento terremoto las ciudades de Hélice y Buris en Acaja. Estrabon dice que la primera de dichas ciudades fue tragada de repente por un abismo que se abrió bajo de ella, y la segunda quedó sumergida en las aguas, de lo que tambien hacen mencion Pausanias y Plinio. Otro terremoto destruyó el puerto de Rodas y derribó el célebre Coloso, que se miraba como una de las siete maravillas del mundo. Con estos juegos manifiesta la naturaleza cuán vanos son todos los esfuerzos de los hombres.

Mientras se daba la famosa batallá de Trasimeno se experimentó un espantoso sacudimiento que asoló ciudades enteras: en la relacion que se hizo al senado de Roma se dijo que aquel año habia temblado la tierra cincuenta y siete veces; y Plinio asegura que se vió cubierto de llamas el lago Trasimeno. Veintinueve años despues, en un violento temblor de tierra, apareció de repente una nueva isla entre las de Therasia y Teramenes. En los años siguientes se experimen-

faron tambien iguales temblores en la Misia ó Colida, en la Frigia, la Acaya y la Macedonia. La célebre Nicopolis, dice un filósofo de la antigüedad, está acostumbrada á esta desgracia; y tambien la han experimentado el Egipto y la isla de Delos, sin embargo que Píndaro y Virgilio las creyeron esentas de ella. Pafos y Tiro fueron asoladas mas de una vez; y un autor antiguo dijo de esta última ciudad tan floreciente, que en otro tiempo no habia sido mas que un monton de ruinas: *Tyros aliquando in famis ruinis fuit*. En las nonas de febrero del año 63 de la era cristiana, siendo cónsules Régulo y Virginio, acaeció un horrible terremoto en las inmediaciones del Vesubio: la célebre ciudad de Pompeya fue sepultada en el seno de la tierra; Herculea quedó en parte destruida (1); Nocera padeció tambien mucho, como igualmente toda la Campaña. Segun refiere Séneca (2), diez y seis años despues de aquella funesta época hubo muchos terremotos que precedieron á la famosa erupcion en que pereció Plinio el mayor, que habia ido desde Misena á

1 Herculea ó Herculano, que habia ya padecido mucho en el reinado de Neron por el mismo temblor que destruyó á Pompeya el 5 de febrero del año 63 de Jesucristo, fue enteramente sepultada por una erupcion del Vesubio el 24 de agosto del año 79, primero del imperio de Tito.

2 Cuestiones naturales. lib. 6. cap. 1.

Estaba con el objeto de observar mas de cerca este fenómeno. Plinio el jóven en la hermosa carta en que refiere á Cornelio Tácito la muerte de su tío, asegura »que las casas se hallaban tan conmovidas por efecto de los frecuentes terremotos, que parecia que las hubiesen arrancado de sus cimientos, arrojándolas ya á un lado ya á otro y vueltas á su lugar.” (1)

Es imposible leer á los antiguos sin encontrar á cada paso mil testimonios irrecusables de estas espantosas catástrofes, que han asolado el mundo desde las primeras edades: »Navegamos, decia Séneca, por encima de algunas ciudades que nuestros antepasados conocieron, y cuya noticia y memoria han trasmitido hasta nuestro siglo los historiadores, ¡mas cuántas otras no habrá que fueron sumergidas en diferentes puntos! ¡Cuántos pueblos no se habrá tragado la tierra!” Esto me trae á la memoria el bello pensamiento de un antiguo: »caminamos sobre cadáveres de ciudades.” Horrorizaria ciertamente el cuadro de los estragos causados por los terremotos que han trastornado sucesivamente las diferentes partes del globo, que es lo que ha hecho creer á muchos autores que los montes eran efectos de los temblores de

1 Lib. 6. carta 16.

tierra, y que nosotros no habitamos sino las ruinas de nuestro globo.

Y en efecto, solo con dirigir una rápida ojeada sobre la superficie de la tierra, encontraremos multiplicados y profundos señales del desorden y confusion que produjeron estos horrorosos trastornos; porque ¿qué otra cosa es nuestro archipiélago sino los restos de aquella antigua porcion de tierra separada del continente por los terremotos y las irrupciones de las olas del mar que fueron sus consecuencias? ¿qué son el vasto archipiélago de las Indias, las Filipinas, las Marianas, las Molucas, &c., y las Antillas en el Nuevo-Mundo? el golfo Pérsico, el de Kamzatka y las de Finlandia y Botnia ¿no reconocen la mismo causa primordial?

No hay duda, la separacion física de la Francia é Inglaterra debe atribuirse á irrupciones frecuentes del mar ocasionadas por fuertes terremotos, porque los diferentes lechos y capas de tierra son los mismos en ambos paises, su naturaleza es idéntica, y la inclinacion de las diversas capas guarda la mas exacta correspondencia; pero lo que sobre todo debe sorprender es la semejanza de los peñascos blancos que se hallan cerca de Douvre y de Bolonia. Por esta razon la mayor parte de los autores antiguos creyeron que la Sicilia estaba en otro tiempo unida á la Calabria;

y lo cierto es que la distancia que media entre los dos promontorios que se hallan á la embocadura del estrecho, no llega á una milla. Claudiano dice positivamente : *Tinacria quondam Italiae pars una fuit*. La misma opinion llevan Plinio, Estrabon, Diodoro y otros muchos, fundándose en que las capas de tierra de los puntos opuestos del estrecho de Mesina guardan la mas perfecta correspondencia, y atribuyendo unánimemente estos efectos á algunas violentas convulsiones de la naturaleza. Séneca opina tambien que la España, por valerme de su espresion, fue arrancada del África (1); y á la verdad parece muy probable que algun terremoto abrió la comunicacion del océano con el mediterráneo, pues así lo persuaden la correspondencia de los cabos de la costa de España con los de África, las capas de tierra uniformes en uno y otro continente, el testimonio de los antiguos habitantes del lugar que mencionan Plinio y Pomponio Mela, un largo pasage del poema de Festo Avieno titulada *Oræ maritimæ* y particularmente la autoridad de Estrabon, que apoyado en los testimonios de Estraton y Erastótenes, pretende que en los primeros tiempos no existió semejante estrecho. Ni fuera mucho aventurar el suponer guiándonos por la antorcha

1 Lib. 6. cap. 29.

de la analogía, que la isla de Chipre fue igualmente separada de aquella parte del continente que los antiguos llamaron Fenicia; la de Sumatra de la península de Malaca; que antes de existir el estrecho de Sangaar, estaba el Japon unido á Kamzatka por el cabo Eroeneo; la tierra de Papus con las islas de Gilolo, de los Celedes, y de Borneo; la isla de Ceilan á la costa de Coromandel, la tierra de Fuego á la de los Patagones y la Florida á la isla de Cuba. Ni fuera tampoco temeridad pretender que las costas occidentales de la América septentrional estuvieron en otro tiempo contiguas al Asia; porque habiéndonos enseñado los últimos viages de los rusos que estas dos partes del mundo solo estaban separadas por un estrecho de poca estension, habiéndose hallado en el Nuevo-Mundo una infinitud de nombres de pueblos del Asia, y observándose que el genio y costumbres de los americanos únicamente tienen una analogía bien señalada con los de los tártaros-asiáticos y los habitantes de Kamzatka, no hay una razon fundada para dudar de la posibilidad de esta asercion, por mas atrevida que pueda parecer á primera vista. Un dia llegará, y acaso no está lejos, en que el istmo de Suez que une hoy el continente de África y el de Asia se vea destruido y roto por efecto de algun terremoto; y la carrera de las islas orientales, tan larga ahora

por el derrotero de África, se hará entonces inmediatamente por el mar Rojo y se acortará por consecuencia prodigiosamente. Me acuerdo haber leído que un príncipe había tenido el proyecto de cortar el istmo referido; idea tan osada como vasta, que los hombres no pueden realizar sino á costa de grandes esfuerzos, y que solo sería un juego para la naturaleza. Tal será también la suerte del istmo de Panamá, y el estrecho que entonces se forme dividirá el Nuevo-Mundo en dos continentes: línea de demarcacion mas segura que las que trazan con frecuencia las naciones.

Pero los terremotos, plaga por lo comun devastadora, han desplegado también algunas veces fuerzas productoras. Muchas islas existen que han nacido del seno de las aguas: 206 años antes de la era cristiana apareció una isla nueva en el golfo de Toscana; y 18 años despues en un fuerte terremoto que se sintió en Rodas, salió otra cerca de la de Teramenes; Séneca refiere que la isla de Therasia, que es la que al presente se llama Santorin, apareció de repente en su tiempo á vista de unos marineros. Esta isla adquirió nuevos engrandecimientos en 726, 1427, &c. Plinio asegura que en una ocasion salieron de un golpe trece islas del seno del mediterráneo, siendo las principales Rodas y Delos; afirma también que la

de Hiera cerca de Therasia fue formada de tierras arrojadas del fondo del mar, y en el capítulo 89 habla de otras muchas producidas del mismo modo. Tal es sin duda el origen de las Azores, las Canarias, las diferentes islas del mar del sur, y las que están esparcidas por el océano oriental.

De esta manera es como las erupciones de los volcanes y los sacudimientos de los terremotos, elevando ó arrasando las montañas ; abriendo abismos espantosos, ó arrancando continentes inmensos ; absorviendo lagos ó mares ; tragando ciudades enteras y millones de hombres ; asolando provincias y reinos, y conmoviendo á las veces con violencia la masa entera de la tierra, mudan el centro de gravedad de nuestro globo, por efecto necesario de la traslacion de las masas y de las grandes cavidades que se producen : y de este cambio, ademas del desórden, confusion y calamidades que le acompañan, resulta una mudanza en el ege de nuestro globo, y por consecuencia en la oblicuidad de la eclíptica sobre el ecuador, que da origen á esa variacion en el curso regular de las estaciones, de que fundadamente nos quejamos de algunos años á esta parte en que han sido mas comunes los temblores de tierra. Cuando menos, esta causa debe influir mucho sobre la que produce la constante disminucion de la oblicuidad de la eclíptica: oblicuidad que Erastótenes,

Hyparco y Tolomeo hallaron ser de $23^{\circ} 50'$, y que ya al presente solo es de $23^{\circ} 28'$ segun los astrónomos de nuestros dias.

En fin , sea lo que fuere de estas ideas adoptadas generalmente por los sábios , puede asegurarse que no existe porcion alguna habitable que no se haya visto mas ó menos sujeta á temblores de tierra. Desde el cabo de Hornos á la Bahía de la Asuncion , de la California , las Lucayas y Canarias á las Filipinas y Marianas ; y desde la Groenlandia , Espitzberg y la nueva Zembla al cabo de las Agujas , el globo de la tierra ha sido continuamente conmovido y trastornado : y aquí se viene naturalmente el dicho de Séneca : »No debemos estrañar que la tierra tiemble , sino que subsista.»

Fácilmente me seria continuar presentando la historia sucesiva de los mas antiguos terremotos que han agitado la tierra en todas las edades; pero el bosquejo que dejo hecho de los mas famosos que han ocurrido desde el siglo xv antes de Jesucristo hasta el año 79 de nuestra era, debe ser suficiente para demostrar que estos vavenes terribles que destrozan el seno de la tierra han sido unos fenómenos comunes en todos los tiempos , aun los mas remotos. Y no puede dudarse que desde la época en que me he detenido han seguido igualmente hasta nuestro siglo , por-

que los muchos monumentos é historias, que parece se multiplican con las generaciones sucesivas, nos atestiguan de un modo incontestable esta triste verdad.

Lejos de haber suspendido sus estragos esta plaga cruel, parece que en nuestros dias se ha hecho mas frecuente que nunca. En 1730 hubo terremotos en el Japon, quedando enteramente destruida la ciudad de Mecaó, y en Pequín se sintió uno terrible el año siguiente. En 1737 y 1738 fueron tan violentos los que se experimentaron en Kamzatka, que quedaron arruinados casi todos los edificios; haciendo al mismo tiempo fuertes erupciones algunos de los volcanes que se hallan en aquellas regiones. En 1746 fue el Callao enteramente sumergido, y la ciudad de Lima casi de todo punto destruida. Despues de establecidos en ella los españoles ha sufrido dicha ciudad igual desgracia repetidas veces; á saber, en 1582, 1586, 1609, 1655, 1678, 1687, 1697, 1699, 1716, 1725, 1732, 1734 y 1743. No seria difícil señalar la serie cronológica de los terremotos ocurridos en las ciudades de que hablaré, pero me creo dispensado de hacerlo por lo molesto que seria el haber de copiar fechas.

En el mismo año citado de 1746 se contaron en Quito hasta doscientos sacudimientos en las primeras veinticuatro horas, y hasta el 24 de

febrero del año siguiente se repitieron los vaivenes cuatrocientas setenta y una veces. El terremoto ocurrido en Lisboa el año 1755, y cuyos efectos sintió la Europa entera, es demasiado conocido para que haya necesidad de hablar de él: nadie ignora que la mayor parte de aquella gran ciudad fue arruinada por los terribles sacudimientos, pereciendo mas de cien mil habitantes, cuyo mayor número fueron tragados por la tierra; quedando igualmente arruinadas Setubal y otras muchas ciudades de Portugal. En los meses de octubre y noviembre de 1759 se sintieron grandes terremotos en toda la Siria: Damasco quedó arruinada con muerte de seis mil personas; la ciudad de Jafet fue enteramente destruida y casi todos los habitantes quedaron sepultados bajo sus ruinas; en Trípoli se vinieron abajo muchos edificios, y las aldeas circunvecinas quedaron muy pronto reducidas á un monton de escombros.

En 1767 se sintieron muchos terremotos en Alemania, Suiza, &c. El 1.º de mayo de 1769 fue casi enteramente arruinada la ciudad de Bagdad sobre el Tigris. El 3 de julio de 1770 fueron destruidas por un terremoto las ciudades y las principales haciendas situadas al oeste de la isla de Santo Domingo, abriéndose al mismo tiempo un volcan. El 29 de julio de 1773 la ciudad de Gua-

temala, una de las mayores de Nueva-España, quedó destruida por un terremoto tan violento que no dejó en pie un solo edificio. El 13 de setiembre siguiente se sintió otro en Winger en Noruega, es decir, casi en las estremidades del mundo antiguo. En la noche del 22 al 23 de febrero de 1774 se sintieron terribles sacudimientos en Parma, é igual fenómeno se experimentó en Aldorf en Suiza el 10 de setiembre del mismo año, quedando destruidos muchos edificios. El 4 de julio, el 5 de setiembre y el 8 de octubre de 1775, el volcan de la isla de Ternate, una de las Molucas, hizo algunas erupicones acompañadas de tan espantosos terremotos que asolaron la mayor parte de la isla. Tambien se sintieron en Irlanda el mismo año.

En fin, el 2 de abril de 1778 se sintieron algunos vaivenes en Maneim, y el 3 de julio del mismo año la ciudad de Esmirna, centro de casi todo el comercio de levante, quedó en gran parte destruida por efecto de un horrible terremoto. El que experimentó en 1788 fue casi tan funesto como el último, y ya el año 178 de la era cristiana habia sentido otros semejantes. Toda la alta Ungria estuvo en el mayor conflicto desde el 19 al 25 de diciembre de 1779 con motivo de muchos terremotos que se sintieron en Homenan, Wranow, Favarna hasta Tokai, en cuyos pun-

tos quedaron arruinados muchos edificios, habiéndose extendido las oscilaciones hasta los palatinados de Zemplin y Eperies. El 6 de abril de 1779 á las dos de la tarde se sintió por segunda vez en Homonna de Alemania un terremoto que duró de seis á siete segundos. El 4 y 5 de junio se experimentaron en Bolonia algunas sacudidas que hicieron venir al suelo muchas casas. En 1781 se sintieron tantos terremotos en Italia, que el pontífice mandó hacer rogativas públicas en los dias de Navidad por la cesacion de tan terrible azote; y por el mes de enero del año siguiente se sentian aun en Benevento, Nápoles, &c. Se ve pues que esta cruel calamidad, que ha asolado la tierra en todos los siglos, egercita aun al presente sus furores, y á la manera que los otros metéoros, parece que ha de durar tanto como el mundo.

La Francia misma, este pais que por su ventajosa situacion parece debiera estar libre de esta plaga destructora, la ha padecido tambien muchas veces: sin subir á los primeros tiempos, podemos recordar que en el mes de junio de 1660 asoló un terremoto todo el pais comprendido en la costa que corre desde Burdeos á Narbona, y segun refiere el padre Kirker unó de los sacudimientos hizo desaparecer en Bigorra una montaña, dejando en su lugar un lago; y despues de

este acontecimiento unas aguas termales que eran antes muy calientes, se hicieron tan frias que nadie podia ya bañarse en ellas. Tambien en nuestros dias se han experimentado en Francia muchos terremotos mas ó menos funestos, y en uno de ellos, el 23 de junio de 1773, quedó sepultado el lugar de Pardines en Auvernia. Los terremotos del 25 y 26 de mayo de 1750 se sintieron en Tarbes y en todo el pais de Bigorra, en el Bearne, la Santonja, el Medoc y el Langüedoc (1). En 1755, época para siempre memorable del terremoto de Lisboa, tambien sintió la Francia sus efectos. El 3 de julio de 1756 se sintieron en Aix. En 1767 hubo muchos en diversos puntos de Francia, como tambien en Alemania y Suiza. En 1772 se sintieron en muchas provincias. El 17 de octubre de 1773 se experimentaron muchos vaivenes en Pau y en el valle Osau; y lo mismo ocurrió en Caen y la Normandía el 30 de noviembre de 1775. En junio de 1778 se sintió segundo terremoto en Pau.

Noto únicamente los terremotos que ha experimentado la Francia en estos últimos tiempos; pero no cabe duda de que ya en otras épocas se vió muy sujeta á esta calamidad, pues así lo persuaden los diferentes volcanes apagados que se

1 Memorias de la Academia de las ciencias, 1750.

hallan en casi todas las provincias: por todas partes nos presenta su superficie lavas que dichas bocas de fuego vomitaron en otro tiempo muy diversificadas, y casi tan abundantes como las del Vesubio, el Etna y el Hecla. La Auvernia, el Langüedoc, la Provenza y el Vivarais, son las principales provincias en donde la prodigiosa multitud de estos productos volcánicos llama la atención del hombre menos observador. Allí se ven sobre todo algunas masas enormes de columnas basálticas, que son testimonios irrecusables de las antiguas erupciones de estos montes ignívomos, y monumentos auténticos que atestiguan los temblores de tierra y los funestos trastornos que padecieron en otros tiempos aquellas comarcas; porque es evidente que entre los temblores de tierra y los volcanes existe la mas estrecha relacion, pues casi siempre preceden ó acompañan sus erupciones á aquellos sacudimientos terribles que despedazan las entrañas de la tierra. En el año 1631 al mismo tiempo que vomitaba el Vesubio rios de fuego, fueron asolados por los terremotos muchos pueblos, pereciendo en diversos puntos mas de treinta mil personas, segun refiere Teodoro Valle, testigo ocular, que nos ha dejado una relacion circunstanciada de la referida erupcion. En la historia del Vesubio del padre Della-Torre puede verse la serie cronoló-

gica de sus diferentes incendios. Tres montañas igni-vomes hay en Kamzatka, y siempre son acompañadas de terremotos sus violentas erupciones; y en el Japon, la Islanda, &c., en que se hallan muchos volcanes, se esperim entan tambien frecuentes terremotos. Éstos, como se ve, son mas comunes que en ningun otro punto del mundo en las cordilleras en que hay muchos volcanes, entre los cuales merecen particular mencion el Pichincha, el Cotopaxi y el Arequipa. No hay semana, dice Mr. Bouguer, en que no se sientan en el Perú algunos sacudimientos. En muchos terremotos se han visto aparecer volcanes, como por egemplo el de Luzon en 1754. El número de estas bocas, que como otros tantos respiraderos vomitan torrentes de fuego y rios de llamas y materias encendidas, es prodigioso: la superficie de nuestro globo está casi cubierta de ellos; conociéndose en el dia mas de quinientos.

Donde quiera que hay volcanes, son frecuentes como hemos dicho los terremotos: las regiones de Europa, y no menos las de Asia, nos suministran pruebas repetidas de esta verdad. Mr. Steller, sábio ruso que fue á Kamzatka enviado por la Academia de Petersburgo, dice que en aquel pais le aseguraron »que los terremotos son mucho mas sensibles en las inmediaciones de

las montañas encendidas , y menores en las cer-
nías de las que no arden todavía ó se hallan ya
apagadas.”

Quedando pues probado que los terremotos
tienen cierta relacion con los volcanes , no po-
demos dispensarnos de tratar de estos últimos,
antes de hablar de la causa de unos y otros.

CAPÍTULO SEGUNDO.

De los volcanes.

Los volcanes que tan íntima relacion tienen con los temblores de tierra, cuentan indudablemente la misma antigüedad que éstos: Tucídides habla de tres erupciones del Etna, la primera de las cuales sucedió poco tiempo despues de la llegada de los griegos á Sicilia, la segunda cerca de la época de la Olimpiada 77, y la última hácia la 88, que es en corta diferencia el siglo en que escribia. Píndaro, Estrabon, Pomponio Mela, Diodoro de Sicilia, Dion, Casio, Xifilino, Tito Livio, Tácito, Valerio Máximo, Suetonio, Lucrecio, Virgilio, Ovidio, Marcial, Estacio y Silio, hablan de diferentes volcanes distribuidos por la superficie de la tierra. Si se juzga el número de los volcanes que ardan en otro tiempo por el de los apagados que conocemos y el de los que actualmente arden, se convendrá sin dificultad en que ha sido prodigioso, y esta es la razon que nos mueve á hablar de unos y otros.

Á medida que se recorre la superficie de la tierra, se adquiere mayor convencimiento de que el número de volcanes apagados que la cubren es prodigioso, tanto que parece á primera vista

que toda ella es obra del fuego. Mas esta verdad hace muy pocos años que es conocida; habiéndola demostrado las observaciones sobre la historia natural que en todas partes se han hecho: por donde quiera se encuentran lavas de diferentes especies en unas regiones, en que el silencio de los mas antiguos historiadores nos dejan en la mayor incertidumbre con respecto al origen de las erupciones que las produjeron.

Muchas provincias de Francia no nos permiten dudar de esta verdad: yo he recorrido muchas como naturalista y en particular el Langüedoc, y he hallado una multitud de volcanes apagados, como tambien basaltos y lavas muy variadas esparcidas con abundancia por todas partes; pero citaré únicamente las inmediaciones de Agde, en donde se encuentra una gran porcion: no tan solo la ciudad entera se halla fundada sobre lechos de lavas y basaltos, sino que todas las casas están construidas con dicha materia, que forma asimismo el enlosado de las calles; lo cual ha dado sin duda ocasion á que se la llame *Villa-Negra*. En sus cercanías se ven muchos cráteres muy marcados, colinas cubiertas de escoria y de lavas, puzolanas en abundancia y basaltos en masa y cristalizados. En las inmediaciones de las fuentes del Loira halló Mr. Pazumont mas de doscientos volcanes apagados. En la Provenza existen tam-

bien muchos, cuya descripción nos han dado MMr. Grosson y Bernard; en Auvernia los hay en gran número según han observado MMr. Guettard, Malesherbes, Desmaret y Monnet; en el Vivarais hay muchos, cuya descripción ha hecho Mr. Faujas de Saint-Font; en fin, también se hallan en diferentes parages del Delfinado.

Los volcanes apagados abundan tanto en toda la Italia, que con verdad puede decirse que aquella hermosa region es obra del fuego. Los hay en Portugal y en España, como también en las orillas del Rhin, en la Bohemia y aun en una gran parte de Alemania. En las islas Británicas se cuentan á centenares. La Islanda, las Azores y el archipiélago de Grecia son otros tantos grupos de volcanes apagados, entre los que se encuentran algunos que todavía arden; el Kamzatka y el Japon están cubiertos de ellos. Desde los volcanes del Japon y las islas inmediatas se halla una serie de volcanes siguiendo de sur á norte la costa oriental del Asia y las islas que la preceden. Éstas, la tierra de Yeso, las islas Kouriles, las que se estienden hácia el este á la altura de Lopata, y en fin las que se hallan situadas en el canal que separa el Kamzatka, y por consecuencia el Asia de la América, llamadas archipiélago del norte, deben su origen á erupciones volcánicas.

En la América, y particularmente en las mon-

tañas de Méjico y el Perú, hay un gran número de volcanes, entre los cuales es el de Arequida uno de los mas famosos.

Pero en ninguna parte abundan tanto como en la zona tórrida los volcanes de que hablamos: por cada uno que arde se hallan cuando menos cien apagados. Los isleños de Taïti y los salvages de la Nueva-Zelanda están acordes en llamar á Dios *Eatoux*, *el que conmueve la tierra*, porque aquellas regiones han sido asoladas por los volcanes y terremotos.

El número de los volcanes que arden actualmente no es tan corto como por lo comun se cree; y para convencerse de ello basta pasar la vista por la lista siguiente de los volcanes conocidos que arden en la superficie de nuestro globo.

En Europa se conoce el Etna, el Vesubio, la isla de Estromboli una de las de Lipari, el monte Hecla en Islanda, á cuyo rededor existen á cierta distancia otras bocas de fuego, y se cree que en la Groenlandia existen aun algunos que se conocian antiguamente. El monte Albours en Asia es un volcan, y forma parte de la cadena del Tauro á diez y ocho leguas de la ciudad de Herat: MMr. Steller y Pallas hacen mencion de cuatro volcanes en el pais de los tártaros tongusos, mas allá de los rios Jenisea y Pesida. En el Kamzatka hay tres volcanes que arrojan continuamente

humo, y algunas veces fuego: los capitanes Cook y Clarke hicieron sacar las vistas de uno de ellos. En el Japon se hallan cinco, á saber: uno á sesenta millas de Firando, otro frente de Saxumo, el tercero en la provincia de Chiangen, el cuarto cerca de Suranga y el quinto en fin, que es el mas considerable, en la isla de Ximo; Kæmpfer y el padre Charlevoix hablan con estension de estos volcanes. En las islas Filipinas hay dos, el de Bacazay cerca de Albay en la parte oriental de la isla de Luzon; y otro en la isla de Marinda. El de Sanquili cerca de Mindano en la isla de este nombre, el de Balaluano en la de Sumatra, el de las cercanías de Panaracan en la de Java, el de la de Ternate, cuyas erupciones fueron furiosas en 1773, y el del monte Gonnapi en la isla de Gumanapi cerca de la de Banda, son muy conocidos.

En la isla de Sorca, una de las Molucas, hay uno. Al poniente del estrecho que separa la Nueva-Bretaña de la Nueva-Guinea hay una isla volcánica que arroja humo y llamas en abundancia; y se ve otro cerca del estrecho que separa la Nueva-Bretaña de la Nueva-Islanda en una de las tres montañas llamadas la Madre y las Hijas. Estos dos volcanes fueron descubiertos por Dampier, y de nuevo en 1767 por el capitan Carteret en su viage al rededor del mundo.

En el vasto continente de África solo se conoce en la actualidad una montaña que arde, pero propiamente no es un volcan: tal es el monte Beniguacebal en el reino de Fez en donde hay una caverna de la que salen algunas llamas. Se dice que antiguamente ardian algunos volcanes en los reinos de Congo y Angola, pero en el dia no se conoce ninguno encendido.

El de la isla de Borbon que arroja con frecuencia materias inflamadas, hizo en 1733 una terrible erupcion.

En la multitud de islas del océano atlántico no se conoce sino un volcan en la de Fuego, una de las de Cabo-verde. La isla Tercera, otra de las Azores, ha sufrido algunos terremotos y violentas erupciones de fuego, señaladamente en 1638, 1720 y 1761: cuyas causas, así como en Santorin y en Islanda, hicieron salir del seno del mar en 1720 una pequeña isla entre Tercera y San Miguel. El pico de Tenerife tiene un cráter que conserva gran calor, y en donde se halla mucho azufre, &c. La isla de la Ascension no arde, pero conserva señales inequívocos que prueban que ha ardido en otros tiempos. En la isla de Santa Elena y otras del océano atlántico se ven muchos vestigios volcánicos, sin que se halle ningun volcan apagado. En la isla de San Vicente en América hay un cráter que está

ardiendo en la actualidad. La estensa cadena de montañas que empieza en el estrecho de Magallanes, en la América meridional, y se dilata á corta distancia del océano pacífico por toda la longitud de aquel continente, atravesando sin interrumpirse el istmo de Panamá, y estendiéndose mas allá de las costas del mismo mar, hasta cerca de la California; es acaso la parte de nuestro globo en donde existen mas volcanes, ya encendidos ya apagados. Notaremos aquí comenzando por la parte del sur, el nombre de los que mencionan algunos autores, y que si bien no hay entera seguridad, se cree que actualmente están ardiendo; tales son los siguientes: el de San Clemente, hácia los 45° de latitud sur del ecuador; otro frente la punta meridional de la isla de Chiloé; luego siguen los de Quechucabi, de Osorno, Villa-Rica, Notuco, Antoco, Chillan, Peteroa, Ligua, Coquimbó y Copiapo, que es el último de aquella provincia hácia el norte.

En el Perú se conocen los de Arequipa, Carapa, Mulahallo, Sangay, Cotopaci y Pichincha. Segun algunos el monte de Santa Marta cerca de Ocaña, en la Castilla de oro, es un volcan.

En la Nueva-España son nombrados los de Catacullo, Anion, Colina, Sonsonate, Nicaragua, Bombaco, Telaca, Leon, la Vieja, Izcalco, Pa-

cayita, cerca de Guatemala, Atilan, Suchutepeque, Sapolielan, Milpas, Soconusco, Popocampeche y Popocatapel.

El capitán Cook en 1778 solo descubrió dos volcanes en la costa de la América septentrional; uno sobre la orilla occidental de Cook s'River, á 60° de latitud, y el otro entre el rio citado y la isla de Unalaska, no lejos del mar, á 54° 48' de latitud.

En el océano pacífico, estension inmensa de mar en donde se halla una prodigiosa multitud de islas, solo existen en la actualidad dos volcanes encendidos, segun resulta de los viages de Byron, Wallis, Carteret, Bougainville, Survillle, Pages, Cook, Forster, Clarke, Gore y King, los cuales habiendo recorrido en todas direcciones el referido océano, solamente sospecharon la existencia de otros dos ó tres volcanes por las columnas de humo sin llamas que vieron elevarse de algunas islas. El primero de los referidos se halla al este de la Nueva-Guinea, cerca de las islas de la Reina Carlota; el segundo está en la isla de Tana, una de las nuevas Hebrides ó grandes Cicladas que se hallan al este de la Nueva-Holanda.

Las otras islas del océano pacífico en donde los referidos viajeros notaron con mas particularidad

algunos vestigios volcánicos, son las de Pascuas ó tierra de Davis, la Dominica, Otahiti, Osna-bruck, Anamoko y la isla de Norfolck.

En las innumerables islas esparcidas por el océano pacífico, se observan en general mas señales de haberlas cubierto el mar en otro tiempo, y de la acción de las aguas que de la del fuego,

Resulta pues de cuanto queda dicho, que en el dia existen setenta y seis volcanes que se cree hallarse en actividad: cuatro en Europa, veinticuatro en Asia, tres en África y en las islas inmediatas, cuarenta en América y cinco en las islas del océano pacífico (1).

Los volcanes presentan en sus erupciones algunos fenómenos curiosos que conviene conocer. Todos desearian presenciar este espectáculo terrible sino llevase consigo tantos desastres y horrores. Hace algunos años que en los festejos que hizo una ciudad de provincia para obsequiar á un gran príncipe, se discurrió representar sobre una montaña no muy distante, en medio de las tinieblas de la noche, la imágen de las erupciones de un volcan. Algunos barriles de pólvora, piedras, bombas, resina, cáñamo, madera y di-

1 Espiritu de los diarios, abril de 1786. pag. 308.

ferentes materias inflamables, hicieron ver en el seno de la calma y de la tranquilidad uno de los espectáculos mas imponentes que pueden imaginarse.

Si despues de haber satisfecho el justo tributo de nuestra compasion á las desgraciadas víctimas que las erupciones de los volcanes han sacrificado, consideramos únicamente los efectos admirables de estos metéoros, nos hallaremos profundamente penetrados de un sentimiento que no es fácil definir; y pues la atenta meditacion de estos fenómenos es lo único que puede ilustrarnos sobre su causa, no será fuera de propósito traer aquí algunas relaciones suficientemente circunstanciadas de estas terribles revoluciones.

La tarde del 5 de agosto de 1774 MMr. Cook y Forster vieron brillar las llamas del volcan de Tana, isla meridional de las nuevas Hebrides, y cada cinco minutos oían una esplosion cuyo estrépito era igual al de los mayores truenos, resonando un estruendo sordo por espacio de medio minuto. Durante la noche del 6 el volcan, que se hallaba al oeste á cuatro millas de los observadores, vomitó torrentes de fuego y humo como la noche anterior, y las llamas se elevaron por encima del monte que les separaba. Á cada erupcion bramaba con un estrépito semejante al que produce la voladura de una mina profunda; y

aun pareció que le daba mayor actividad una copiosa lluvia que sobrevino.

En el Kamzatka hay como hemos dicho muchos volcanes, y uno de ellos llamado Horaclazopka, en razon de que su cima está continuamente echando humo, hace frecuentes erupciones. La del año 1737 cuya descripcion debemos á Mr. Kraschenninikoff fue la mas terrible, pues la acompañaron unos terremotos tan violentos, que se sintieron en todas las islas vecinas. Las aguas del mar fueron fuertemente agitadas, en términos que tan pronto traspasaban sus límites inundando el pais, como se retiraban hasta perderse de vista dejando seca la ribera. Algunos prados fueron convertidos en colinas, otros se trasformaron en lagos y bahías; cada sacudimiento era precedido de un ruido espantoso, semejante al bramido que salia de la tierra. Y se experimentaron las oscilaciones hasta la primavera del año siguiente.

No hay en el mundo un pais que ofrezca señales mas evidentes de destruccion que las Filipinas, nombre que como es sabido dan los españoles á quince islas principales cuya capital es la ciudad de Manila, que se halla en la de Luzon. Los continuos vaivenes de los terremotos hacen variar el número de las islas, pues algunos son tan violentos que arrasan las montañas mas elevadas. En las Filipinas, dice Mr. Le-Gentil,

hay muchos volcanes y una infinidad de manantiales de agua caliente, tanto en lo alto de los montes como á la mitad de su elevacion; las llamas de dichos volcanes salen á las veces con mucha violencia, y el ruido que producen se parece al que harian un gran número de piezas de artillería fuertemente cargadas: en sus inmediaciones se forman muchas grietas, grandes lagunas, aberturas profundas y aun islas enteras, retirándose tambien el mar algunas veces. En fin, todo lo que se lee en Plinio y otros autores antiguos de los volcanes de Italia, se halla en las Filipinas y se ha visto muchas veces en los volcanes de Mindoro y Manila (1).

En Europa arden en el dia tres volcanes que son famosos: el Vesubio en Nápoles, el Etna en Sicilia, y el Hecla en Islanda. Pero los dos primeros deben llamar particularmente nuestra atencion por estar mas cerca de nosotros; y por lo mismo juzgo que se hallará mayor placer en saber de qué manera hacen sus erupciones. Píndaro, Tucídides, Lucrecio, Fazello, Filotro, Folcando, Errico, Gustana, Borelli, Recupero, Baridone, &c., han hablado de dichos volcanes, y puede consultarse lo que dicen sobre las revo-

1 Viage á los mares de la India por Mr. Le-Gentil. tom. 2.

luciones que antiguamente ocasionaron. Bajo de la lava del Etna se encuentran á sesenta pies de profundidad algunos monumentos de una ciudad antigua; la Sicilia entera está cubierta de los escombros y ruinas que sus erupciones han ocasionado: mas aquí nos limitaremos á decir dos palabras sobre los efectos prodigiosos de este volcan. La erupcion de 1537 ocasionó en toda la Sicilia un terremoto que duró doce dias, y las cenizas que el volcan arrojaba eran tan abundantes y salian con tal fuerza, que segun Farelli llegaron hasta la Italia; bien que en la mayor parte de las erupciones se distinguen sus llamas y humaredas desde Malta, que dista sesenta leguas. No sé si para confirmar lo que acaba de leerse citaré lo que dice Leon Casio de la erupcion del Vesubio en que pereció Plinio el mayor, la cual fue tan violenta que las cenizas que arrojó llegaron no solo á Roma, sino hasta mas allá del mediterráneo, esto es, á África y Egipto.

La grande erupcion del Etna de 1669 está descrita por Borelli que se hallaba á la sazón en el país, y yo creo que los lectores se complacerán en leerla. »El 11 de marzo, dice, despues de los mas fuertes sacudimientos y de espantosos bramidos subterráneos, poco antes de salir la lava, se hizo en la montaña una abertura de doce millas de longitud, y tan profunda en algunos pa-

rages, que dejando caer una piedra no se oía el golpe que daba al llegar al fondo. El volcan, añade, arrojó á la distancia de una milla algunos peñascos de sesenta palmos de longitud: como si los gigantes que se suponen enterrados bajo el Etna, hubiesen renovado su guerra contra el cielo. Algunas piedras de menor tamaño llegaron á mas de tres millas de distancia; y no eran menos terribles que los bramidos del monte los truenos y relámpagos que producian los vapores. Despues, prosigue, de haber experimentado toda la isla sacudimientos y vaivenes espantosos, reventó por fin la lava y saltó en el aire á sesenta palmos de elevacion." En una palabra, el autor citado describe en términos llenos de horror esta erupcion, y el terror y consternacion universal que ocasionó. »Por espacio de muchas semanas no se dejó ver el sol, y parecia que el dia se habia convertido en tinieblas. Cuando la corriente de lava empezó á bajar, lo que no se verificó hasta pasados cuatro meses de los primeros temblores, fueron disminuyendo todos estos síntomas espantosos, y poco despues quedó la montaña en perfecto reposo. Este diluvio de fuego destruyó el mas hermoso pais de la Sicilia, arrasó iglesias, se llevó por delante aldeas y conventos, se precipitó sobre las altas murallas de Catania, y cubrió cinco bastiones con las cortinas adyacen-

tes. De allí se derramó sobre la ciudad, talando y amontonando bajo las ruinas todo lo que encontraba al paso." Borelli hace tambien mencion de un anfiteatro, del *Circus maximus*, de una nau- máquia, y de muchos templos que fueron destruidos en esta terrible catástrofe.

Hace ya largo tiempo que causa el Vesubio los mayores estragos en las deliciosas campiñas que le rodean: una sola erupcion destruyó el Hercu- lano y Pompeya hace mas de 1700 años. La pri- mera de dichas ciudades era mas opulenta y magnífica que la segunda; y tambien es mucho mas difícil separar las materias que la cubren. Segun las observaciones del caballero Hamilton, hay pruebas de que despues la grande esplosion que hizo sufrir á esta ciudad la misma suerte que á Pompeya, se ha dirigido sobre ella la lava de otras seis erupciones diferentes, las cuales deben haber ocurrido en intervalos de tiempo bastante considerables; pues así lo persuaden las capas de tierra buena que se encuentran entre cada dos de lava, y para cuya formacion ha sido neces- ario bastante tiempo. En cuanto á la materia que cubre la ciudad, y de la que se hallan llenas el teatro y todas las casas que hasta ahora se han reconocido, dice Mr. Swinburne que no es lava, sino una especie de piedra blanda compuesta de piedra pomez y cenizas mezcladas con tierra, á

la cual se debe la conservacion de las pinturas, manuscritos, bustos, utensilios y otras antigüedades que se han sacado del Herculano, salvándoles de la destruccion; porque si una de las seis erupciones que siguieron á la primera hubiese acaecido antes, y la lava líquida y en fusion de que se componia hubiera penetrado en la ciudad descubierta, habria cerrado todas las avenidas, llenado las calles, abrasado todas las materias combustibles, y confundido las casas y todo lo que contenian, formando una roca tan sólida que hubiera impedido el distinguir y separar dichos objetos. La erupcion que sepultó la ciudad entre carbones, tierra y ceniza, la ha preservado en cierto modo de los efectos aun mas destructores de los torrentes de fuego que despues la han cubierto (1).

El Herculano se halla á setenta ó cien pies de la superficie de la tierra, habiéndose fundado sobre ella una nueva ciudad. Pompeya fue descubierta hace solo veinticinco años (2), es decir, cerca de cuarenta despues que el Herculano; ha sufrido únicamente los efectos de una erupcion, y se halla á doce pies de profundidad. La tierra,

1 Viage á las Dos-Sicilias por Mr. Swinburne. Lóndres 1782.

2 Esto se escribia en el año 1787.

cenizas , carbonos y piedra pomez que la cubren son ligeros , pero muy fuertes.

El Vesubio es uno de los volcanes mas conocidos. El padre Della-Torre publicó en 1770 su historia , que fue traducida al frances el año siguiente ; pero desde entonces han ocurrido algunas erupciones. La del 31 de agosto de 1779 es la que hace treinta y una entre las que se conocen , y la descripcion que de ella publicó el caballero Hamilton (1) , tiene el mérito de estar hecha por un sábio que conocia perfectamente el volcan y fue testigo de la erupcion. Parece pues que lo mas oportuno será dejar que hable él mismo , trasladando su relacion , y tomándonos únicamente la libertad de compendiarla un poco.

»Desde la grande erupcion de 1767 nunca habia dejado el Vesubio de despedir humo , ni se habian pasado muchos meses sin que arrojase escorias inflamables : cuando la cantidad y frecuencia de éstas se aumentaba , eran por lo comun seguidas de una corriente de lava apagada ; y si se exceptúa la erupcion de 1777 , dichas lavas salian en corta diferencia del mismo punto y seguian igual direccion que las de la famosa erupcion de 1767 , despues de la cual se cuentan nada menos que

1 Transacciones filosóficas, tom. 70. = Observaciones sobre la física , la historia natural , &c. 1781.

nueve , y de bastante consideracion algunas. Los síntomas que preceden ordinariamente á una erupcion , tales como los ruidos profundos y las esplosiones en las entrañas del volcan , el salir violentamente por el cráter una gruesa columna de humo , acompañado á las veces de escorias y cenizas encendidas , se manifestaron mas ó menos durante todo el mes de julio; aumentándose en sus últimos dias en tales términos, que durante la noche presentaban el espectáculo de fuegos artificiales mas hermoso que puede imaginarse. Dichas erupciones de cenizas ardientes y otras materias volcánicas, que en la oscuridad de la noche son tan luminosas y brillantes, se asemejan durante el dia á unas manchas negras sobre una humareda blanca : circunstancia que ha dado margen á la falsa opinion vulgar de que los volcanes arden con mas violencia por la noche que durante el dia.”

»El jueves 5 de agosto de 1779 cerca de las dos de la tarde , estando yo en mi casa de campo, situada en el Posilipo en la bahía de Nápoles, y desde la cual se ve perfectamente el Vesubio, que se halla enfrente á la distancia de seis millas; advertí que el volcan estaba en una violenta agitacion, pues que de continuo y con el mayor ímpetu salia de su cráter una humareda blanca, y la acumulacion de las sucesivas bocanadas de

humo que se impelían vivamente unas á otras, formaban unas nubes que parecían balones de blanquísimo algodón. Y fue tanto el humo que se reunió en poco tiempo sobre la cima del volcan, que la referida nube adquirió una elevación y grueso mayor que el cuádruplo de la misma montaña. Entre dicha humareda arrojaba el volcan una cantidad inmensa de piedras, escorias y cenizas que llegaban á una altura prodigiosa, que ciertamente no bajaba de dos mil pies; y tambien advertí, á beneficio de un excelente telescopio de Ramsden, que de cuando en cuando se elevaba una masa de lava líquida, bastante pesada al parecer, hasta pasar por encima de los bordes del cráter, y precipitarse luego impetuosamente por el escarpe del Vesubio que mira al monte Somma. Muy poco despues salió por el mismo lado otra corriente de lava, y habiendo corrido con violencia por espacio de algunas horas, se detuvo de golpe precisamente antes de llegar á las tierras cultivadas de la montaña que domina á Portici, cerca de cuatro millas del cráter."

»Durante la erupcion se sintió un calor insostenible en Somma y Otayano, siendo tambien muy sensible en Palma y Lauro, que distan del Vesubio mucho mas que los dos primeros. En Somma y Otayano cayó una lluvia de cenizas en-

encendidas tan copiosa, que se oscureció el día hasta el punto de no poder distinguirse los objetos á la distancia de diez pies. Junto con las cenizas cayeron unos filamentos de materia vitrificada, muy parecidos á los hilos de vidrio artificiales; y era tan violenta la humareda sulfúrica que salía, que muchas aves quedaron sufocadas dentro de sus jaulas, y las hojas de los árboles de las inmediaciones de Somma y Otayano se cubrieron de sales blancas muy corrosivas. Á la misma hora citada muchos habitantes de Portici vieron distintamente un globo de humo de extraordinaria magnitud, que saliendo del cráter del Vesubio se dirigió con gran rapidez hácia el monte Somma, contra el cual se estrelló, dejando en pos de sí un rastro de humo blanco que señalaba el camino que habia seguido.”

»El viernes 6 de agosto no fue tan viva la efervescencia del monte, mas habiéndose oído un gran estrépito cerca del medio día, se cree que en aquel momento se vino abajo el montecillo que estaba en lo interior del cráter. Por la tarde se aumentaron las erupciones que salían evidentemente de dos bocas separadas, que arrojando escorias rojas y encendidas en diferentes direcciones, producían una especie de fuego artificial casi continuo y sobremanera vistoso.”

»El sábado 7 de agosto fue casi igual el estado

del volcan ; pero cerca de media noche se aumentó mucho la fermentacion , pudiendo fijarse en aquel momento el segundo acceso. Viéronse muchos y pintorescos efectos que producian la reflexion de las llamas de un rojo oscuro que salian del cráter del Vesubio , y se elevaban por entre nubes inmensas de humo. En seguida una de aquellas tempestades de verano , á que llaman *trópea* , mezcló súbitamente sus nubes acuosas y pesadas con las sulfúricas y minerales , que á manera de otras tantas montañas se habian acumulado sobre la cima del volcan ; y en el mismo momento arrojó éste á una altura increíble una enorme coluna de fuego , la cual despedia una luz tan brillante , que á mas de siete millas en rededor se distinguian claramente los mas pequeños objetos ; de manera que Mr. Morris que se hallaba en Sorrento , á doce millas del Vesubio , pudo leer el título de un libro al solo resplandor de aquella luz volcánica.”

»Las nubes negras de la tempestad que pasaban rápidamente, ocultaban á las veces el todo ó parte de la brillante coluna de fuego ; descubríanla luego dejándola ver con los diferentes colores que producía su luz , reflejada por las nubes blancas que se hallaban sobre ella ; contrastaban éstos con la pálida llama de los relámpagos que acompañaban á la *trópea* , y presen-

taba el todo un espectáculo de que no puede arte dar idea. Los efectos pintorescos que el citado dia producía en Nápoles la perspectiva del volcan esceden á toda descripción, pues presentaban una vista mas hermosa y sublime que cuanto puede pintar la imaginacion mas viva. La grande esplosion duró solo ocho ó diez minutos, despues de los cuales quedó el Vesubio enteramente eclipsado por las negras nubes de la *trópea*, que produjeron una lluvia copiosísima. Durante la erupcion cayeron algunas piedras pequeñas en Otayano, y otras de crecida magnitud entre el Vesubio y el Ermitorio. Todos los habitantes de los diferentes pueblos situados en la falda del volcan se hallaban en la mayor consternacion, y se disponian á abandonar sus hogares si la erupcion hubiese durado mas. Un guardabosques de S. M. siciliana, que estaba en el campo cerca de Otayano cuando se hallaba en su mayor fuerza la tempestad combinada de que se ha hablado, quedó sorprendido al sentir que las gotas de la lluvia le quemaban el rostro y las manos; lo que provenia al parecer de que las nubes al atravesar la columna de fuego, habian adquirido un grado muy elevado de calor. (Este hecho, verdaderamente curioso, lo refirió el mismo rey de Nápoles al caballero Hamilton.)”

»El domingo 8 de agosto se mantuvo el Vesu-

bio tranquilo hasta cerca de las seis de la tarde, en que comenzó á acumularse sobre su cráter una grande humareda. Cosa de una hora despues se oyó un ruido sordo y subterráneo en las inmediaciones del volcan y principió éste á arrojar escorias y piedras encendidas, cuyas erupciones se hicieron por instantes mas violentas. Con buenos anteojos se observó desde el Posilipo que el cráter se habia ensanchado mucho por la violencia de las esplosiones de la noche anterior, y que ya no existia lá montañita. Serian las nueve cuando ocurrió una grande esplosion que conmovió con tal fuerza las casas de Portici y de las inmediaciones, que los habitantes se derramaron espantados por las calles: despues de lo cual, dice Mr. Hamilton, ví muchas ventanas rotas y algunas paredes rajadas por el sacudimiento que habia comunicado al aire aquella esplosion, que sin embargo apenas se percibió en Nápoles.”

»Al mismo tiempo empezó á levantarse una columna de fuego trasparente y líquido, y aumentándose por grados llegó á tal elevacion, que todos los espectadores quedaron sorprendidos y llenos de terror al verla en una altura tres veces mayor que la del Vesubio, que es de tres mil setecientos pies sobre el nivel del mar. Acompañaban á dicha columna algunas bocanadas de humo negrísimo que sucediéndose rápidamente inter-

rumpían á trechos su brillante esplendor por unas grandes manchas de color muy oscuro. En el momento en que salian del cráter las referidas bocanadas de humo, distinguí yo algunas chispas eléctricas muy brillantes, pero pálidas, que serpenteaban en zic-zac con gran velocidad. Corria viento sudoeste, y aunque ligero, era suficiente para séparar de la coluna de fuego las nubes de humo, las que habiéndose acumulado detras de aquella, fueron formando por grados una especie de fondo negro de vasta estension; al paso que en otros puntos se veía el cielo enteramente despejado, y ostentaban todo su brillo las estrellas.”

»Dicha fuente de fuego formaba un contraste vistosísimo sobre el fondo negro de que acaba de hablarse, y reflejándose vivamente su resplendor sobre la superficie del mar, que estaba entonces en perfecta calma, contribuía maravillosamente á la magnificencia de aquel espectáculo verdaderamente sublime.”

»La lava líquida mezclada con piedras y escorias, despues de haberse elevado cerca de dos mil pies, fue en parte dirigida por el viento hácia Otayano, y la otra cayendo líquida aun y encendida casi perpendicularmente sobre el Vesubio, cubrió toda la parte cónica, un gran espacio del monte Somma y el valle que los separa. Y como la materia que caía estaba casi tan encendida y

ardiente como la que sin cesar arrojaba el cráter, formaba con ésta una sola masa de fuego, que tenia nada menos que dos millas y media de diámetro; y elevándose á una altura extraordinaria despedia un calor intenso que se sentia á la distancia de mas de seis millas en derredor.”

»La maleza que cubria el monte Somma se encendió muy pronto, y su llama, cuyo color diferia del rojo oscuro de la materia que arrojaba el volcan y del azul de plata de las chispas eléctricas, añadia un nuevo contraste á aquella escena extraordinaria.”

»La gran nube negra adquirió un volúmen enorme, y estendiéndose por un instante hasta Nápoles, parecia amenazar con pronta destruccion á aquella hermosa ciudad; porque se hallaba cargada de materias eléctricas que despedian continuamente rayos iguales á los que Plinio el jóven dice en su carta á Tácito que acompañaban á la grande erupcion del Vesubio, que tan funesta fue á su tio; pero se advirtió que dichos relámpagos volcánicos se separaban rara vez de la nube, y volvian por lo comun á unirse á la gran columna de fuego, cerca del cráter del volcan, que era tambien el origen de dicha nube. Mr. Hamilton vió ademas una ó dos veces aquellos relámpagos llamados *ferilli*, que cayendo sobre la cima del Somma encendieron algunas yerbas secas.”

»Habiendo llegado la columna de fuego á su mayor fuerza, permaneció en este estado por espacio de un minuto, despues de lo cual cesó súbitamente la erupcion y quedó el Vesubio silencioso.»

»Apagada la luz resplandeciente que la columna de fuego despedia, todo quedó opaco y horroroso excepto el lado del Vesubio, que estaba cubierto de cenizas y de escorias inflamadas, por debajo de las cuales se escapaban de cuando en cuando pequeñas corrientes de lava líquida, que se precipitaban por el escarpe del volcan: espectáculo que recuerda la descripcion del Etna por Marcial: *Cuncta jacent flammis, et tristi mersa favilla*. Durante la erupcion se percibia en los barrios de Nápoles que se hallan mas inmediatos al Vesubio, un olor semejante al que podrian producir los vapores de azufre mezclados con los que se exhalan de una fundicion de hierro, hedor que era muy nocivo en las inmediaciones del monte.»

Por mas exacta que sea la relacion que queda hecha, solo puede segun el caballero Hamilton dar una idea muy débil de un espectáculo tan sublime y magestuoso, que jamas acaso han visto los hombres cosa que se le parezca, cuando menos en tan alto grado de perfeccion. Así que, he creido complacer á los lectores haciendo grabar

una lámina que representa la famosa erupcion del 31 de agosto de 1779: véase la lám. 2.^a AA, es el monte Vesubio; B, el monte Somma; C, el monte de Otayano; DDDD, diversas corrientes de lava; EEE, las piedras y escorias arrojadas por el volcan; G, el cráter del Vesubio; HH, la columna de fuego; IIII, las chispas eléctricas en zic-zac; KKKK, centellas de fuego eléctrico.

La última erupcion del Vesubio que principió en 1784 y duraba aun en octubre del año siguiente, presentó muchos fenómenos curiosos de que daremos un extracto siguiendo al abate de Brottis, que describió igualmente muchas erupciones anteriores. El volcan vomitaba por dos bocas: por la grande que está en medio, y por otra muy pequeña que se abrió el 29 de octubre de 1784 sobre el borde superior de la estensa abertura que se hizo en 1767, á la parte que mira á la vecina montaña de Otayano. De la boca del medio del cráter salia continuamente una humareda por lo comun blanca, pero tambien algunas veces roja, otras negra y mezclada de cenizas. Ademas del humo arrojaba el volcan algunas piedras encendidas, que subian á grande altura. La otra boca vomitaba una lava, que dividiéndose en muchos brazos serpenteaba por el pendiente de la montaña, y por un gran valle que rodea el

Vesubio por la parte de oriente, mediodia y occidente. Por la noche aparecia la montaña cubierta de anchas y largas bandas de fuego, lo que ofrecia una vista muy hermosa.

No siempre corria la lava en la misma direccion ni con igual velocidad, pues algunas veces se apagaba y únicamente se veía un círculo inflamado al rededor de la nueva boca. Habiéndose verificado muchas veces esto último, desde el mes de agosto de 1785, se creyó que iba á acabar la erupcion; pero dos meses despues volvió á presentarse la lava: el 1.º de octubre salió, corrió y se ramificó; y unido esto á la espesa humareda que la gran boca exhalaba, se conoció que aun no habia cesado la erupcion.

Notóse en ésta un fenómeno curioso, que ya en otras habia sucedido. Al enfriarse exteriormente una corriente abundante de lava que descendia hácia la colina de *Salvatore*, se formó una bóveda á manera de acueducto; y habiendo disminuido de volúmen la materia líquida, continuaba corriendo por aquella alcantarilla y formaba un pequeño lago de fuego, del cual salia la materia en riachuelos inflamados, é iba á perderse entre las escorias de las antiguas lavas. En esta erupcion, tranquila pero continua, arrojó el Vesubio por la nueva boca tan gran cantidad de materias, que despues de llenar la larga y

profunda abertura de 1767 y derramarse por las inmediaciones , que elevó considerablemente, descendió tambien al valle , se estendió por él, y en algunos parages subió á ciento y treinta pies. Dicha lava contenia mucho hierro calcinado , era poco compacta , en parte celular y en parte esponjosa (1).

1 Observaciones sobre la física, historia natural, &c. Diciembre 1785.

FIN DEL TOMO PRIMERO.

ÍNDICE.

	Pág.
<i>De la electricidad de los metéoros.....</i>	1

PRIMERA PARTE.

<i>De la electricidad de la atmósfera en general.....</i>	5
CAP. 1. <i>De las primeras esperiencias sobre la electricidad de la atmósfera.....</i>	12
CAP. 2. <i>De los cometas eléctricos.....</i>	31
CAP. 3. <i>De los fenómenos de la electricidad natural que observaron los antiguos.....</i>	63

SEGUNDA PARTE.

<i>De los metéoros ígneos.....</i>	71
SECCION 1. <i>Del rayo.....</i>	72
CAP. 1. <i>De la naturaleza del rayo , segun la doctrina moderna.....</i>	75
CAP. 2. <i>Opinion de los antiguos sobre la naturaleza del rayo.....</i>	84
CAP. 3. <i>Se esplican por la electricidad los efectos mas prodigiosos del rayo.....</i>	101
CAP. 4. <i>Del rayo ascendente.....</i>	123
CAP. 5. <i>De los pararayos.....</i>	163
CAP. 6. <i>De los pararayos ascendentes.....</i>	213
CAP. 7. <i>Del modo de construir los pararayos.....</i>	232
CAP. 8. <i>De los principales pararayos , &c.....</i>	247
CAP. 9. <i>De la perniciosa costumbre de tocar las campanas en tiempo de tempestad.....</i>	252
SECCION 2. <i>De los terremotos y volcanes.....</i>	255
CAP. 1. <i>De los terremotos.....</i>	id.
CAP. 2. <i>De los volcanes.....</i>	277

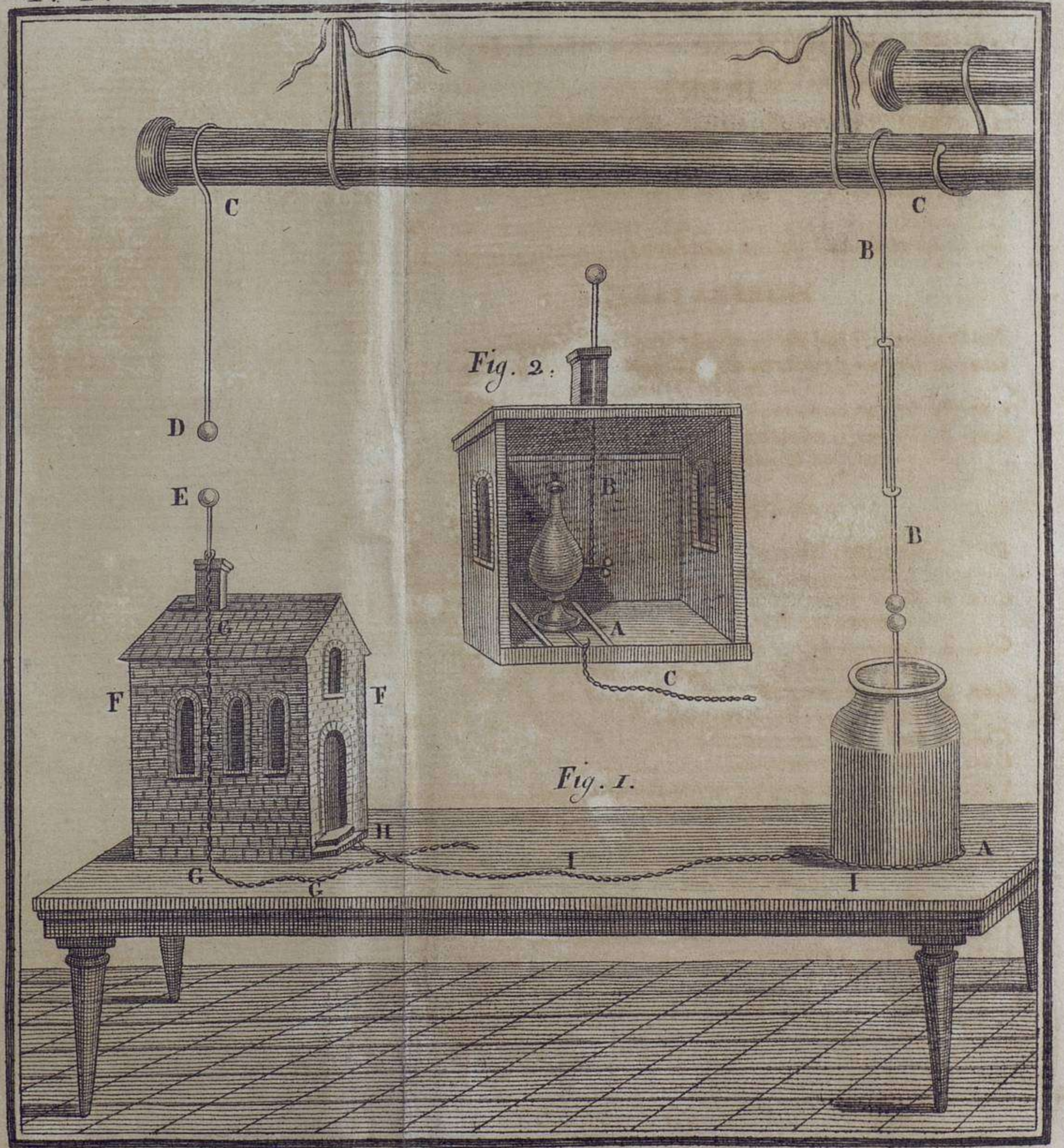
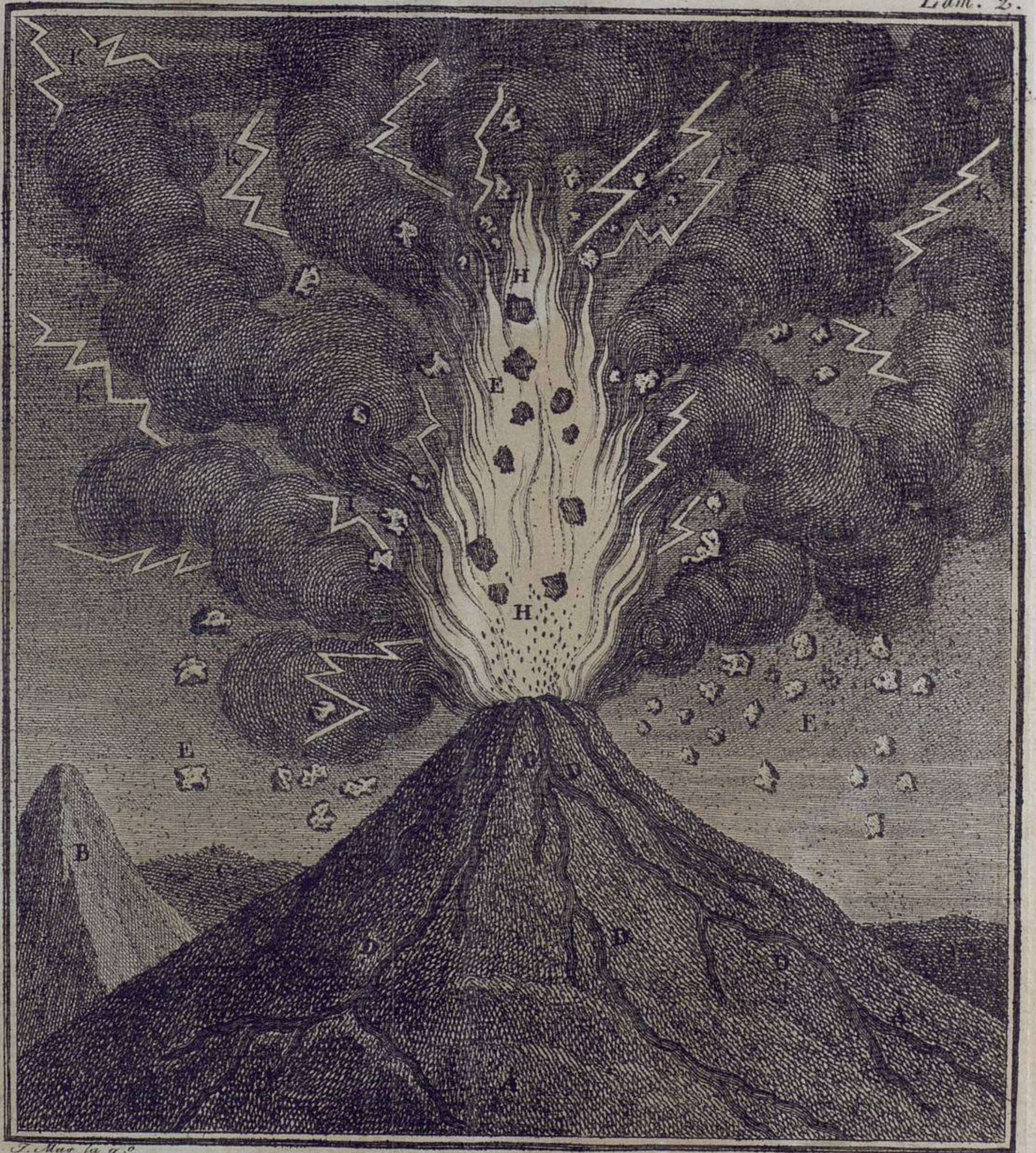


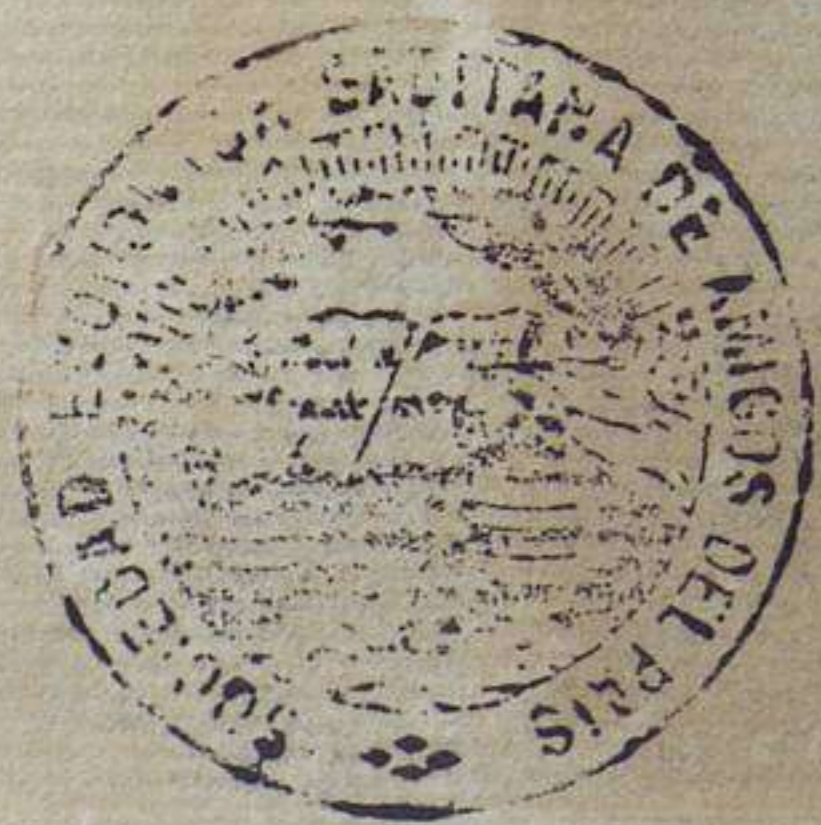
Fig. 2.

Fig. 1.

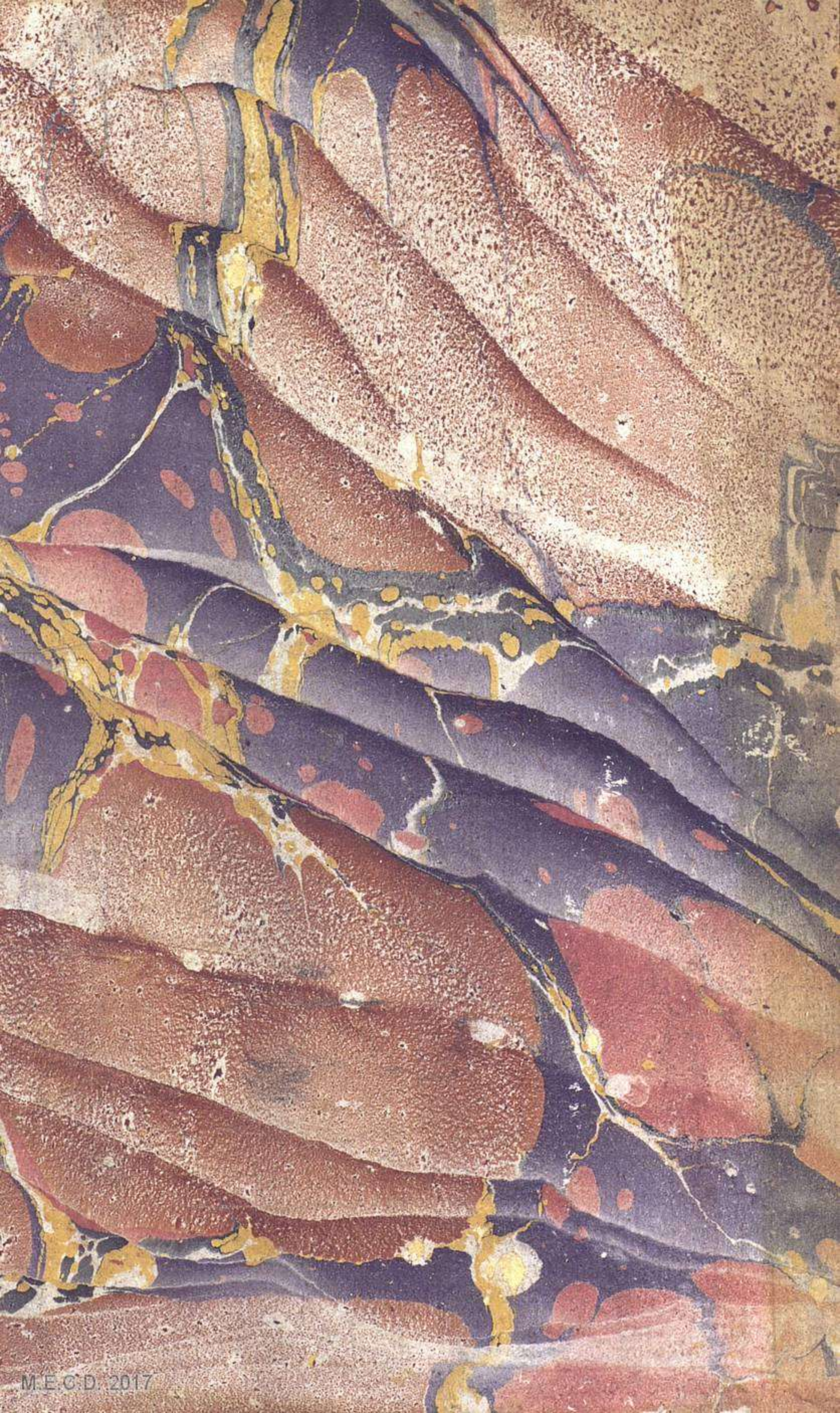
F. Mar 6º g.º



J. Muss la g.^o











ELECTRICITY
DE LOS
METEOROS



M.E.C.D. 2017