







30

264

S XIX

2327



De la Electricidad

DE LOS

METÉOROS.

THE UNIVERSITY OF

THE EAST INDIES



THE UNIVERSITY OF THE EAST INDIES

THE EAST INDIES

UNIVERSITY OF THE EAST INDIES

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 ERANCES

Por el Abate Bertholon.

---

TOMO SEGUNDO.

---

*Acompañan seis láminas.*



*Valencia:*

IMPRENTA Y LIBRERIA DE CABRERIZO.

---

1833.

DE LA

REPUBLICA

DE LOS

ESTADOS

Aplicada a los terrenos y parcelaciones, y a la no-  
diana y agricultura, reservando los principales  
fundamentos del caso, la cual cubren de las ten-  
dencias de tierra, en sus terrenos, y otros simi-  
lares, etc. etc.

ENCARGO EN ELAS

que el Estado


YOUNG SHUBERT



*Handwritten signature or name*

IMPRESA Y LITOGRAFIA DE CARRETERAS





---

## CAPÍTULO TERCERO.

### *De la causa de los terremotos y volcanes.*

**S**OBRE ningun fenómeno se han seguido tantas ni tan diversas opiniones como sobre los terremotos: para esplicarlos no solo se ha recurrido á cada uno de los elementos en particular, sino tambien á su mútua combinacion; pero esta misma multitud de esplicaciones es una prueba evidente de su insuficiencia. Thales Milesio atribuye los terremotos al agua; y es que este filósofo creía equivocadamente que toda la tierra andaba flotante sobre el elemento líquido. Otros pensaron que el origen de los sacudimientos que sufre á veces la tierra, era el violento empuge de algunos torrentes y rios subterráneos. Anaxágoras, Empedocles y otros muchos, juzgaron que la causa de los terremotos era el fuego; algunos antiguos, y muchos modernos, admitieron un fuego central para esplicar este metéoro terrible; Anaxímenes dice que la tierra es por sí misma la causa de sus convulsiones, en razon de que muchas de sus partes se desprenden de la masa general por efecto de la vejez, á la manera que caen algunas veces ciertas partes de los edificios antiguos. De la misma opinion es Asclepiades, pues que atri-

buye los vaivenes de la tierra á hundimientos ó ruinas en algunas cavernas subterráneas. Metrodoto de Chio asegura que este metéoro proviene de la agitacion que el aire de la atmósfera comunica al interior de las cavernas de la tierra; Archélaos, Aristóteles, Teofrasto, Plinio y Séneca, emplean de diversos modos la accion de los vientos; Estraton se acoge al combate del calor y el frio; Demócrito atribuye los terremotos á muchos elementos, y Epicuro sostiene que todos éstos concurren á producirlos.

Los filósofos modernos han atribuido generalmente el metéoro de que hablamos al azufre, betun y á todas las materias inflamables que se hallan en el seno de la tierra; algunos, como Hales, á la mezcla del aire atmosférico con las exhalaciones sulfúreas, ó aire inflamable, opinion que hace muy poco volvió á renacer; otros á la grande elasticidad del aire interior, prodigiosamente enrarecido por la inflamacion de las piritas que las aguas subterráneas descomponen. En fin, el abate Nollet fue el primero que miró como principio de este terrible metéoro al agua reducida en vapores, cuya maravillosa fuerza apenas puede comprenderse. Bien se echa de ver que las opiniones que han imaginado los modernos tienen cuando menos algunas relaciones generales con las de los antiguos. En una obra particu-

lar sobre los terremotos que publicaré muy en breve, tendrá su lugar oportuno una discusion completa de todos estos sistemas. Por ahora bastará establecer directamente que el fluido eléctrico es el único que puede producir los terremotos, y que ninguna otra cosa es capaz de dar origen á los prodigiosos efectos que se advierten en este metéoro.

El doctor Stukeley es segun parece el primero que sostuvo que la electricidad era la causa de los terremotos; pues habiendo ocurrido en Lóndres algunos fenómenos de este género en los años de 1749 y 1750, leyó poco despues á la Sociedad Real una memoria relativa á este objeto. Tambien lleva esta opinion el célebre padre Beccaria, y ambos físicos dieron muy buenas pruebas de la verdad de esta doctrina, que puede ver en sus obras el que no se contente con el resúmen de ellas que trae Mr. Priestley en su historia de la electricidad. Mas como desde aquella época y señaladamente despues de los descubrimientos sobre el aire inflamable, han pretendido algunos físicos modernos poner en duda esta asercion, y atendiendo tambien á que muchos sábios, y entre otros S. E. el señor príncipe de Gallitzin en su carta del 4 de agosto de 1779, me han instado á que publique las razones que á mi juicio prueban con mayor fuerza la solidez de este sistema;

dedicaré algunas líneas á esponer las principales.

La grandeza, el número, la estension, la universalidad y la duracion de los efectos que se notan en los terremotos, exigen una causa poderosa; y entre todas las que se han señalado hasta ahora por los antiguos y modernos, sola la electricidad puede producir los asombrosos efectos que sorprenden en general aun á las personas menos dispuestas á sobresaltarse. Nadie ignora que en los terremotos se han visto algunas veces montes, cuya cima orgullosa parecia amenazar al cielo, hundirse en el seno de la tierra en menos tiempo del que se emplea para decirlo. En otras ocasiones se han elevado en medio de vastas llanuras peñascos de enorme magnitud, ó mas propriamente montañas; ora se han abierto cavernas de prodigiosa estension y abismos insondables, ora se han visto salir de golpe del seno de los mares, y volver intantáneamente á sumergirse, islas de grande estension; en unas partes han aparecido lagos inmensos, en otras se han formado golfos; istmos arrancados de los continentes, ciudades tragadas por la tierra, provincias enteras assoladas, y en medio de tantos horrores millones de hombres sepultados bajo las ruinas de sus hogares: todos estos son hechos constantes, que multiplicadas observaciones ponen desgraciadamente fuera de duda como vamos á ver.

Noventa y dos años antes de nuestra era, experimentaron tan terribles sacudimientos dos montañas de las inmediaciones de Módena, que según Plinio, parecía que chocaban una con otra, y al mismo tiempo vomitaban remolinos de llamas y humo. El pico de la isla de Timor fue sumergido con casi toda la isla en 1638, y dejó en su lugar un gran lago. En otro terremoto ocurrido ocho años después, fueron absorbidas muchas montañas de Chile. En el año 1726 por efecto de un terremoto, se hundió cierta noche una montaña considerable que se hallaba cerca de Shages-trand, en la Islanda septentrional, y amaneció en su lugar un gran lago; quedando al mismo tiempo en seco otro muy profundo situado á legua y media de distancia, cuyo álveo se levantó sobre el nivel del terreno que le circuía. Posidonio, citado por Estrabon, habla de un terremoto en que una ciudad de Fenicia inmediata á Sidon fue sepultada con toda la tierra de su comarca. Séneca asegura que el rio Ladon, que corre entre Selis y Megalempolis debe su origen á un terremoto. En 16 de junio de 1628 se experimentó en la isla de San Miguel un terremoto tan violento, que en un punto inmediato, donde habia mas de ciento y cincuenta toesas de agua, hizo salir una isla que tenia cuando menos legua y media de larga y sesenta toesas de alta. En Santiago de

Chile se experimentó en 1570 un horroroso terremoto, que en algunos parages arrancó de cuajo montañas enteras, detuvo el curso de los rios, arruinó ciudades, en una grande estension de costa se retiró el mar muchas leguas, algunos rios mudaron de direccion, &c. Segun el padre Fournier en el libro quince de su hidrografía, el Perú sufrió en 1604 un terremoto de los mas terribles; en términos que en menos de medio cuarto no quedó un monte, una selva, un rio, una ciudad ni una cabaña en la estension de tres ó cuatrocientas leguas de costa, sobre una latitud de setenta: lo que forma una área de veintiuna mil leguas cuadradas.

En 1640 se sintieron terribles sacudimientos en los Países-Bajos, en Holanda, Celandia, Frisa, el pais de Gueldres, Luxemburgo, Francfort, del Mein, Westfalia, sobre las fronteras de Francia, &c. Este espacio violentamente conmovido en todos sus puntos, comprende mas de ciento sesenta leguas: los barcos que se hallaban en los puertos de Holanda y Celandia fueron agitados, sin que se notase el menor viento. Diez y siete años despues fue la parte meridional de la Noruega conmovida por estas terribles convulsiones de la naturaleza, cuyos funestos efectos se experimentaron en un espacio de mas de ciento sesenta millas. El 13 de octubre de 1694 ocurrió un es-

pantoso terremoto que arruinó á Catania y se sintió en Lima, que se halla á una distancia prodigiosa de Sicilia. Los anales de la China hablan de muchos terremotos que han asolado aquel imperio en diferentes épocas. El 2 de setiembre de 1679 perecieron mas de treinta mil habitantes en Tong-Tcheou, ciudad poco distante de Pequín, en donde fueron tambien muy violentas las oscilaciones; y en esta misma capital perecieron bajo las ruinas mas de cien mil personas en un terremoto que se experimentó el 30 de noviembre de 1731. Pero todavía fueron mas terribles sus efectos en el campo, en donde se tragó la tierra lugares enteros (1). El 30 de octubre de 1759 se experimentó en toda la Siria un terremoto general, que hizo grandes estragos en un espacio de diez mil leguas cuadradas cuando menos, en el cual se hallan las cordilleras del Líbano y del Ante-Líbano; y esto nos prueba que Séneca se equivocó suponiendo que los terremotos no abrazan nunca una gran estension de terreno.

Ni causa menos admiracion el tiempo que han durado algunos terremotos. El 27 de marzo de 1638 principió á sentirse en Sicilia y Nápoles uno muy fuerte, que duró catorce dias. En el año de 1664 en un parage situado á siete jornadas de Du-

1 Descripción de la China por el padre Duhalde. tom. 1.

cea, en las Indias orientales, se sintió otro por espacio de treinta y dos dias. El que se experimentó en Lombardía, Suiza y otras partes, continuó sus estragos por espacio de cuarenta dias. El del 5 de febrero de 1663 produjo estragos increíbles en el Canadá, en un radio de mas de cuatrocientas leguas, y duró hasta el mes de julio siguiente. El 8 del propio mes del año 1730 se sintieron en Chile fuertes sacudimientos, retiróse el mar, y volviendo despues con ímpetu terrible, inundó la ciudad de la Concepcion con las campiñas inmediatas: al dia siguiente se sintieron nuevos terremotos que acabaron de asolar la ciudad; la mayor parte de las casas de Santiago quedaron absolutamente arruinadas, y estas terribles convulsiones continuaron por espacio de muchos meses. Uno de los terremotos mas largos que se han conocido es sin contradiccion el que principió á sentirse en Ferrara el 17 de noviembre de 1570 á las nueve y cuarenta y cinco minutos de la mañana, y cuyos sacudimientos duraron casi un año entero.

Mas por muy considerable que sea la estension de los diferentes terremotos de que acabamos de hablar, es muy poca cosa en comparacion de la que han tenido muchos de estos fenómenos, cuyos efectos se han sentido algunas veces en toda Europa y aun en el universo entero. El año



1117 se experimentó uno tan violento en Lombardia y Suiza, que se extendió casi á toda la Europa. Veintinueve años despues volvió á sentirse en Europa un terremoto mas ó menos violento en los diferentes parages que fueron agitados: en Mayenza se contaron hasta quince sacudimientos. El año 1509 fue memorable por los fuertes vaivenes que se sintieron en la Carintia, la Styria, el Tirol y el resto de Alemania, en Constantinopla y aun en casi toda la Europa. El terremoto que arruinó á Lisboa el 1.º de noviembre de 1755 y esparció la desolacion por toda Europa, segun la opinion de muchos físicos fue general.

Bajo el imperio de Valentiniano 1, el 21 de julio del año 365, hubo un terremoto que segun Amiano Marcelino (1) se sintió en todo el mundo que entonces se conocia. San Gerónimo dice que fue particularmente funesto á la Sicilia: el mar traspasó sus límites en toda la costa de esta isla; los muros de Areople, antigua capital de los moabitas, quedaron arruinados en una noche, y la isla de Creta y Alejandría fueron notablemente maltratadas. Cinco años despues de esta triste época volvió á sentirse un terremoto casi general, cuyas funestas consecuencias fueron inundaciones

1 Lib. 26. cap. 14.

del mar, hambres y otras calamidades. El año 543 fue tambien memorable por un terremoto universal, como asimismo el fin del siglo XIII (1290). Lo propio sucedió en el que se experimentó el 29 de setiembre de 1426 entre una y dos de la mañana, y cuyos efectos se sintieron casi universalmente en toda la tierra: habíale anunciado una tempestad horrorosa.

Los hechos y observaciones que hasta aquí se han referido, y las que en adelante se mencionan son indudables; pues que están tomados de los autores mas fidedignos, tales como Plinio, Séneca, Estrabon, Varenio, Fournier y otros, y principalmente de las memorias de diferentes academias de Europa, de la coleccion académica y de las historias generales y particulares. Estos testimonios auténticos nos hacen ver cuán admirables son la grandeza, el número, la estension, la universalidad y la duracion de los terremotos, y cuán enérgica debe ser la causa poderosa que los produce; y únicamente reuniendo las observaciones mas ciertas y exactas que tienen relacion con este formidable metéoro, es como podremos conocer su naturaleza y efectos. Sentados estos principios es evidente que ni las corrientes de aire, ni las de las aguas subterráneas, ni los hundimientos de las cavernas interiores, ni las efervescencias producidas por las combinaciones

de azufre, betun y otras materias terrestres inflamables, ni el agua reducida á vapores, ni ninguna causa de este género; son capaces de producir el prodigioso número de efectos maravillosos, cuya relacion hemos hecho, esto es, la gran duracion, la estension considerable y la universalidad que se ha observado en muchos terremotos. Jamas los secuaces de las diversas opiniones que se han espuesto podrán esplicar la causa de que ciertos terremotos se hayan sentido en todas las partes del mundo. Este hecho no podrá nunca conciliarse con una causa diferente de la electricidad.

Nos detendremos aun un poco en este objeto, á fin de aclararle mas. El año cuarto del imperio de Tiberio, que corresponde al 17 de nuestra era, en una sola noche destruyó un terremoto muchas ciudades del Asia, que segun Plinio, Tácito y Séneca fueron doce. El último, dice: *Asia duodecim urbes simul perdidit*; Nicéforo cuenta catorce, Eusebio trece, y san Agustin once. Sus nombres, segun los traen los autores citados, son Éfeso, Magnesia, Sardis, Mostena, Hierocesárea, Filadelfia, Temole, Fimé, Mirina, Cimé, Apolonia, Hidriana, Dia, Civara. Véase tambien á Tácito (*Ann. lib. 2*). En esta ocasion se cuñó una medalla del emperador Tiberio, que ha llegado á nuestros dias, con esta leyenda: *Civita-*

*tibus Asiæ restitutis.* Estas pruebas demuestran que el hecho se halla en el mayor grado posible de certeza. Dicho terremoto no pudo destruir en una noche trece ciudades grandes del Asia menor, sin conmober una masa de tierra de trescientas millas de diámetro; y por lo mismo puede preguntarse con el doctor Stukeley: ¿Cómo es posible concebir que toda el Asia menor no haya sido al mismo tiempo destruida, trastornados los montes, cegadas para siempre las fuentes y sus manantiales, y cambiado enteramente el curso de los rios? Nada padeció sino las ciudades; ninguna alteracion sufrió la superficie del pais, que todavía es el mismo en nuestros dias.

Dicho doctor observa con mucha razon que para que los vapores inflamables, ó las otras causas que comunmente se señalan, pudiesen conmober una masa de tierra de trescientas millas de diámetro, debian hallarse á la profundidad de doscientas bajo la superficie de la tierra; y por lo mismo tenian que mover un cono invertido de tierra sólida, cuya base tendria trescientas millas de diámetro y doscientas el ege: efecto que ninguna de las causas conocidas puede producir. Toda la pólvora que se ha fabricado desde la invencion de este misto, no seria suficiente para mover un sólido semejante. Quien deseáre conocer la masa de este cono, podria conseguirlo

con facilidad , pues bastaria recordar este corollario de geometría : siendo la solidez del cono el tercio de la de un cilindro de la misma base y elevacion , es igual al producto de su base por el tercio de su elevacion. El cálculo nos manifiesta que esta causa hubiera debido conmovier un sólido de una masa prodigiosa , y de peso superior á todas las fuerzas naturales que se conocen , excepto la electricidad. ¿Qué seria pues si en vez de haber tomado por hipótesis un diámetro tan pequeño , hubiese tomado como fundamento del cálculo la estension del terreno conmovido por el terremoto de que habla san Agustin , el cual asoló en la Libia cien ciudades ; ó el que se sintió el 24 de agosto del año 358 á lo largo de las dos costas del Bósforo , que hizo grandes estragos en Europa y Asia , conmovió muchos montes , dejó resentidas cerca de ciento y cincuenta ciudades en menos de una hora , se sorbió á Nicomedia y sus habitantes , y vomitó en fin remolinos de llamas que devoraron los tristes restos de aquella desventurada ciudad en el espacio de cincuenta dias ; ó el famoso que en el año 742 se sintió en Egipto , en sus cercanías y aun en todo el oriente , en el cual fueron arruinadas en una noche seiscientas ciudades ó lugares , y arrebatadas por las olas un sinnúmero de naves ; ó en fin , el de Lisboa y los otros que se han sentido en toda Eu-

ropa , Asia , África y América ; en una palabra, en el globo entero de la tierra? El resultado entonces seria espantoso. Las reflexiones que acabo de hacer prueban en mi concepto de un modo decisivo , que ni las corrientes subterráneas de aire ó de agua , ni las exhalaciones inflamables de la tierra , ni otra causa alguna de este género; puede producir los asombrosos efectos que se observan en los grandes terremotos que conmueven á un mismo tiempo las diferentes porciones de Europa y las otras partes del globo.

Si lo que acaba de sentarse necesitase confirmacion , recordaria aquí los principios que mas arriba dejo establecidos al probar que el rayo no es un efecto de las efervescencias químicas; pues aquellas razones son absolutamente las mismas en que se apoya cuanto queda dicho : y aun añadiria que la esperiencia de Lemerí , tan frecuentemente citada , no presta apoyo alguno á los partidarios de las causas pirotécnicas ; porque si bien es cierto que aquel famoso químico vió inflamarse al cabo de algunas horas una masa de azufre y limaduras de hierro que habia colocado bajo tierra á cierta profundidad , es constante sin embargo , como nota muy oportunamente el célebre Rouelle , que en el seno de la tierra se halla el hierro mineralizado , ó bien en estado de ocre y privado del flogístico : y Lemerí , por el

contrario, empleó hierro puro. En efecto, la experiencia no sale bien con el hierro tal cual se halla en las minas, lo que varias veces he probado.

Esta primera dificultad insoluble ciertamente en toda otra opinion, se convierte en prueba en el sistema de la electricidad. Los grandes y numerosos efectos que tanto nos admiran, la duracion, la estension y la universalidad, esos trastornos espantosos que los terremotos producen; se esplican con la mayor facilidad á beneficio de los nuevos descubrimientos. Los terremotos no son otra cosa que unos rayos subterráneos, y solo difieren de los que estallan en la atmósfera por la mayor abundancia de materia eléctrica, y por una energía muy superior; pues aunque la fuerza de los rayos no pueda ciertamente compararse con la de los grandes terremotos, es capaz de muy terribles efectos, que por demasiado conocidos seria inútil recordar aquí. Ahora pues: siendo los terremotos unos grandes rayos subterráneos, sus efectos, ya de suyo tan semejantes á los del rayo, son proporcionales á la fuerza de la causa. ¡Y cuán poderosa no será la que despedaza las entrañas de la tierra!

Mil pruebas demuestran que el fluido eléctrico, aun en el estado en que sale de las manos de los hombres, se comunica fácilmente á masas y

distancias considerables, sin que su energía y demas propiedades sufran la menor disminucion. Luego que fue conocida la esperiencia de Leyden y repetida por primera vez en Francia, ya probó el abate Nollet á hacerla con mas de doscientas personas: el suceso fue completo, pues sin embargo de que la cadena tenia mas de doscientos pasos de longitud, todos sintieron la conmocion á un mismo tiempo (1). Algunos meses despues Mr. Lemonier formó el círculo eléctrico con un alambre de hierro de mil novecientas toesas, que colocó en el cercado de los cartujos de Paris; y en otra ocasion empleó un alambre de cerca de dos mil toesas, es decir, poco menos de una legua. Una parte de este hilo metálico cruzaba por un prado, cuya yerba estaba mojada por el rocío; y la otra se dirigia sobre una empalizada de olmedilla, y se revolvía al rededor de muchos árboles: en fin, una parte considerable descansaba sobre un terreno recién arado; y sin embargo de todos estos obstáculos aparentes, se verificó la trasmision del fluido eléctrico. Este mismo físico tuvo la idea de repetir la esperiencia en el estanque del jardin del Rey y en el de las Tullerías, cuya superficie tiene cien toesas cuadradas y dos pies de profundidad, y tambien se propagó la

1 Memorias de la Academia, año 1746. pág. 1. y sig.



conmoción eléctrica (1). El doctor Watson y otros muchos sábios de Inglaterra, repitieron al año siguiente las esperiencias que acababan de hacerse en Francia. El 14 y el 18 de julio de 1747 hicieron pasar la conmoción al traves del Támesis, cerca del puente de Westminster, formando parte de la cadena el agua de dicho rio. En el 24 se hizo la esperiencia en el rio Nuevo, en el parage llamado Stoek-Newington, y el suceso fue el mismo. Puede verse la relacion circunstanciada de estos experimentos en el tomo 10 de la obra titulada *Philosof. trans. Abridged*, en donde se hallarán tambien los que se hicieron el 5 de agosto siguiente en Highburg-Barn, mas allá de Iflicgton, y el 14 del mismo mes en la montaña de Schooter, con un alambre de mas de seis mil pies de longitud. El 5 de agosto del año 1748 se repitió la misma esperiencia con un hilo de hierro de doce mil doscientos setenta y seis pies.

El célebre físico Mr. Jallabert hizo tambien en el lago de Ginebra algunas esperiencias relativas á la trasmision de la electricidad al traves de una gran masa de agua, sobre las cuales consultó al abate Nollet en 1749. »He establecido una máquina eléctrica, decia Mr. Jallabert, en una galería si-

1 Memorias de la Academia, año 1746. pág. 450. y 51.

tuada sobre el Ródano, cerca de doscientos cincuenta pies mas baja que nuestra máquina hidráulica (reunion de bombas establecidas sobre el Ródano para subir las aguas y distribuir las por la ciudad): de una barra de hierro, electrizada inmediatamente por un globo de vidrio, estaba suspendido un matraz destinado á las esperiencias de la conmocion; del suelo de éste colgaba un alambre de hierro que se sumergia en el Ródano á algunas líneas de profundidad, y varios hilos de hierro prendidos á la barra y sostenidos por medio de cordones de seda, iban á parar cerca de algunas fuentes públicas. Luego que se frota- ba el globo, si se aproximaba la mano á dichos alambres se sacaban chispas que causaban una ligera picadura; pero si alguno tocando con una mano el agua de una de dichas fuentes, presentaba la otra al alambre que terminaba allí, experimentaba una fuerte conmocion. "Nada hay en este experimento que deba sorprender á un físico, pues tenemos lo que se llama círculo eléctrico; porque el que toca con una mano el agua de la fuente y con la otra el alambre que viene de la barra á donde está suspendido el matraz, forma parte de un círculo compuesto de dicho alambre, la barra referida y un hilo de agua que sube sin interrupcion de la fuente al depósito, y que se estiende al mismo tiempo por los tubos de

comunicacion hasta la máquina hidráulica , y de allí en fin hasta el alambre que nace del suelo del matraz para sumergirse en el Ródano. Véase la carta octava del abate Nollet , en la obra intitulada : *Cartas sobre la electricidad*, 1753.

MMr. de Luc hicieron tambien esta prueba: »Repetidas veces, dicen, conseguimos hacer la esperiencia de Leyden al traves del Ródano y de todas las fuentes á que da agua á distancia de doscientas toesas; siendo lo mas notable que en todas las calles cuyo piso estaba simplemente humedecido por el agua de las fuentes, se sentia la conmocion en las piernas al sacar una chispa de un alambre que partia del conductor de la máquina. Esta esperiencia manifiesta que la sola humedad es suficiente para transmitir el fluido eléctrico á una distancia considerable; porque de cualquier modo que quiera suponerse que se verificó el tránsito del fluido, resulta siempre cierto que el Ródano y toda la masa del terreno húmedo le sirvieron de vehículo.” (1) Mr. Winkler, profesor de Leipsick, hizo tambien algunas esperiencias de este género, comprendiendo en el circulo eléctrico el rio de Plisa. Franklin consiguió inflamar á un mismo tiempo unos licores es-

1 Investigaciones sobre las modificaciones de la atmósfera, &c. tom. 2. pág. 178.

piritosos colocados á las dos orillas del Skuykill, rio que baña una parte de Filadelfia, enviando una chispa de un márgen á otro al traves del rio, sin otro conductor que el agua (1).

Por mas largos que sean los conductores y por mucha estension que quiera darse al círculo eléctrico, nunca se hallarán límites á la comunicacion de la electricidad; porque á vista de lo que enseña la esperiencia, puede asegurarse que son indefinidos. Persuadido de esta verdad Mr. de Luc decia con ocasion del experimento que queda referido, que si fuese posible conducir un hilo de metal suficientemente aislado desde Ginebra hasta el mar, podria hacerse la esperiencia de Leyden á esta distancia por medio del Ródano; porque á pesar de la gran estension de la cadena eléctrica, la conmocion no se debilitó sensiblemente. En la última edicion de las obras de Franklin por Mr. Barben Dubourg, tomo 1, página 156, puede verse tambien que Mr. James Alejander se proponia hacer que un rio ó lago, y aun el mismo mar, formasen parte del círculo que el fuego eléctrico debiera seguir para poder medir con mayor precision el tiempo que una chispa emplea para recorrer un espacio determinado.

1. Esperiencias y observaciones sobre la electricidad. tom. 1. pág. 195.

Las esperiencias referidas hasta aquí demuestran en mi concepto de un modo evidente que las distancias considerables, el número de los cuerpos interpuestos ni la cantidad de las masas, no obstan para la trasmision del fluido eléctrico, ni disminuyen la virtud de este agente maravilloso. Mas por mucho que sorprenda esta propiedad, todavía existe otra no menos admirable, y peculiar tambien del fluido eléctrico; y es que su intensidad, lejos de debilitarse, se aumenta en razon de la estension sobre la cual se producen los efectos eléctricos. Esta asercion exige que nos detengamos á desenvolverla, mayormente por razon de la nueva aplicacion que hago de este principio á los terremotos.

Es cosa averiguada que la comunicacion de la electricidad se hace mas bien en razon de las superficies que en la de las masas, esto es, que siendo una misma la causa que produce el fluido eléctrico, la electricidad es conocidamente mucho mas fuerte en los cuerpos de la misma naturaleza que tienen mas superficie, suponiendo las masas iguales; y por consecuencia que para hacer mayores los efectos de la virtud eléctrica, vale mas aumentar la superficie del cuerpo que se electriza que su masa. Mr. Lemonier demostró la verdad de estas aserciones por medio de muchos experimentos, tanto mas seguros quanto mas sen-

cillos (1). Habiéndose electrizado una gran vocina de hoja de lata, larga de ocho ó nueve pies, y de diez libras de peso, dió chispas mucho mas fuertes que un ayunque que pesaba doscientas libras: unas planchas de plomo recibieron estando rolladas una electricidad mucho mas débil que cuando estaban tendidas en toda su estension, y chispeaban mucho mas cuando se hallaban divididas en muchas tiras colocadas un extremo con otro que las planchas iguales no divididas. Lo mismo sucede con la electricidad atmosférica, pues el propio académico logró aumentar considerablemente los efectos de la electricidad de las nubes haciendo comunicar el alambre del aparato que tenia dispuesto para recibir el fuego eléctrico del aire con unos grandes cilindros cubiertos de papel dorado y con muchos tubos de hoja de lata aislados (2). Á vista de los diferente hechos que quedan referidos puede concluirse con seguridad, que tanto la electricidad natural como la artificial se comunican á los cuerpos de igual naturaleza mas bien en razon de las superficies que en la de las masas; y que esta comunicacion se verifica mas fácilmente en razon de la longitud que con

1 Memorias de la Academia de las ciencias, año 1746. pág. 447. y siguientes.

2 Memorias idem, año 1752. pág. 235.

relacion á las otras dimensiones. En este principio se funda la práctica que se observa de algun tiempo á esta parte para hacer mas fuertes las chispas eléctricas de añadir segundos y terceros conductores, dándose á unos y otros mas superficie, pues por este medio se logra que las simples chispas produzcan impresiones semejantes á las de la botella de Leyden. Los experimentos de Mr. Volta han acabado de demostrar la verdad del descubrimiento de Mr. Lemonier. Este célebre italiano probó tambien (1) que de dos conductores, el que es mas estenso en longitud, goza de mayor capacidad que el que lo es en espesor ó anchura, y se carga de una porcion de electricidad mucho mas considerable, que se manifiesta por la intensidad de los efectos. El conductor de Mr. Volta tiene noventa y seis pies de largo y solos doce pies cuadrados de superficie, y sin embargo de ser exactamente igual á un cilindro de seis pies de longitud y ocho pulgadas de diámetro, le escede infinitamente, dice el autor citado, con relacion á la cantidad de electricidad que puede recibir y á la fuerza de los efectos que produce; y de ahí es que el referido conductor produce una verdadera conmocion igual á la del experimento de Leyden: efecto que

1 Diario de física, abril 1779, pág. 249.

se aumenta en razon de la longitud del conductor, siendo iguales las demas circunstancias. Este descubrimiento pertenece sin contradiccion á Mr. Volta.

La aplicacion de estos principios á la inmensa estension de los terremotos es muy natural, y lejos de que el largo espacio que ordinariamente recorren sea un obstáculo para la produccion de sus espantosos efectos, es antes bien la causa que les da nueva energia; porque el fluido eléctrico, partiendo por decirlo así del foco que le produce, cualquiera que sea la causa, es trasmitido por una cadena de cuerpos conductores, tales como diversos lechos y capas de piritas, metales y materias minerales de diferentes especies, margas, tierras arcillosas y muchas corrientes de agua ó cuerpos húmedos. Esta serie de conductores le da nueva fuerza, tanto mayor cuanto es mas considerable la longitud recorrida. Si fuese fácil construir un conductor de algunas leguas, seria admirable la virtud que tendrian nuestras máquinas eléctricas. Pues ahora bien: la naturaleza ha construido bajo la superficie de la tierra muchos conductores que son incomparablemente mas estensos, y cuyos terribles efectos se manifiestan en los terremotos. Todas las otras causas que se han señalado, como los torrentes subterráneos, los vientos interiores, las exhalaciones, el aire



inflamable, el agua reducida á vapores, &c., pierden su fuerza cuando obran sobre una grande estension, y son por consecuencia insuficientes para producir los terribles efectos que se notan en los terremotos. La electricidad es la única cuya fuerza no solo no se disminuye cuando se comunica á series inmensas de cuerpos, sino que la multiplicidad de las masas y la estension de las superficies le comunican nuevo vigor; y este fluido admirable que llamamos eléctrico, obra con mayor fuerza y actividad á medida que se halla mas distante de su foco, es decir, de la causa que le pone en movimiento. La estension pues y la universalidad de los terremotos, que son el escollo de todas las opiniones que hasta el presente se han imaginado, deben mirarse como el triunfo del sistema de la electricidad.

Cuanto queda dicho de los terremotos, debe entenderse tambien de los volcanes: el número, la grandeza y la duracion de sus efectos, prueban que su causa principal es el fluido eléctrico. Muchas veces vomitan durante largo espacio de tiempo una gran cantidad de masas enormes de rocas encendidas con un estrépito considerable y á una elevacion prodigiosa. El abate Recuperero vió en una erupcion del Etna grandes peñascos encendidos arrojados á la elevacion de muchos miles de pies, con un estampido incomparablemente

mayor que el del trueno; y habiendo medido el tiempo que tardaba en llegar á la tierra desde el punto de su mayor elevacion, halló que empleaban en el descenso veintiun segundos, y siendo los espacios como los cuadrados de los tiempos habian recorrido mas de siete mil pies. Mr. Bridone vió sobre el Etna algunos peñascos de increíble magnitud, que habian sido lanzados fuera del cráter. El mayor que ha vomitado el Vesubio, dice, es de forma redonda y tiene de diámetro cerca de doce pies. Los que arroja el Vesubio son mucho mas considerables y proporcionados á la diferencia que se halla entre los dos volcanes. Las piedras y rocas enormes que ha vomitado el Etna son ya tan numerosas, que al rededor de dicho volcan se ven muchas montañas considerables que han sido formadas de ellas. Algunas de éstas tienen siete ú ocho millas de circuito y mas de mil pies de elevacion perpendicular. Tal vez podria determinarse la edad del Etna y el número de sus erupciones por el de estas montañas, las cuales todas sin excepcion son de figura regular, hemisférica y cónica.

La duracion de las erupciones volcánicas es algunas veces muy considerable: la grande que hizo el Etna en 1669 duró muchos meses y arruinó una grande parte de la ciudad de Catania, cuyos restos acabó de destruir enteramente el

espantoso terremoto de 1693. Y tambien hay volcanes que están en continua actividad: duracion que no puede concebirse si no se admite el fluido eléctrico como causa de estos fenómenos. Para no buscar muy lejos egemplos que prueben esta verdad nos limitaremos á citar el volcan de Strómboli, una de las islas de Lipari, que está siempre en agitacion y que despues de un intervalo corto y arreglado, hace esplosiones y arroja á larga distancia piedras encendidas. El caballero Dolomieu en su *Viage á las islas de Lipari* confirma la realidad de estos fenómenos, y asegura que habiéndose aproximado á la isla de Strómboli, tuvo el placer de gozar durante toda la noche del espectáculo de su inflamacion intermitente, y vió al volcan arrojar por intervalos arreglados de siete ú ocho minutos y algunas veces de solo dos ó tres, piedras encendidas que se elevaban á mas de cien pies: ¿cómo pues concebir que unas materias inflamables fuesen la causa de estas erupciones eternas, si así puede decirse? Esto es de todo punto imposible, porque en tal caso ya estaria el volcan agotado: solo el fluido eléctrico puede producir efectos de tan larga duracion.

La admirable celeridad con que las entrañas de la tierra son conmovidas en una estension inmensa, ó mas bien la instantaneidad de los movimientos que se han observado muchas veces en

parages muy distantes durante la mayor parte de los terremotos, es otra prueba evidente de la verdad que dejamos inculcada; esto es, que todas las diferentes causas á que se ha atribuido hasta el presente la electricidad, son absolutamente suficientes para producir este fenómeno. Mas los límites de esta obra no me permiten dar á esta prueba y á las siguientes toda la estension de que son susceptibles, como lo he hecho con la que acabo de explicar. Y á la verdad, ¿cómo puede concebirse que los vientos subterráneos, las exhalaciones inflamables ó el agua reducida á vapores, recorran en un mismo instante con una celeridad prodigiosa grandes provincias, reinos dilatados y aun el globo entero de la tierra, como ha sucedido en muchos de los grandes terremotos de que hemos hablado, y señaladamente el que arruinó á Lisboa el 1.º de noviembre de 1755? ¿qué serie de enormes cavidades, en comunicacion unas con otras, no era necesario imaginar para que pudiesen producir tales efectos? ¿á qué profundidad tan inmensa no deberian suponerse las cavernas en donde habia de colocarse el foco de ese aire inflamable, esas exhalaciones ó vapores novelescos que se han imaginado? Aun cuando se admitiese este monstruoso tegido de absurdos, todavía era necesario explicar la propagacion instantánea de los sacudimientos que se sienten durante los ter-

remotos en parages muy distantes , fenómeno que no puede concebirse en ninguna otra causa fuera del fluido eléctrico.

Y por el contrario , ¡ con qué maravillosa facilidad no se presta éste á la trasmision rápida de dichos sacudimientos ! Este fluido cuya velocidad, como nadie ignora, es muy grande , recorre espacios considerables en un instante brevísimo , y por consecuencia es capaz de producir en el mismo tiempo choques y vaivenes terribles en puntos muy apartados. Sabido es que en algunas esperiencias que sobre este objeto se han hecho, aunque la comunicacion se haya practicado por medio de conductores de una estension de dos mil toesas, no se ha percibido ningun instante sensible entre la produccion de la electricidad y la trasmision de las chispas ó de las conmociones. Las esperiencias de que hemos hablado arriba, hechas por MMr. Nollet , Lemonier , Watson, Jallabert , &c. , eran tambien relativas á la celeridad con que se mueve el fluido eléctrico, cuando es transmitido á ciertas distancias ; y aquellos sábios no percibieron ordinariamente un cuarto de segundo entre la luz de la chispa y la conmocion. Es pues muy fácil esplicar por los principios de la electricidad la trasmision rápida de los sacudimientos, que son una de las principales circunstancias de los terremotos.

Puesto que por las esperiencias que quedan referidas, los observadores mas exactos no han podido notar ningun instante sensible entre la produccion de la electricidad y su trasmision, aun mediando un espacio considerable, ni ha sido posible advertir un cuarto de segundo; supongamos que el fluido eléctrico recorre en un quinto de segundo el intervalo de dos mil toesas, y examinemos cuál será el resultado para Europa, luego para todo el continente antiguo, y en fin para el globo entero de la tierra. La Europa tiene mil leguas de estension desde el norte al mediodía, del cabo Norte á la estremidad de la Morea; y nuevecientas de oriente á occidente, desde el extremo de la Bretaña al recodo mas oriental del Tanais, lo que da una estension media de nuevecientas cincuenta leguas, ó sean dos millones ciento sesenta y siete mil nuevecientas toesas. Suponiendo pues que el foco de un terremoto, capaz de conmover toda la Europa, se halle situado en el punto céntrico de ésta, recorrerá á un mismo tiempo todos los rayos divergentes que parten de este centro, y cuya longitud particular no escédera de cuatrocientas setenta y cinco leguas: es decir, que en un minuto y cuarenta y ocho segundos recorrerá el fluido toda la estension de la superficie de Europa, lo que es ciertamente una velocidad instantánea. Vea-

mos ahora en cuánto tiempo conmoverá el fluido eléctrico no solo la Europa, Asia y África, sino tambien los vastos mares que las circundan: esto es, un hemisferio entero de la tierra. Es claro que siendo la longitud de un semimeridiano de cuatro mil quinientas leguas, y hallándose tambien el foco que se supone en la interseccion del meridiano noventa, en corta diferencia cerca de una de las Valdivias; los rayos que partirán de este foco hácia todos los puntos de la circunferencia del referido hemisferio no tendrán sino dos mil doscientas cincuenta leguas ó cinco millones ciento treinta y cuatro mil quinientas toesas, que el fluido eléctrico recorrerá en ocho minutos y medio, y de consiguiente el globo entero en diez y siete minutos comprendiendo la superficie de todas las tierras y mares: mas como éstos ocupan cerca de los dos tercios de la superficie del globo terráqueo, las conmociones se verificarán en Europa, Asia y África en dos minutos y cincuenta segundos, y en las cuatro partes del mundo en cinco minutos y cuarenta segundos. Si se supone que las aguas solo cubren la mitad del globo, un hemisferio será conmovido en cuatro minutos y un cuarto, y los dos hemisferios en ocho minutos y medio. Si para estos cálculos hubiese hecho la hipótesis de que el fluido eléctrico recorre dos mil toesas en un octavo de segundo, ó

en un tercio en vez de un quinto, todavía hubiera resultado una celeridad mucho mayor.

Ahora pues: esta velocidad del fluido eléctrico, que le hace recorrer en dos minutos y cincuenta segundos las tres partes del mundo antiguo, y la Europa, Asia, África y América en cinco minutos y cuarenta segundos, es ciertamente muy grande y puede mirarse como instantánea con relacion á una estension tan considerable y á los observadores, que no pueden guardar una precision astronómica en el cómputo del tiempo en que suceden los terremotos; precision indispensable para asegurar una simultaneidad rigurosa en los sacudimientos de los diversos puntos conmovidos. Con el sistema pues de la electricidad puede esplicarse fácilmente la instantaneidad de los sacudimientos observados durante los terremotos en parages muy distantes entre sí; lo que es de todo punto imposible en cualquiera otra opinion.

Pero una de las pruebas mas decisivas de la verdad de nuestro sistema es lo que de ordinario sucede en la mayor parte de los terremotos; á saber, que los lugares intermedios no son conmovidos. Ocorre con frecuencia que en la misma línea sobre la cual se hallan muchos parages arruinados, se ven otros que parece han sido respetados por las espantosas conmociones que destrozan el seno de la tierra. Refiere Calístenes



que Hélice y Buris perecieron en un horrible terremoto, sin que la ciudad de Hegion experimentase ningun efecto. Séneca (1) dice que en Tebas no se sintió el menor vaiven cuando la Colchida tembló, y que cuando padeció Hegion la misma calamidad, Patra que está tan cerca, quedó enteramente preservada. En el memorable terremoto del Asia menor, que asoló en una noche doce ciudades, los campos y casi todos los parages intermedios permanecieron en su posicion natural. Durante el terremoto del mes de setiembre de 1586 la parte del Japon que se halla entre Meaco y la provincia de Sacoja fue conmovida, sin que se sintiese ningun sacudimiento en otros parages vecinos; y las islas de Gotto y la isleta de Sikubusima no los han experimentado nunca. Tambien se observó el 5 de diciembre de 1690 que durante los sacudimientos que llenaron de consternacion á la Suavia, la Turingia, el Austria, &c., hubo muchos parages que no fueron conmovidos, sin embargo de hallarse en medio y en la misma direccion de los que lo eran; en términos que de dos casas inmediatas, temblaba la una al mismo tiempo que permanecia la otra en su reposo ordinario. El 4 de noviembre de 1755 á las diez horas y media de su mañana se sintió

1 Quæst. nat. lib. 6. hácia el fin del cap. 25.

un violento terremoto en Madrid y sus cercanías, en la Andalucía y en casi toda España, excepto Cataluña. En una de las mejores obras periódicas (1) se lee que el 1.º de diciembre del año referido se experimentó en Conches en Normandía un terremoto, el cual se sintió únicamente en dos arrabales opuestos y en el centro de la ciudad, sobre cuya circunstancia Mr. Gueneau de Montbeillard, digno colaborador del Plinio frances, hace esta observacion: »La causa de propagarse los terremotos no es la comunicacion de los terrenos contiguos, pues ha sucedido muchas veces que algunos paises intermedios, ya mas bajos ya mas elevados, no han sido conmovidos.» Este fenómeno es absolutamente inesplicable en las diversas opiniones que suponen cavernas y galerías subterráneas; que atribuyen la causa de los terremotos á los vientos, á las corrientes de agua, á las exhalaciones, al aire inflamable, á la descomposicion de las piritas y al agua reducida á vapores. La imaginacion mas acalorada, aun con el auxilio de las hipótesis menos verosímiles, solo podria hacer vanos esfuerzos si pretendiese dar una esplicacion de este efecto tan ordinario en la mayor parte de los terremotos.

Nada por el contrario mas natural y sencillo

1 Diario enciclopédico. 1769.

que el concebir cómo puede esto suceder en el sistema de la electricidad. Está demostrado por las esperiencias mas incontestables que el fluido eléctrico se trasmite con la mayor facilidad por los cuerpos llamados conductores, como son el agua y los metales, y que solo produce efectos sensibles en las interrupciones, segun haremos ver muy luego; pero fuera de la cadena eléctrica no deja señal alguno de su actividad: sobre lo cual convendrá recordar los principios que se establecieron al tratar de la fusion de una hoja de espada dentro de su vaina, quedando ésta ilesa. Es sabido ademas que en el seno de la tierra existen materias conductoras diferentemente dispuestas, tales como el agua y los metales, y otras que no transmiten la electricidad: algunas se hallan dentro del círculo eléctrico, y otras están colocadas fuera de su direccion. Esto supuesto es evidente que si entre dos ciudades A y C conmovidas ó asoladas por los sacudimientos de un terremoto, se halla una tercera B edificada sobre un terreno que contiene por egemplo lechos de piritas, vetas de alguna mina ó venas metálicas, corrientes ó arroyuelos de agua, bancos y capas de arcilla, margas y otras tierras húmedas ó diversas disposiciones de este género; los dos extremos de esta parte del círculo eléctrico serán asolados, al paso que no sufrirá daño alguno el

espacio intermedio sobre el cual está construida la ciudad B. La esperiencia de la imitacion de los efectos del terremoto por la electricidad que yo suelo hacer en mi curso, lo demuestra de un modo evidente: Se colocan muchas figuras de casitas unas sobre materias idio-eléctricas y otras sobre sustancias an-eléctricas, pero unas y otras separadas entre sí por alambres ó pequeños hilos de agua: y en el momento en que se descarga una botella eléctrica, se ve que las casitas colocadas sobre las materias conductoras quedan preservadas de la conmocion al mismo tiempo que son derribadas las que se hallan sobre sustancias no-conductoras. Del mismo modo pues todas las ciudades y todos los lugares que se hallen colocados en las interrupciones del círculo eléctrico, serán conmovidas al paso que otras situadas encima de la cadena eléctrica, pero que sin embargo no forman parte de ella, serán por decirlo así respetadas. ¿Y cuánta suerte de interrupciones no se hallan en el seno de la tierra? Ya se encuentran rocas de granito, ya masas de cuarzo ó de diversos espatos, ora piedras areniscas, silices, &c.; algunas veces capas de materias bituminosas; otras, masas enormes de sal gema ó de otras especies, lechos de ocre, arena, &c.; materias que se hallan esparcidas por todas partes. Harto se deja conocer por estas reflexiones el

grave error que se comete cuando al fundar nuevas poblaciones no se examina por medio de sondas y escavaciones la naturaleza del terreno y de sus inmediaciones; especialmente en aquellos parages que se sabe por esperiencia que están espuestos á terremotos. ¿Por qué especie de fatalidad no ha de ser nunca objeto de las consideraciones de los potentados de la tierra un objeto tan precioso como la vida de los hombres?

Si los terremotos provienen de una acumulacion de fluido eléctrico, el cual propende naturalmente á derramarse con igualdad y restablecer el equilibrio que debe reinar entre la tierra y la atmósfera; es de observar que los sacudimientos que este terrible metéoro ocasiona son casi siempre precedidos de un trastorno sensible por grandes efectos, como lluvias, inundaciones, nieves, granizos, vientos, tempestades y tormentas considerables: esto es lo que de ordinario se observa y lo que nos descubre al mismo tiempo el origen de los terremotos. Un corto número de observaciones hechas en diferentes siglos y tomadas al acaso, pondrán fuera de duda esta verdad: que casi todos los terremotos han sido precedidos, acompañados ó seguidos de otros diversos metéoros áereos, áqueos é ígneos. Los violentos terremotos que durante el año 822 destruyeron los mayores edificios en diferentes parages del impe-

rio , fueron acompañados de furiosas tempestades. Siete años despues se sintió en Suiza uno, al que siguieron grandes vientos. En 968 ocurrió otro en el imperio de oriente , y al mismo tiempo destruyeron los vientos todas las cosechas , lo que fue causa de grandes hambres. El año 1458 fue notable por los vientos impetuosos y los terremotos. Todo el año 1533 fue tempestuoso en la Suiza , en donde se sintieron al mismo tiempo grandes terremotos. El 22 de octubre del año siguiente volvió á sentirse en Zurich un violento terremoto , acompañado de un espantoso huracan , y lo mismo sucedió en 1607 , época en que en toda Europa se sintieron diferentes terremotos , y se padecieron muchas tempestades. El famoso terremoto del 29 de setiembre de 1426 que se sintió en toda Inglaterra entre una y dos de la mañana , fue tambien precedido de una furiosa tempestad ; duró dos horas , y sus sacudimientos fueron casi universales en todo el pais. Arequipa , ciudad grande del Perú que en 1582 , 1604 y 1725 esperimentó algunos terremotos , fue arruinada en 1600 por un fenómeno de este género , en cuya ocasion se esperimentaron terribles tempestades hasta treinta leguas de la ciudad.

Hácia la mitad del siglo xv (1449) se sintió en Florencia un terremoto , al que habian precedido muchas lluvias. Siete años despues , el 5 de di-

ciembre á las tres de la mañana , se sintió un fuerte terremoto en todo el reino de Nápoles, en donde fueron asolados muchos pueblos: cuyo terrible fenómeno habia sido anunciado por dos meses de lluvias sin ningun viento, y fue seguido de inundaciones. Á principios de abril de 1556 se experimentaron muchos terremotos en la provincia de Chansi, y al mismo tiempo hubo vientos, lluvias y truenos terribles. Á principios del siglo xviii (1702), el 18 de octubre, se sintió en Roma y en Norcia un terremoto, al que siguieron lluvias continuadas por espacio de cuatro meses. El terremoto que se experimentó en Neufchatel en 10 de diciembre de 1652 fue inmediatamente seguido de gran cantidad de nieve. Despues del que se sintió en Glaris en 1673 hubo tambien una gran nevada. El 24 de julio de 1680 se sintió en Suiza un terremoto, al que siguieron tempestades, lluvias y pedriscos extraordinarios, de que resultaron grandes inundaciones. El 14 de mayo de 1569 se sintió cerca de Lovaina un terremoto, en pos del cual sobrevino una violenta tempestad. El 26, 27 y 28 de abril de 1755 se experimentaron en Quito grandes vaivenes, y la ciudad quedó enteramente arruinada el 28: cuyo terremoto fue acompañado de una violenta tempestad y de lluvia continua.

Pero una de las tempestades, en que por de-

cirlo así se ve reunido el furor desenfrenado de todos los elementos, vientos, lluvia, truenos, mar embravecido, &c., es la que se experimentó en 1343 en toda la costa del mediterráneo y principalmente en Nápoles, como lo contestan Juan Villani, Justiniani, Sabélico y otros muchos autores coetáneos. Petrarca que se hallaba entonces en Nápoles hizo de ella una descripción muy natural, cuya lectura horroriza. Puede verse en este autor, ó en las *Memorias para la vida de Francisco Petrarca* (1), y entre tanto citaré solo las palabras siguientes: »En vano sería querer pintar el horror de aquella noche, en que parecía que todos los elementos se habian desencadenado; porque no hay imágen que pueda representar el pavoroso estruendo que producía la reunion de los vientos, los truenos y la lluvia, los espantosos bramidos del mar y las oscilaciones interiores de la tierra.» Ese trastorno general de la atmósfera que precede, acompaña ó sigue á los terremotos, ese rompimiento del equilibrio, manifiesta que existe una causa poderosa que destruye el órden natural de las cosas: y muy en breve probaremos que la causa inmediata de los terremotos es el rompimiento del equilibrio que

1 Tom. 2. pág. 165.



debe reinar entre el fluido eléctrico contenido en el seno de la tierra y el que llena la atmósfera. Esta alteracion debe necesariamente producir efectos sensibles en el aire, y los diversos metéoros que acompañan á los terremotos son unas pruebas, que si así puede decirse hacen tocar á todos los sentidos la existencia de esta verdad fundamental, y demuestran por consecuencia que esos sacudimientos espantosos que parece conmueven hasta los últimos cimientos de la tierra, son fenómenos producidos por la electricidad. Muchas veces durante los terremotos, se perciben en el aire, ó se ven elevar de la tierra, algunos globos de fuego, relámpagos y rayos espantosos: cuyos diversos metéoros son indudablemente fuegos eléctricos, y manifiestan que la causa de estos fenómenos es la misma que la de los terremotos. En uno que se experimentó en Roma cuatrocientos sesenta años antes de la era cristiana, apareció el cielo todo encendido en fuego. Calístenes dice que entre los muchos prodigios que anunciaron la pérdida y ruina de las ciudades de Hélice y Buris, hubo dos que llamaron particularmente la atención; á saber, una grande columna de fuego y el terremoto de Delos: *Inter multa prodigia quibus denunciata est duarum urbium Hélices et Buris eversio, fuere maximè notabilia, columna ignis immensi, et De-*

*los agitata* (1). Según Plinio durante un terremoto que se sintió el día de la batalla de Trasimeno, se vió cubierto de llamas el lago de este nombre. Plinio el jóven en la segunda carta á Tácito sobre la muerte de su tío (2) dice que se vió precisado á salir de Misena por causa de los fuertes sacudimientos del terremoto que en dicha ciudad se sentia. »Seguíanos á tropas el aterrado pueblo.... Presentóse al frente una nube negra y horrorosa, de la que se lanzaban serpenteando mil dardos de fuego, y rasgándose de pronto empezó á despedir largos cohetes semejantes á los relámpagos, pero mucho mayores.»

El famoso terremoto que en el año 18 del imperio de Trajano arruinó á Antioquía y sus alrededores, estendiéndose á casi todo el oriente, fue precedido de una furiosa tempestad de truenos y relámpagos que producian un calor escesivo. El año 11 del imperio de Commodo, despues de un terremoto cayó de repente fuego sobre el templo de la Paz de Roma y le consumió, como tambien el de las Vestales y el palacio, á cuyos edificios se comunicó sin haber sido posible apagarle (3). Esta admirable actividad manifiesta que

1 Séneca: Quæst. nat. lib. 6. cap. 26.

2 Carta 20 del lib. 6.

3 Herodian, Historiar. lib. 2.

este fuego es de la misma naturaleza que el del rayo, que tantas veces ha producido fenómenos de este género. El año 363 al mismo tiempo que se sentían en Jerusalem los vaivenes de un terremoto, se vió en el aire un globo de fuego. El fin del iv siglo de nuestra era fue memorable por cinco terremotos, durante los cuales se vió el cielo encendido, y ocho años despues en igual ocasion se observó una lluvia de fuego. Cerca del año 1000 hubo un gran terremoto acompañado de metéoros, lo que tambien se observó el año siguiente en el que arruinó algunas casas de Suiza, como igualmente veinte años despues, cuando uno de estos fenómenos hizo grandes estragos en la ciudad de Basilea y en todo el canton. En 1385 se sintieron en Inglaterra dos terremotos, el segundo de los cuales fue precedido de muchos rayos y relámpagos. El 28 de enero de 1538 se sintió en todo el canton de Basilea un terremoto acompañado de metéoros ígneos; y lo mismo sucedió en el pais de Vaud el 25 de agosto de 1618.

En 1693 un terremoto de los mas violentos asoló la Sicilia en toda su estension. El primer sacudimiento se esperimentó el 9 de enero; el segundo, que se sintió dos dias despues, fue espantoso y comun á toda la Sicilia, habiendo quedado arruinados Palermo, Mesina, Paterno, Catania, Lantini, Agosta, Siracusa y un sinnú-

mero de aldeas y lugares. En Mesina se vinieron abajo el teatro público, el palacio real, el del obispo y el seminario, sin dejar en su lugar mas que un monton de piedras. La ruina de las iglesias, conventos y casas principales habian cubierto de escombros la ciudad entera, que segun el historiador semejaba á un bosque cuyos árboles, despojados de su verde pompa, han caido bajo la segur del leñador (1). Sin embargo, en Mesina pereció poca gente; pero Catania perdió veintitres mil personas, Caltagirone mil, &c.: y aun fue mas deplorable la suerte de la ciudad de Agosta, porque habiendo prendido en un almacén de pólvora el fuego que salia del interior de la tierra, saltaron con las esplosiones todos los edificios contiguos, cuyas piedras aplastaban al caer á los desventurados habitantes, que habiendo escapado de las ruinas buscaban en la fuga su seguridad; y perecieron mas de tres mil. El 1.º

1 El mismo año del acontecimiento el padre Alejandro Burgos, religioso francisco, y despues obispo de Catania, escribió en italiano una relacion sobre este objeto, que se imprimió en Palermo y en Nápoles en 1693, y fue reimpressa en el *Museo* de Silvio Boccone en 1697. Despues se publicó de nuevo traducida al latin por Sigerre y Havercamp en el tom. 10. part. 9 del *Tesoro de Grevio y de Burman*, Leyden 1723. = (*Resúmen histórico de los principales terremotos ocurridos en Sicilia por el abate de Saint-L.*)

de octubre de 1726 hubo un terremoto en Palermo, antes del cual y á tiempo en que no se veía nube alguna, ni reinaban vientos fuertes, se oyó por espacio de un cuarto de hora un ruido espantoso; y tras esto se vieron salir de la tierra dos columnas de fuego que se precipitaron en el mar. Este terremoto duró cinco ó seis minutos, y arruinó la cuarta parte de las casas de la ciudad, con muerte de mas de mil quinientas personas.

Diremos en fin por no molestar, que cien años adelante, despues del terremoto que se sintió en Fayal, una de las islas Azores, el 1.º de febrero, se advirtió una erupcion de llamas que duró algun tiempo; y el 13 de mayo de 1682 se experimentó en Remiremont sobre el Mosela un violento terremoto acompañado de erupciones de llamas que no tenían al parecer otra salida que una abertura, cuya profundidad se quiso en vano reconocer, pues que se volvió á cerrar ella misma. Las llamas, que eran mas abundantes en los parages en que habia plantas, no quemaron nada: circunstancia que indica bien claramente que eran de fuego eléctrico, el cual no inflama ciertas materias como el papel, pluma, crin, &c.; porque sabido es que el fuego ordinario, por muy débil que sea, consume todas estas materias, ó cuando menos deja en ellas señales de su activi-

dad. Por último, durante los primeros días y señaladamente el 7 de junio de 1779 se experimentaron en Bolonia muchos y violentos vaivenes, y el mismo día »hallándose muchas personas á la puerta de la ciudad sobre la *Montagnola*, descubrieron sobre el monte *di San-Michael in Bosco* muchos globos luminosos que se elevaban con fuerza de la tierra, y que á causa de su gran número presentaban el aspecto de una lluvia de fuego." Esta observacion del conde de Chabot se halla en el diario de física (1).

Los fuegos que acompañan muchas veces á los terremotos, ora aparezcan en el aire, ora salgan de las entrañas de la tierra, deben estallar con un estrépito y esplosion propios del fluido eléctrico, cuando hallándose acumulado en un lugar se lanza sobre otro en donde no está tan condensado: en el tránsito se hace visible por la cantidad de su materia, y dividiendo el aire con gran fuerza y celeridad, produce un estallido proporcionado á su acumulacion. Lo que nos manifiesta el fluido eléctrico acumulado en el conductor, cuyas chispas pueden salir libremente ó bien excitadas por la aproximacion de un cuerpo aneléctrico no electrizado; lo que vemos en el cuadro mágico, ó en la botella de Leyden cargada

1 Diario de física, setiembre de 1779. pág. 198.

con escaso, se verifica igualmente en los terremotos acompañados de fuegos celestes ó terrestres, de globos de fuego ó de otros metéoros ígneos: en todos estos casos se oyen esplosiones, detonaciones, estallidos y zumbidos propios del fluido eléctrico que se desprende de los cuerpos muy electrizados.

Todas las observaciones que se han hecho hasta el dia confirman esta verdad. »Bajo el reinado de César Galieno se sintieron en Italia muchos terremotos, oíanse truenos y bramidos espantosos en las entrañas de la tierra, y abriéndose ésta por diferentes puntos se tragó muchas personas.» En 1638 fue la Calabria afligida por muchos terremotos: y el padre Kirker, testigo ocular, refiere (1) que »dichos fenómenos eran siempre precedidos y como anunciados por unos ruidos subterráneos semejantes al estampido de muchos cañones, que llenaban el alma de pavor; y que las sacudidas fueron tan violentas que nadie podia tenerse en pie, pues la tierra enfurecida lanzaba de sí cuanto habia sobre ella.» Añade Kirker que habiendo él y sus compañeros dirigido la vista hácia la ciudad de Santa Eufemia, de donde solo distaban tres millas, la vieron cubierta de un espeso nublado, despues de lo cual ya no hallaron mas

1 Mundus subterraneos, lib. 4. sect. 2. cap. 10.

que un lago en lugar de la desgraciada ciudad, que habia sido tragada. El 25 de enero de 1679 entre dos y tres de la madrugada hubo en el canton de Glaris un terremoto precedido, acompañado y seguido de un ruido subterráneo. El 2 de febrero de 1703 se experimentó el mismo fenómeno en toda Italia; y en Roma y el Abruzo citerior, en donde principalmente se sintió, se oyeron despues de los vaivenes algunas esplosiones como *pistoletazos* (1). El 19 de marzo de 1750 á las cinco y cuarenta minutos de la tarde se sintió en Lóndres un terremoto acompañado de un ruido sordo, que terminó por un estampido semejante al de un cañon de menor calibre. Habíase visto antes una gran nube negra que despedia relámpagos continuos y confusos, los cuales cesaron un minuto ó dos antes de los vaivenes que duraron tres ó cuatro segundos; y tambien por aquellos dias se habian observado algunos vapores rojizos y un arco iris del mismo color que caminaban de oeste á este, que fue la direccion que siguió el terremoto (2). Inútil me parece referir mas hechos relativos á este objeto, porque nadie duda que en los terremotos se

1 Coleccion académica. tom. 6. parte estrangera. página 596.

2 Idem.



notan de ordinario explosiones , estrépitos y bramidos subterráneos ; pero creo oportuno decir que esta suerte de ruidos , á que se da con la mayor propiedad el nombre de bramidos , se semejan mucho al estallido que hace una grande chispa eléctrica cuando se desprende de un gran conductor muy electrizado : antes de abrirse paso produce un chisporroteo particular , sobre todo cuando se presenta al conductor un cuerpo no electrizado á mayor distancia de la que se necesita para la explosion ; mas si este cuerpo se coloca á distancia proporcionada , se observa un estallido penetrante parecido á un tiro de pistola. Basta fijar la atencion en este fenómeno para conocer que el zumbido eléctrico debe considerarse como igual á la explosion ó bramido que acompaña á los terremotos ; no por la intensidad del ruido , sino tan solo con relacion á su especie.

Ademas de estos bramidos y explosiones eléctricas , se oyen tambien algunos estallidos semejantes al trueno , pero que parece nacen del seno de la tierra : y de ahí es que todos los autores , tanto antiguos como modernos , convienen en llamarlos truenos subterráneos. »Plinio no vacila en comparar los terremotos á los truenos ordinarios ; y con arreglo á esta feliz conjetura , dice el señor abate Paulian , puede dividirse el trueno

en celeste y terrestre.” El terremoto de Lisboa fue en cierto modo anunciado por un ruido semejante al del trueno; y el mismo fenómeno se ha observado en otros muchos ocurridos en diversas épocas y países.

En todos los fenómenos de electricidad debe tenerse en gran consideracion la repulsion eléctrica: electrícese un conductor cualquiera cubierto de cuerpos ligeros, como plumas, pedacitos de oro batido, &c., ó salpicado de cualquier clase de polvo, y al momento se verá que estos cuerpecillos se lanzan en el aire ó son repelidos por el conductor electrizado: experiencia muy conocida y de las mas constantes. Ahora pues: si cuando ocurre un terremoto está electrizado el globo de la tierra, los cuerpos que cubren su superficie deben asimismo electrizarse y por consecuencia ser repelidos: con efecto, esto es lo que nos enseñan unas observaciones tan multiplicadas como seguras; y bastará para probarlo un corto número de hechos tomados al acaso. El 17 de noviembre de 1570 á las once y cuarenta y cinco minutos se experimentó en Ferrara un terremoto, durante el cual por la abertura de una caverna fue arrojada á larga distancia una gran porcion de arena. En el violento terremoto que se sintió á principios de 1571 en toda la Alsacia, el canton de Basilea, &c., se levantó con violen-

cia una granizada de piedras y tierra, y cubrió las campiñas vecinas. El 9 de diciembre de 1727 se sintió un terremoto en la Nueva-Inglaterra, en cuya ocasión en Neuburg, á cuarenta leguas nordeste de Boston, se abrió la tierra y vomitó una gran porción de arena y cenizas. Durante los primeros días de abril de 1556 se sintieron muchos terremotos en la provincia de Chanzi, y en el día 3 salieron del seno de la tierra torrentes de agua, que inundaron y sumergieron sesenta leguas de país; siendo el riesgo tan grande que el emperador huyó de Pequin y se refugió en Nankin. Un fenómeno análogo al precedente sucedió á fines del año 1179, en el cual tembló la tierra con gran violencia en Ocsenhall cerca de Artington en Inglaterra, y se vió levantarse el terreno á una altura extraordinaria durante todo el día; tras lo cual se hundió de golpe con un ruido espantoso, y dejó una caverna profunda á que se dió el nombre de las *calderas del infierno*. El terremoto que se sintió en la Pulla el 30 de junio de 1626 fue notable por muchos estragos horrorosos: la ciudad de San Severino fue arruinada con muerte de casi todos sus habitantes, y otros muchos lugares quedaron devastados, abriéronse muchas simas, se secaron varios lagos, partiéronse algunos montes, quedaron arrasados muchos bosques, y se vieron salir con violencia

de los pozos *algunas columnas de agua*. Cinco años despues de este funesto acontecimiento, en el terremoto que precedió á la grande erupcion del Vesubio, se retiró el mar en algunos puntos, y en otros subieron sus olas á una grande elevacion. En fin, en muchos terremotos se han visto subir del fondo del mar islas enteras, como ya anteriormente se ha probado.

Todos estos efectos, producidos indudablemente por la repulsion eléctrica, ¿no manifiestan de un modo evidente que los terremotos son fenómenos eléctricos; que hallándose fuertemente impregnadas de electricidad algunas porciones de la tierra, todos los cuerpos, ligeros ó movibles son arrojados ó repelidos fuera de su superficie, y que las partes cuya adherencia á la masa total es sobrado grande para poder ser destruida, no sufrirán ninguna repulsion, á menos que no se aumente la fuerza respectiva de la electricidad? Una esperiencia harto fácil de repetir acabará de poner en claro lo que acaba de establecerse: tómese una bola metálica del diámetro que se quiera, y despues de aislarla y esparcir sobre su superficie muchos cuerpos ligeros de diferente espesor y volúmen, electricese por medio de una pequeña máquina: en este caso se verá que algunos de los diferentes cuerpecillos serán repelidos y se volarán por decirlo así, al

mismo tiempo que los mayores permanecerán inmóviles sobre la superficie de la bola. Si se emplean sucesivamente máquinas eléctricas mas fuertes, se observará que los cuerpos que antes permanecian inmóviles, serán arrojados ó repelidos lo mismo que los primeros, y lo propio sucederá si en lugar de mudar de máquina se aumenta sucesivamente su virtud; pero yo para hacer mas comprensible este experimento, me he valido siempre del primer medio. Se ve pues que los efectos de la repulsion son proporcionales á la energia del fluido eléctrico; y aunque las pruebas que acaban de darse son suficientes, no puedo negarme al gusto de referir una esperiencia muy decisiva en corroboracion de esta verdad.

Otra de las tentativas eléctricas que hizo Mr. de Jallabert para la curacion del paralítico de Ginebra, fue emplear agua hirviendo en la redoma destinada á producir la conmocion, en cuyo caso dice que »antes de aproximar la mano á la vasija se vieron ya algunas ráfagas de luz muy vivas, las que se aumentaron y adquirieron gran brillo al aplicar la mano; y en el momento en que la persona que le tocaba con la una, sacó con la otra una chispa de la barra, el fuego de que se llenó la vasija adquirió de repente un esplendor inesplicable. La conmocion fue prodigiosa, y en el mismo instante saltó de la vasija un pedazo

redondo de dos líneas y media de diámetro y fue arrojado contra la pared que se hallaba á la distancia de cinco pies; siendo lo mas particular que dicho pedazo saltó sin dejar ninguna hendidura en la vasija (1).”

He aquí uno de los mas poderosos efectos de la repulsion producido por la electricidad artificial. »Habiéndose repetido esta esperiencia, dice el autor citado, fue tal el efecto que saltaron diferentes redomas.” Cuando se recargan en demasía las baterías eléctricas, es muy frecuente encontrar muchas botellas quebradas por efecto de la repulsion que reina entre las diferentes partes electrizadas; y esto mismo es lo que sucede á la tierra en algunos grandes terremotos, durante los cuales el globo entero ó muchas de sus partes contiene un exceso de fluido eléctrico, que tratando por decirlo así de escaparse de la prision, quebranta sus cadenas, salva cuantos obstáculos encuentra, y arroja á larga distancia lluvias de arena, cenizas, piedras, agua y otros muchos objetos, cuya adherencia ó gravedad no basta para resistir á su virtud repulsiva.

Ni han dejado de observarse en diferentes terremotos, atracciones eléctricas, conmociones y otros efectos propios de la misma causa. La de-

1 Esperiencias sobre la electricidad. pág. 128.

masiada estension que lleva ya este capitulo no nos permite referir todos los hechos; pero indicaremos sin embargo algunos. En Tulette cerca de Montelimart se observaron signos de electricidad durante un terremoto ocurrido el 23 de enero de 1773. Serian las cuatro de la tarde cuando MMr. de Faujas y el cura de dicho lugar oyeron un ruido extraordinario muy parecido al que producirian muchos carruages corriendo á la vez con violencia sobre un empedrado. La semejanza de dicho ruido con el del trueno, les recordó la idea de los terremotos que poco despues se sintieron. »Nos confirmamos muy pronto en esta opinion al advertir que una rastra de salchichones que estaban suspendidos de unos hilos á un palo que atravesaba la chimenea, se agitaba extraordinariamente, y poco tiempo despues sentimos unas violentas conmociones causadas por tres sacudimientos diferentes muy fuertes y espantosos; de manera que el pueblo todo se sobresaltó, y sus despavoridos habitantes se apresuraron á salir de sus casas.... Dicho movimiento (el de los salchichones) que tenia el carácter mas decidido de electricidad, precedió por lo menos cuatro segundos al terremoto y se manifestó al mismo tiempo que el ruido; pero lo que mas me inclinó á considerarle como eléctrico, fue el notar que los hilos, que eran bas-

tante largos, parecia que querian guardar su aplomo en la parte mas inmediata al palo, al mismo tiempo que un movimiento de atraccion y repulsion agitaba los salchichones de un modo en todo semejante al que se observa en los martillos ó lenguas suspendidos que se emplean en la experiencia del repique eléctrico. Habiendo cesado las conmociones del terremoto, continuó aun el movimiento de los salchichones con el mismo grado de fuerza por espacio de cuatro ó cinco segundos; y lo que hay de mas singular es que dicho movimiento no se fue minorando insensiblemente y por grados, como parecia natural, sino que cesó súbitamente y de un modo seco (si así puedo espresarme) que provenia precisamente de la electricidad (1).” En el terremoto que se sintió en Cáen el 30 de diciembre de 1776 se observaron distintamente algunos efectos de electricidad atmosférica; y en una memoria que leyó el padre Thourí á la Academia de dicha ciudad, citó cuatro personas dignas de todo crédito, que percibieron efectivamente la conmocion eléctrica durante el terremoto.

Pasaré en silencio otros muchos efectos producidos en diversos terremotos, y que provienen

1 Observaciones sobre la física é historia natural, &c. 1773.



igualmente del fluido eléctrico, tales como las variaciones de los imanes y agujas magnéticas observados en Morat en el terremoto del 9 de diciembre de 1755, en Haben-Ems en la Suavia, en Ausburgo y en diferentes puntos de Alemania; las auroras boreales que se han visto en diferentes épocas durante algunos terremotos; su influencia en la vegetacion y particularmente en las cosechas abundantes y en la reproduccion de diferentes insectos, que son mucho mas comunes despues de esta clase de metéoros: fenómenos todos que tienen la mas íntima relacion con la electricidad.

Terminaremos este artículo de pruebas dando un pequeño resúmen de él, y aplicándole á las dos opiniones que parece han adoptado ciertas personas. No es posible admitir como causa de los terremotos ninguna de las que dependen del fuego; porque los experimentos físicos mas incontestables demuestran que para que el fuego pueda subsistir aun en la materia mas inflamable, no solamente es necesario el aire, sino su renovacion. En efecto, si se coloca bajo el recipiente de la máquina neumática una bugía encendida, ó mejor aun, cualquiera cuerpo inflamable, se apaga en el momento en que se estraer el aire y se verifica el vacío. Un eslabon colocado bajo el mismo aparato no produce chispa alguna aunque

hiera con mucha fuerza la piedra; y solo dando entrada al aire se ven renacer las chispas, cuyo resplandor se aumenta á medida que se llena el recipiente. La pólvora que se deja caer en el vacío sobre un platillo de hierro encendido, ó que se espone á la acción de un buen lente ó de un espejo cóncavo, no detona y apenas se distingue en la cápsula que la contiene una pequeña llama azulada.

Y segun acredita la esperiencia, tan necesario como es el aire para producir el fuego, lo es su renovacion para conservar encendidas las materias mas inflamables. Si se ponen algunos carbonos encendidos, ó una bugía, bajo de una campana colocada por egemplo sobre una mesa, de manera que el aire no pueda circular, se apagarán muy pronto. En los hornillos mas activos se apaga el fuego mas violento luego que se cierran todos los respiraderos; y el carbon que conserva apenas un débil resto de fuego, adquiere casi al momento nuevo vigor luego que se abren las puertas del hornillo. Cuando se prendé faego á una chimenea, se apaga muy pronto sin mas que tapar la abertura superior é inferior.

Estando pues demostrado por todos los experimentos posibles, y por las leyes constantes de la naturaleza, que el fuego no puede producirse sin aire, ni subsistir sin que éste se renueve, ¿cómo

ha de concebirse que las materias inflamables que se supone hallarse á cierta distancia bajo la superficie de la tierra, puedan encenderse y continuar ardiendo por algun tiempo? La masa de tierra que pesa sobre ellas no permite que el aire favorezca el desarrollo del fuego, y mucho menos que circule libremente y se renueve. Para mayor convencimiento pruébese cuantas veces se quiera á colocar una gran porcion de azufre bajo una masa de tierra bien seca de cinco pies de espesor, y ponerla en contacto con una barra de hierro de ocho pies de longitud, cuyo extremo esté clavado en dicha tierra; dispuesto todo así, no se conseguirá nunca encender el azufre no obstante de ser una de las materias mas combustibles. Yo he hecho esta esperiencia de diferentes modos, y jamas he podido conseguirlo.

Las esperiencias que preceden manifiestan tambien que el agua reducida á vapores, como lo está en la olla de Papin y en las bombas de fuego, no puede ser la causa de los terremotos; porque ¿cuál cantidad de vapores y fuego no hubiera sido necesaria para producir aquellos temblores que conmovieron á un tiempo mismo las cuatro partes del mundo? ¿qué cavidad ó caldera tan enorme, cuántas galerías subterráneas á diversas profundidades y que se comunicasen sin interrupcion á millares de leguas, tanto por bajo

de los mares como por bajo de la tierra, no seria necesario imaginar?

El agua solo puede reducirse á vapores por la accion del fuego, y éste, como se ha probado, no puede existir en el seno de la tierra de un modo conveniente para dicha operacion; ni el aire circula allí libremente. Para que el agua se convierta en vapor como en las bombas de fuego, es absolutamente necesario que se halle en el seno de la tierra cerrada herméticamente, segun lo está en la caldera de la bomba; pues de otro modo se escaparia por cualquier salida luego que hubiese adquirido un grado de calor mucho menor que el que se requiere para reducirla á vapores, y en este caso no produciria ya efecto alguno. Cualquiera podrá ademas convencerse á poco que reflexione de que las moléculas de la tierra, que dejan entre sí infinidad de intersticios, que no tienen ninguna trabazon, ni forman una masa dura y compacta; están muy lejos de semejarse á las ollas y fuertes calderas metálicas de las bombas de fuego, y por consecuencia el agua reducida á vapores no puede considerarse como causa de los temblores de tierra. Todavía mas: aun suponiendo que existiese todo lo que acabamos de demostrar, que es imposible, nada se hubiera adelantado con ello; porque no podria esplicarse la universalidad de los terremotos en

todo el globo terráqueo, tanto en el mar como en la tierra, pues algunas gotas de agua son suficientes para condensar el vapor, destruirle y con él todos sus efectos, como lo vemos cada dia en la operacion que se hace de inyectar agua fria sobre el vapor, para que vuelva á caer el émbolo por medio de la presion de la atmósfera. Tampoco podria darse razon de la instantaneidad de los terremotos; la tranquilidad de muchas ciudades inmediatas é intermedias á las que han sido arruinadas ó conmovidas; la intensidad de la causa, que es la misma ó mayor á una distancia considerable que á una corta; los fuegos subterráneos ó los que aparecen en el aire, &c.; en una palabra, todos los fenómenos generales que se observan en los terremotos, y que tan fácilmente se esplican por los principios de la electricidad.

No lo dudemos pues: tanto los terremotos como los rayos, son el resultado de una alteracion del equilibrio que debe reinar entre la materia eléctrica de la atmósfera y la que es propia de la masa de la tierra, pues uno y otro son fenómenos eléctricos, segun queda probado. Si el fluido eléctrico está esparcido con igualdad en la atmósfera y en el globo de la tierra, en este caso no hay terremoto; pero si este fluido maravilloso se halla en la tierra con exceso, lo que puede suceder por mil causas distintas, entonces, por

efecto de las leyes del equilibrio propio á todos los fluidos, propende á dirigirse hácia el parage en donde hay menos, es decir, á escaparse del globo de la tierra hácia la atmósfera. Si el equilibrio puede restablecerse con alguna facilidad, no habrá mas que un simple rayo ascendente; pero si se le oponen obstáculos considerables y numerosos se verificará un temblor de tierra, cuya fuerza y estension serán proporcionadas á la alteracion del equilibrio, á la profundidad del foco, á los obstáculos que hayan tenido que vencerse, y á otras circunstancias de este género. En donde existan ó puedan formarse algunos respiraderos, resultará un volcan, y en este caso las diversas materias que se hallan en el seno de la tierra, fundidas ó alteradas por el fuego eléctrico y arrojadas del foco por la repulsion, saldrán por dicha boca y serán lanzadas á larga distancia con una velocidad ó abundancia relativas á la fuerza primordial, y á las causas secundarias que obren sobre ellas. Mas si no hay abertura alguna formada, si no puede abrirse fácilmente ningun respiradero, entonces el fluido eléctrico se estiende al traves de los conductores subterráneos que halla, adquiere mayor fuerza á medida que abraza mas estension (como anteriormente se ha probado con presencia de los esperimentos de MMr. Lemonier y Volta), salva los pequeños in-

tervalos que separan la serie de las diversas materias conductores contenidas en el seno de la tierra, y cuando el largo espacio que ha recorrido le ha dado nueva energía, y una fuerza mayor que la que tenia en su origen; entonces conmueve y levanta la masa de la tierra que no ha podido penetrar, destruye los pueblos que halla á su paso, y sepulta bajo sus ruinas millones de habitantes. De manera que los temblores de tierra, que segun hemos probado son efectos de la electricidad subterránea, dependen inmediatamente de haberse acumulado en la tierra una porcion escesiva de fluido eléctrico, el cual hace esfuerzos para restablecer el equilibrio y derramarse con igualdad por la atmósfera.

Todos los que conocen los verdaderos principios de las ciencias, saben que esta suerte de alteraciones y restablecimientos del equilibrio se verifican en diversos fluidos; y por lo mismo aunque podria citar muchos egemplos, bastará uno solo para que todos puedan entenderme. En cierto tiempo del año es muy comun el hallar escarcha sobre los cristales de las ventanas, unas veces hácia la parte exterior y otras á la interior. En el primer caso es el frio mayor en lo interior de los aposentos que en la atmósfera, lo que se conoce por medio del termómetro; y entonces el exceso de calórico pasa del aire á las habitaciones, y

deja sobre los cristales los vapores de que se halla cargado el aire. En la segunda suposicion sucede todo lo contrario : el calórico se escapa del interior de las habitaciones á la atmósfera que está mas fria , y deja sobre la superficie interior de los cristales las partículas acuosas que contiene el aire de los aposentos ; las cuales en uno y otro caso se yelan inmediatamente por razon de la temperatura que reina. Si el frio no es tanto que pueda convertir en yelo dichos vapores , se les verá algun tiempo bajo la forma de gotas de agua, y se percibirá muy distintamente cierta humedad sobre la una ó la otra superficie de los cristales, segun que el frio de la atmósfera sea mayor ó menor que el del interior de las habitaciones: fenómeno que no se verificará jamas si no hubiese un exceso de fuego elemental acumulado en un punto, y dotado de una tendencia natural á restablecer el equilibrio alterado y derramarse con igualdad por toda la estension posible.

Los conocimientos que acabamos de adquirir, y los horrorosos estragos que desde los primeros tiempos hasta nuestros dias han causado los terremotos y volcanes en toda la estension de nuestro globo, deben naturalmente inspirarnos el deseo y la noble osadía de buscar medios eficaces para ponernos á cubierto de sus funestos efectos ; y mejor aun , para precaverlos. Despues de haber-



me ocupado largo tiempo en este objeto, creo por fin haber hallado el deseado preservativo; y habiendo comunicado mi proyecto á muchos sábios, no solo le han aprobado, sino que me han instado á que publicase las ideas que sobre el particular tengo formadas, las cuales no son otra cosa que una consecuencia de los principios que acaban de establecerse.

## CAPÍTULO CUARTO.

*De los para-terremotos y para-volcanes.*

SIENDO constante que la causa de los terremotos y del rayo es la electricidad que reina en la tierra ó en la atmósfera, y habiéndose probado la posibilidad de libertarnos del segundo, es evidente que podremos tambien preservarnos de los primeros: esta consecuencia debe parecer inevitable aun al menos reflexivo; y las pruebas que hasta aquí se han dado, sobrepujan sin duda de mucho á las preocupaciones del vulgo. Si antes del año 1752, época brillante y memorable para siempre en la historia de las ciencias, hubiera anunciado algun físico que era posible apoderarse del rayo, hacerle descender segun se quisiera, señalarle camino y forzarle á seguir las diversas direcciones que se le indicasen, y que los conductores establecidos sobre las casas eran verdaderos para-rayos; se hubiera levantado contra él un grito universal, pues aun despues de la feliz experiencia de Marly-la-Ville hubo algunos físicos, célebres por otra parte, que trataron de deprimir el mérito de este descubrimiento, empleando las armas del chiste y del ridículo en un objeto que tan poco se presta á este intento. Sin

embargo, triunfó la verdad; y la mayor parte de las naciones y de los gobiernos adoptaron los para-rayos, dándoles con ello una especie de sancion.

Los para-terremotos y para-volcanes que yo he propuesto de muy reciente, merced á los nuevos descubrimientos y á la estension de las luces que se han difundido por casi todas las clases de la sociedad, no han sufrido los mismos obstáculos. Esta feliz diferencia consistirá tal vez en que el ejemplo de lo pasado ha producido mayor circunspeccion, ó mas bien en que como este medio se halla necesariamente enlazado con algunas verdades que la esperiencia ha demostrado, fuera una contradiccion muy chocante admitir aquellas y no abrazar tambien la que afortunadamente he descubierto. En efecto, muchos sábios y sociedades literarias han adoptado ya la idea de los para-terremotos y para-volcanes: el rey de España mismo en la carta que me escribió el 21 de setiembre de este año, colma de elogios demasiado lisonjeros para repetirlos, la memoria sobre este objeto que tuve el honor de presentarle.

Las personas que no se hallen versadas en los grandes principios de la física moderna, y en las que obren con mas fuerza las preocupaciones vulgares, deberian siquiera reflexionar que casi todos los conocimientos mas seguros fueron por

largo tiempo considerados como paradojas; que las verdades mejor demostradas, asombran todavía al pueblo, al que cuesta mucho trabajo el persuadirse por ejemplo que nuestros astrónomos colocados sobre la tierra á una distancia de mas de trescientos millones de leguas de Saturno, puedan sin embargo medir la distancia de este planeta á nuestro globo, trazar su curva y calcular sus diversos movimientos; que puedan anunciar con la mayor seguridad y admirable precision los eclipses de sol y de luna que sucederán en cien mil años, y aun en toda la sucesion de los siglos; que los geómetras lleguen á conocer la densidad de los planetas, sus masas, los efectos recíprocos de su respectiva gravitacion, y pesar con Newton en el sentido mas riguroso los cuerpos planetarios que conocemos; que los físicos puedan reducir el aire á un volúmen mil quinientas cincuenta y una veces menor, en términos de pesar dos veces mas que el agua; que consigan enrarecer el aire hasta el punto de llenar un espacio cuatro mil veces mayor que el que antes ocupaba; que de una pulgada cúbica de guisantes se saquen por destilacion trescientas noventa y seis de aire; que una pulgada cúbica de tártaro contenga quinientas cuatro; y que una piedra de vegiga humana de tres cuartos cúbicos de pulgada, y peso de doscientos treinta granos, haya

producido quinientas diez y seis pulgadas cúbicas de aire ; que podemos dilatar una pequeña partícula de agua reducida á vapor , hasta el extremo de hacerla adquirir un volúmen de cuarenta y seis mil millones seiscientas cincuenta y seis mil veces mayor ; que con una chispa eléctrica , que no puede encender una paja ó un pedazo de yesca , se logre sin embargo derretir y aun calcinar los metales , y producir mil efectos no menos sorprendentes que incontestables, cuyo pormenor seria aquí demasiado prolijo.

Y estas verdades tan propias para llenarnos de asombro , ¿son por ventura mas fáciles de creer que las que demuestran que por medio de los conductores se puede encadenar el rayo , domar el trueno y dominar ese fluido destructor , que tantas veces ha talado la superficie de la tierra y destrozado sus entrañas? Estando en el dia demostrado que el rayo es un efecto del fluido eléctrico , que las puntas pueden atraerle y los conductores trasmitirle á nuestra voluntad á la masa de la tierra ó á la del aire , ¿habrá de sorprendernos el que sea tambien posible prevenirnos contra los terremotos y los volcanes , cuya causa es el propio fluido eléctrico?

Los antiguos , menos ilustrados pero mas audaces que nosotros , se atrevieron á buscar medios para preservarse de los terremotos como ve-

remos muy luego; y con mayores conocimientos ¿seríamos nosotros menos osados? Hace muy pocos años que una nueva ciencia, la ciencia de la electricidad, parece haber salido de la nada: los descubrimientos mas brillantes y al mismo tiempo mas asombrosos, coronaron los trabajos de los físicos; este fluido admirable que llamamos friamente fluido eléctrico, tiene la mayor relacion con todos los metéoros y en particular con el rayo, los terremotos y los volcanes; es su principio productor, y parece ser el alma universal de la naturaleza; se halla en nuestras manos, y como si estuviese sometido á nuestras órdenes las ejecuta con la mayor docilidad. ¿Cómo pues con tantas ventajas somos mas tímidos que los antiguos! *Veniet tempus quo posteri tam aperta nescisse mirentur* (1).

En todas materias, conocida la causa de un mal, es fácil remediarle. Para conseguir pues el poner un pais á cubierto de los terribles estragos que con tanta frecuencia producen los terremotos, es necesario recordar que este fenómeno proviene de la electricidad; que la materia eléctrica se comunica con mucha facilidad á todos los cuerpos conductores, entre los cuales son los mejores los metales; y que las puntas metálicas

1 Séneca: Quæst. nat. lib. 7. cap. 25.

atraen desde lejos la materia eléctrica , segun está demostrado con las esperiencias mas decisivas. Estos son otros tantos principios ciertos que no deben perderse de vista en la construccion del para-terremotos y para-volcanes ; esto es, del aparato propio para evitar los terremotos y volcanes.

Para atraer de la mayor distancia posible la materia fulminante acumulada en el seno de nuestro globo , es necesario clavar en la tierra á la mayor profundidad que sea posible unas grandes barras de hierro , cuyos dos extremos , esto es , el que se halla enterrado y el que sale sobre la superficie, estén armados de muchos verticilos ó puntas divergentes muy agudas. Los verticilos inferiores clavados en la tierra , semejantes á los que he propuesto al hablar del para-rayos ascendente , servirán para atraer el fluido eléctrico superabundante en el seno de la tierra ; el cual será trasmitido por toda la longitud de dicha sustancia metálica , y descargará en seguida en la atmósfera , bajo la forma de penachos , por las puntas ó verticilos superiores. El extremo inferior de las barras referidas debe dividirse en muchos brazos divergentes muy largos , á fin de que reunan en mas alto grado la virtud de atraer el fluido eléctrico ; propiedad comun á todas las

puntas, y que muchas de éstas poseen con mayor energía que una sola. El extremo superior se dispondrá del mismo modo, á efecto de que los canales de descarga sean por lo menos iguales á los que sirven para atraer y transmitir la materia eléctrica.

He dicho que deben clavarse en la tierra muchas barras eléctricas, porque una sola no basta, y es necesario que el número de los conductores metálicos sea proporcionado á la cantidad habitual de materia eléctrica terrestre, y á la estension de terreno que quiera preservarse. La profundidad á que debe llegar la parte que penetre en la tierra ha de estar en razon de la distancia del foco, de cuyas relaciones puede juzgarse con algun fundamento por la esperiencia de lo pasado, que es el mejor maestro. Tambien aconsejaria yo que las barras que acaban de describirse se armasen con algunos verticilos intermedios á la parte que sobresale de la tierra, pues su utilidad es palpable: y no parece necesario añadir que para evitar que dichos aparatos se tomen de orin, deben darse de barniz y cubrirse de una materia betuminosa; pero lo mejor en mi concepto seria hacer de plomo la parte que ha de penetrar en el suelo.

Si se reflexiona sobre los principios de electri-



cidad, todos los verdaderos físicos (1) reconocerán la eficacia del nuevo para-terremotos y para-volcanes, que no es por cierto inferior á la de los para-rayos ascendentes y descendentes. La construcción de estos diversos aparatos se funda sobre una misma base, las operaciones son enteramente análogas, y si los unos son útiles, es fuerza que lo sean igualmente los otros. Si se admite el poder de las puntas eléctricas para evitar el rayo, lo que ya en el día es un dogma de física, no puede negarse sin inconsecuencia el del nuevo preservador de los terremotos; porque, lo repito, los terremotos son efectos de la electricidad, producidos esencialmente por una altera-

1 Me limitaré á citar uno de los mas ilustres. »Opino absolutamente lo mismo que usted (me escribia Mr. de Buffon el 5 de junio de 1781) con respecto á los terremotos. Su causa principal es la electricidad, y ocurre con frecuencia que ésta no va acompañada de ningun fuego sensible; quiero decir, que muchas veces no produce incendio ni llama alguna en el exterior, aunque la fuerza del terremoto sea bastante para conmover en su tránsito los montes, como se ve en Italia, en el Vicentino y otras partes. Los vientos subterráneos, á no estar ayudados por la electricidad, no tendrían por sí solos fuerza suficiente para producir tan grandes efectos.... Si en Nápoles, Catania y Lisboa quisiesen mirar por su seguridad, pondrían luego en práctica los para-terremotos; mas ¿cuándo tendrán los hombres la ilustración necesaria para ser sábios y prudentes?»

cion del equilibrio del fluido eléctrico, el cual es atraído por las puntas y transmitido en silencio por los conductores metálicos que restablecen insensiblemente el equilibrio.

Para poner esta verdad fuera de toda duda, hago yo un experimento que puede mirarse como una demostracion físico-sintética de la eficacia de los para-terremotos. Así como para hacer sensible la eficacia de los para-rayos nos hemos servido de una casita que se liberta del rayo cuando está colocado el aparato, y queda arruinada luego que éste se quita; he discurrido yo una esperiencia análoga á los terremotos. Un cuadro mágico bastante grande y fuertemente cargado, es el foco eléctrico; muchas casitas de carton colocadas sobre él á cierta distancia unas de otras representan una ciudad, y cuando se descarga el golpe fulminante, las casitas son violentamente sacudidas y derribadas. Al lado de esta pequeña ciudad se figura un montecillo, que da idea de un volcan, en cuyo interior se ponen diferentes cuerpos ligeros y materias inflamables. Luego que se da movimiento á la máquina eléctrica, se ve la imágen de las erupciones de un volcan en la repulsion de los cuerpos ligeros que salen de la cima y son arrojados á corta distancia, y el fuego que despide acaba de manifestar una perfecta semejanza de esta montañita ignívome con el Ve-

subio y el Etna; mas en el momento que el para-terremotos y el para-volcanes se colocan en su lugar, cesan de todo punto los referidos fenómenos, la ciudad se conserva sin experimentar ningun sacudimiento, y el volcan queda tranquilo. Supuestos estos principios, en todos los paises que se hallan espuestos á los terremotos y á las erupciones, como Nápoles, Lisboa, Cádiz, Sevilla, Catania, Palermo, Pequín, Meaco, Tauris, Lima, Quito, &c., el Vesubio, el Etna, el Hecla, el monte Albours, el pico de Tenerife, la isla de Fuego, las inmediaciones del Arequipa, del Carapa, &c., deben clavarse profundamente muchas barras eléctricas con grandes conductores metálicos armados de verticilos inferiores, intermedios y superiores, tanto en las inmediaciones de los pueblos como en sus recintos, en las faldas de los montes volcánicos, y aun en los valles y llanuras que los rodean. Á beneficio de estos aparatos se da salida al fluido eléctrico que sobreabunda en el globo de la tierra, el cual se derrama por la atmósfera como por un inmenso océano, restableciéndose de este modo el equilibrio, que es el único medio de evitar esta cruel calamidad. Los antiguos habian ya vislumbrado la necesidad de abrir pozos profundos para evitar los terremotos; medio que tiene cierta analogía con el que yo propongo. Plinio asegura que las

frecuentes cavernas, propias para dar salida al fluido sutil que causa los terremotos, son un medio excelente de precaverlos, pues se advierte que ciertas ciudades no se ven tan plagadas de estos metéoros despues que se han practicado en ellas muchas aberturas: *crebri specus remedium præbent, conceptum enim spiritum exhalant; quod in certis notatur appidis, quæ minus quatiuntur crebris ad eluviem cuniculis cavata* (1). Los primeros romanos sobre todo tomaron la precaucion de escavar pozos profundos, para poner el antiguo Capitolio á cubierto de los funestos efectos de los terremotos; lo que efectivamente consiguieron, pues aquella parte de Roma no ha sufrido nunca sus estragos.

Los boquerones perpendiculares que se hallan en diversos montes, y las aberturas que forman las cavernas, se han mirado con razon como respiraderos útiles (2), y se ha notado que muchas comarcas se han libertado enteramente de los terremotos desde que se han abierto en ellas nuevas bocas. Despues del famoso terremoto que ocurrió en Tauris el 26 de abril de 1721, se abrieron muchos pozos muy profundos, y ya desde entonces no se ha experimentado ningun

1 Hist. nat. lib. 2. cap. 79.

2 Derham. Teol. fis. lib. 3. cap. 3.

terremoto, siendo así que antes eran muy frecuentes.

Estos felices resultados provienen únicamente de que el exceso de fluido eléctrico que se acumula algunas veces en ciertas regiones de la tierra, se escapa por dichas aberturas hasta encontrar con el aire, restableciéndose por este medio el equilibrio. Pero las barras metálicas, que son unos verdaderos conductores de la materia eléctrica, contribuyen mucho mas generalmente y con mayor eficacia y seguridad á dicho restablecimiento, trasmitiendo á la atmósfera el exceso del fluido eléctrico, que es la única causa de los terremotos. Dichas barras, por decirlo así, salen al paso al mal y le atacan en su origen, impiden la reunion de las partes de un fluido que solo daña por su acumulacion en un lugar determinado, atraen insensiblemente la materia eléctrica que se halla á larga distancia, la trasmiten como conductores, la disipan, en una palabra, restablecen el equilibrio. Es inútil añadir que no siempre pueden abrirse grandes pozos en la tierra, y que aun en los casos en que puede practicarse, siempre es hacer un robo sacrílego á la agricultura.

Se objetará tal vez que los para-terremotos y para-volcanes que propongo son dispendiosos; y yo convendré en ello de buena fe, siempre que

se me conceda que los estragos que se trata de precaver causan males incalculables. Provincias assoladas ; ciudades destruidas y sepultadas bajo sus ruinas ; miles de habitantes tragados por la tierra ó estrujados bajo los escombros de los edificios, son ciertamente objetos de la mayor importancia : y jamas un remedio es costoso, cuando es muy superior el bien que proporciona. Á los príncipes y á los estados toca hacer estos gastos, que son sin duda alguna los mas necesarios, pues que se trata nada menos que de conservar la vida á millones de hombres. Ni el dispendio es tampoco tan grande como pudiera parecer á primera vista, y antes bien es muy inferior á los que traen las guerras, injustas muchas veces, la construccion de palacios suntuosos edificados á despecho de la naturaleza, &c.... Quiera Dios que los medios que propongo se pongan en práctica por el rey de Nápoles, que tiene mas intereses que otro cualquier monarca, pues que mil veces se ha visto precisado á huir precipitadamente de los hermosos sitios de Pórtici, cuyos cimientos deben recordarle continuamente el desastre sucedido en tiempo de Plinio, cuando el Herculano y Pompeya fueron sepultados en las entrañas de la tierra bajo rios de lavas : ¡acontecimiento fatal que podria todavía repetirse! ¡Ojalá que la reina de Portugal siga este egemplo, y le

dé á todos los soberanos! Cerca de veinticinco años han trascurrido desde aquella época terrible en que quedó destruida la capital de dicho reino, y casi están recientes todavía las ruinas que aquel horrible desastre ocasionó. La España ha experimentado mas de una vez en ambos mundos los funestos efectos de los terremotos, y no hay estado alguno en que esta plaga destructora no haya sembrado la desolacion, y para el que no sea de la mayor utilidad un preservativo. ¡Quiera el cielo que los soberanos se adunen de concierto para destruir el sinnúmero de calamidades que parece se hayan conjurado contra nuestro miserable globo!

Haber demostrado que los terremotos son efectos del fuego eléctrico, es haber probado que los volcanes provienen de la misma causa, y que los propios medios empleados para preservarnos de los unos deben ponernos á cubierto de los otros; porque, como ya se ha dicho, entre estos dos fenómenos terribles existe una relacion la mas estrecha. La observacion de todos los siglos pone esta verdad en el mas alto grado de evidencia: las pruebas que anteriormente se han espuesto lo han indicado, y los nuevos hechos de que voy á hablar, acabarán de convencer á todos de la estrecha relacion y necesaria correspondencia que existe entre los volcanes y terremotos. El 2 de

setiembre de 1630 (porque no quiero subir á siglos demasiado distantes de nosotros) en la isla de San Miguel, otra de las Terceras, despues de un terremoto sobrevino una erupcion de materias inflamables, que á manera de un torrente se precipitaron con la mayor rapidez hasta el mar. La grande erupcion del Vesubio ocurrida el año siguiente, fue precedida muy de cerca del terremoto que por aquella época se experimentó; y veinticuatro años despues la isla de Palma, que se halla á diez y ocho leguas de Tenerife, padeció un terremoto acompañado de un volcan que duró seis semanas. En el año 1683 se verificó la vigésima tertia erupcion del Etna, y fue acompañada de un terremoto que arruinó á Catania, con muerte de mas de sesenta mil personas: en cuya ocasion se abrieron muchas bocas en dicho volcan. Nueve años despues hizo el de la isla de Hierro una de las mas terribles erupciones, que duró mas de cuarenta dias, sintiéndose al mismo tiempo muchos sacudimientos. Aun no habian pasado dos años hizo el Vesubio otra erupcion con grande estrépito, acompañada tambien de terremotos.

En varias ocasiones se ha observado una correspondencia exacta entre muchos volcanes: al mismo tiempo que vomitaba llamas el Vesubio el 26 de diciembre de 1631, las arrojaba en Etiopia



el monte Semus ; y Estrabon habia ya notado antiguamente esta especie de simultaneidad en las erupciones de estos dos montes. En 1643 se encendieron á un mismo tiempo el Vesubio y el Volcanello en Italia y el Semus en Etiopia , y vomitaron remolinos de llamas y otras materias. Esta correspondencia no puede desconocerse, porque es constante que los terremotos son mucho mas frecuentes en los parages en que hay volcanes que en aquellos en que no se encuentran , y los sacudimientos son mas fuertes á medida que los volcanes están mas encendidos y arrojan mas llamas y lavas ; esto es , que sus erupciones son mas abundantes : verdad que confirma maravillosamente la esperiencia. En el Perú y en Méjico , en donde hay muchos volcanes , son los terremotos mas frecuentes que en ningun otro pais del mundo. Oigamos al Plinio frances : »El gran número de volcanes que se hallan en las cordilleras , causan como he dicho temblores de tierra casi continuos.... Los terremotos son mucho mas frecuentes en los parages en que hay volcanes , como Sicilia y Nápoles , que en cualquiera otra parte ; y se sabe por observaciones hechas en diferentes épocas , que los terremotos mas violentos ocurren al mismo tiempo que las grandes erupciones de aquellos.» Ya vimos mas arriba lo que dice Mr. Bourguer de que en el

Perú no se pasa una semana sin que se sientan algunos temblores. Estas terribles conmociones de la naturaleza son tan comunes en el Japon, en donde hay igualmente muchos volcanes, que los habitantes de dicha isla los miran con tanta indiferencia, dice Koempfer, como en Europa los relámpagos y los truenos. No se diga pues que los volcanes evitan los terremotos y son de consiguiente la salud de los países en donde se hallan. Pero yo creo que no habrá nadie que dude de esta verdad, como tampoco de la correspondencia de estos dos fenómenos, tan antigua como ellos, y de la identidad de sus causas; porque en todos tiempos se ha recurrido al mismo agente y al mismo principio para explicar los terremotos y volcanes.

El fuego eléctrico tiene esencialmente la propiedad de abrasar las materias inflamables, calcinar y vitrificar las que son susceptibles de estos efectos, y alterar mas ó menos cuantas sustancias se esponen á su accion: todo lo cual está probado por la esperiencia, y por lo mismo no debe maravillarnos el que hallándose este fluido acumulado en el seno de la tierra cuando produce los terremotos, inflame ciertas materias combustibles y derrita las que son capaces de fusion, pues que entonces tiene un grado muy poderoso de energía. Estas diferentes materias, impregna-

das y fuertemente saturadas de fluido eléctrico, quedarán por sí mismas electrizadas y seguirán por consecuencia la ley que se observa en todos los cuerpos eléctricos; es decir, que sufrirán una verdadera repulsion eléctrica proporcionada á la fuerza que la produzca, y por aquel parage que oponga menos resistencia serán espelidas del seno de la tierra, en union con el fuego eléctrico superabundante, formando una abertura ó bien saliendo por las que están ya hechas, en cuyo caso será la resistencia mucho menor. De este modo se han formado los volcanes, así se encienden y vomitan torrentes de fuego y de lava; y estando demostrado por la esperiencia y la observacion que el fuego no puede existir sin aire, y sin que éste se renueve, seria traspasar todas las leyes de la física el querer esplicar estos fenómenos suponiendo un fuego ordinario preexistente en la tierra, ó que se encendiese en su seno por diferentes causas.

Reconocido pues que solo el fluido eléctrico acumulado es la causa de los volcanes y de los terremotos, es muy evidente que destruyendo este principio, y ofreciendo á dicho fluido unos conductores que le trasmitan insensiblemente á la tierra, disipándole é impidiendo por consecuencia que se acumule, no se verificará ninguna inflamacion de materias combustibles, ninguna

repulsion, y en fin ningun terremoto ni erupcion de volcan; porque destruyendo la causa se destruirán los efectos en su mismo origen, si así puedo esplicarme. Los para-terremotos y para-volcanes no encadenarán ciertamente el fluido eléctrico que se halla acumulado, ni le quitarán la virtud que tiene de conmover y sacudir masas prodigiosas, como podria tal vez creer quien no comprendiese bien nuestros principios; pero le disiparán insensiblemente, le trasmitirán sin esfuerzo de la tierra á la atmósfera, y restablecerán poco á poco el equilibrio: con lo cual no tendrá ya lugar la acumulacion de este fluido poderoso, que solo obra en tanto que se halla con esceso en algun parage, y no produce efectos extraordinarios sino cuando adquiere una gran densidad.

No insisto en este objeto sino para destruir mas enteramente la preocupacion, sobrado comun entre las personas poco versadas en los principios de electricidad, las cuales no pueden comprender cómo los conductores eléctricos, los para-terremotos y para-volcanes, puedan tener bastante eficacia para preservarnos de esos sacudimientos terribles y de esas espantosas erupciones. Imagínanse que existiendo la causa en toda su energía, los conductores eléctricos solo podrán oponer una fuerza igual á su influencia;

pero esto no es así: los para-terremotos obrarán de un modo menos directo pero mas seguro. Supongamos que un torrente impetuoso corre á estrellarse contra un dique poco á propósito para resistirle: no cabe duda de que la primera avenida se llevará el dique por delante; pero si se abriesen muchas regueras para dividir el torrente en gran número de arroyos que siguiesen diferentes direcciones, y la division fuese proporcionada á la cantidad de agua, es evidentísimo que el dique resistiria, y que debilitada la corriente por las divisiones practicadas en cierta estension de su curso, no produciria ningun efecto sensible. Tal es la imágen del fluido eléctrico, motor de los terremotos y volcanes: cuando se le separa en muchas corrientes, cuando se dividen sus fuerzas, trasmitiéndole por una multitud de conductores, que le disipan en la masa de la atmósfera; entonces el mismo fluido, que sin estos medios hubiera sido un torrente impetuoso, no es ya otra cosa que una multitud de mansos arroyuelos, que se deslizan con un murmullo que apenas se percibe.

¿Qué se han hecho pues las miserables objeciones que aborta la ignorancia y repite el vulgo? No hay proporcion alguna, dicen, entre las barras eléctricas, los conductores de metal, los

para-terremotos y la fuerza que produce este metéoro terrible. Los que así discurren no hallan tampoco relacion entre los para-rayos elevados diez pies sobre el remate de las casas ó de los almacenes de pólvora, y la grande estension de una nube tempestuosa elevada considerablemente sobre la superficie de la tierra; mas entre tanto la eficacia de los para-rayos está actualmente bien demostrada por la teoría y la observacion, así como la del para-terremotos y para-volcanes está establecida por cuantas pruebas puedan darse, y se confirmará por la esperiencia luego que se hayan construido.

Y aunque esta idea sea á la verdad atrevida, no debe sorprender á ninguna persona acostumbrada á reflexionar, y antes bien debe parecer mucho mas fácil que la de variar la direccion del rayo, pues éste se halla por lo comun muy distante, al paso que el foco de los terremotos puede hallarse mas inmediato á la superficie de nuestro globo. Ademas, las barras eléctricas que forman los para-terremotos pueden por medio de conductores naturales, por decirlo así, diseminados en el seno de la tierra, llegar hasta el foco; y atrayendo el fluido eléctrico antes que se acumule, le disiparán insensiblemente y evitarán con ello sus terribles efectos. En una palabra,

los para-terremotos tocan la tierra, y los para-rayos se hallan á gran distancia de las nubes que llevan el rayo en su seno.

Por muy violenta y fuerte que se suponga la causa de los terremotos, y por mas terribles que sean sus efectos, no obra eficazmente sino sobre la corteza de la tierra, y casi me atrevo á decir que solo sobre la superficie exterior, únicamente sobre su epidérmis, si se me permite esta espression; porque la profundidad á donde alcanza el furor de los terremotos, es ciertamente muy poca cosa con respecto al diámetro entero de la tierra. Cuando han sido tragadas algunas ciudades y provincias, nunca han igualado los abismos que se han abierto á la elevacion de los montes; y ¿qué son los montes mas elevados con relacion al globo entero de la tierra? Su altura es tan insignificante, que aquellas soberbias montañas que segun el lenguaje hiperbólico de los poetas oprimen al infierno y penetran en los cielos, no alteran sin embargo la redondez de la tierra, y son respecto á su masa menos que la sexta parte de una línea es á un globo de dos pies y medio de diámetro, ó mucho menos que las escabrosidades de la piel de una naranja á la masa de esta fruta. Demos por egemplo á una naranja dos pulgadas y media de diámetro y un cuarto de línea á sus prominencias: en este caso tendremos una rela-

cion de ciento veinte á uno, proporcion muy diversa que la de tres mil á uno, que representa la razon aproximada del diámetro de la tierra á la altura de los montes mas elevados. Las eminencias pues de la naranja serán la ciento vigésima parte de su diámetro, al paso que las montañas mas altas no son sino la tres milésima parte del diámetro entero de la tierra. Será pues verdadero decir que los montes son mucho mas pequeños con relacion á la tierra, que las asperezas de la piel de una naranja con respecto á esta fruta; de todo lo cual resulta que hemos tenido sobrado fundamento para asegurar que los terremotos, por mas grandes que se supongan sus efectos, no alteran, por decirlo así, sino la corteza del globo de la tierra, y que atendido que los trastornos que ocasionan solo son sensibles cerca de la superficie, será fácil precaverlos colocando preservadores.

Los prodigiosos efectos que produce la repulsion eléctrica, por mas terribles que se presenten á nuestros ojos, son aun mucho menores con respecto á la tierra, que los de una bola de metal electrizada de dos pulgadas de diámetro, cuya superficie se haya cubierto de tabaco de polvo ó de otros cuerpos ligeros, los cuales en el momento en que principia la electrizacion se lanzan á larga distancia, obedeciendo á una repulsion,



cuya fuerza es incomparablemente mayor que la que se ha notado hasta ahora en los terremotos. No debe pues causar maravilla que los paraterremotos y para-volcanes colocados poco mas abajo de la superficie de la tierra, puedan recibir la electricidad superabundante de nuestro globo, y trasmitirla y disiparla insensiblemente por la atmósfera.

La esperiencia que sigue es ciertamente capaz de persuadir y convencer: aíslese una bola de metal de dos ó tres pulgadas de diámetro, en cuya superficie se hayan hecho muchos agujeritos: si se la cubre de cuerpos ligeros, luego que empiece á electrizarse serán repelidos de la bola y volarán á larga distancia como se ha dicho; pero si se colocan en los agujeritos unas puntas de metal muy sutiles, en este caso será inútil electrizar la bola, porque no habrá repulsion alguna, ni podrá siquiera escitarse una chispa por la aproximacion de un cuerpo cualquiera. La razon de estos fenómenos es, que las puntas colocadas sobre la bola, son otros tantos paraterremotos y disipan el fluido eléctrico á medida que se produce, conduciéndole á la atmósfera, á donde insensiblemente se trasmite. Si se cierra la ventana del lugar en donde se hace la esperiencia se verán al estremo de dichas puntas unos penachos luminosos, que hacen visibles las cor-

rientes de fluido eléctrico que se escapan por el aire. La aplicación de esta experiencia al objeto de que tratamos es muy obvia, y yo creo que no habrá nadie que niegue su exactitud, mayormente cuando se obtiene el mismo resultado empleando una bola de tierra húmeda cubierta de una capa de polvo ó de tierra seca muy fina; en cuyo caso las partes mas ligeras prueban los efectos de la repulsion eléctrica, y las mas gruesas, las mas pesadas, ó aquellas cuya fuerza de adhesion es mayor que la de la electricidad actual, permanecen en reposo á menos que la virtud eléctrica no adquiriera nuevos grados de energía.

No hablaré de las causas secundarias que por algun accidente pueden unirse á la principal de los terremotos y volcanes cerca de la superficie de la tierra, porque mi objeto es solo bosquejar en grande; y ademas las causas accidentales producen únicamente efectos locales de poca consideracion, y son del todo insuficientes para esos grandes y terribles fenómenos de que hemos hablado, y que no pueden proceder sino del principio fecundo de la electricidad.

Y mucho menos me detendré á examinar aquí si es preciso ó no aislar los para-terremotos y para-volcanes. El aislamiento no perjudica á su eficacia, y si se quiere puede practicarse cubriéndolos en la mayor parte de su longitud de

una capa de almáciga betuminosa bastante espesa, sin dejar mas que las puntas de los verticilos superiores é inferiores. Mas debo decir que segun los principios de electricidad, no hay necesidad de tal aislamiento: esta cuestion depende enteramente de la teoría de los para-rayos, cuyo aislamiento se mira generalmente como inútil en razon de que siendo los metales mejores conductores que toda otra sustancia, el fluido eléctrico no solo se dirigirá á ellos con preferencia, sino que por la misma razon continuará en recorrerlos sin poder abandonarlos para pasar á los cuerpos inmediatos que no son tan buenos conductores. Esta doctrina está confirmada por la esperiencia.

No creo puedan calificarse de ilusorias las razones en que me apoyo para demostrar que los terremotos son ocasionados por el fluido eléctrico de nuestro globo; porque á la verdad, no son mas sólidas las que se dan para probar la atraccion universal, tan generalmente admitida por todos los geómetras y los astrónomos. ¿Cuál es, pregunto yo á los sábios, cuál es la base sobre que se ha establecido el brillante sistema de Newton? Su misma sencillez, la maravillosa armonía que se halla entre el cálculo y la observacion, y la facilidad con que se esplican por su medio los principales fenómenos conocidos: ventaja que no

tienen los sistemas opuestos , al menos de un modo tan claro y preciso. Mas como los que no se hallen bien enterados de la doctrina de Newton , no conocerán á primera vista toda la exactitud de nuestra observacion , nos serviremos para confirmarla de lo que dice uno de nuestros mas célebres astrónomos. Al hablar Mr. de la Lande en un tratado de astronomía de la atraccion universal de los planetas , asegura que » todas las consecuencias que de ella se sacan se conforman tan maravillosamente con los fenómenos , que no es posible ponerla en duda. » La gravitacion universal no puede probarse mejor que por los hechos siguientes : el flujo y reflujo del mar , cuyos fenómenos concuerdan realmente con el cálculo de las atracciones del sol y de la luna ; las variaciones de ésta , que dependen visiblemente del sol ; el movimiento de los planetas al rededor de este astro , con la ley de que los cubos de las distancias son como los cuadrados de los tiempos ; la figura elíptica de las órbitas de la luna al rededor de la tierra y de todos los planetas , y aun de los cometas al rededor del sol ; la precesion de los equinoccios ; la mutacion del ege de la tierra producida por la accion de la luna ; las variaciones que Júpiter , Saturno y todos los planetas experimentan en sus posiciones ; las prodigiosas diferencias del cometa de 1759 , cuya últi-

ma revolucion fue quinientos ochenta y cinco dias mas larga que la anterior, segun el cálculo de las atracciones de Júpiter y de Saturno ; el aplanamiento de Júpiter y de la tierra ; la atraccion de los montes observada por medio del péndulo ; la mudanza de latitud y longitud de las estrellas fijas ; la disminucion de la oblicuidad de la eclíptica ; los movimientos de los absides de los planetas , sobre todo del apogeo de la luna que se observa incontestablemente en el cielo ; el movimiento de los nodos de todos los planetas ; la desigualdad de los satélites de Júpiter. »De estos quince fenómenos, continúa la Lande, la mayor parte son inesplicables en el sistema de los torbellinos y del lleno, y habiéndose probado su existencia y el modo cómo los produce la atraccion, se ha demostrado completamente la imposibilidad del sistema de los cartesianos. En el dia no se hallará un geómetra ó un astrónomo medianamente instruido en los fenómenos y en las nuevas teorías, que crea aun en el sistema de los torbellinos y del lleno, ó que deseche la atraccion newtoniana....” »Supongamos pues la atraccion universal, y busquemos los efectos que de ella deberian resultar : su conformidad con los fenómenos observados y conocidos, nos hará ver en todas partes la certeza y evidencia de esta ley.”

La aplicacion de estas observaciones á la causa de los terremotos, es tan obvia que no habrá nadie á quien naturalmente no le ocurra. Aun cuando la existencia del fluido eléctrico se conociese únicamente por los efectos de los terremotos, los cuales se esplican muy fácilmente por los principios de la electricidad, y no pueden en manera alguna ser el resultado de las causas á que hasta el presente se han atribuido; nunca podríamos desconocer la influencia de este agente: y tenemos tantas pruebas directas de su realidad y propiedades, que no puede decirse otro tanto de la gravitacion universal. Ya hemos visto que el número, la grandeza, la estension y la universalidad de los efectos que se observan en los terremotos, se esplican muy bien admitiendo nuestro sistema, al paso que es imposible conciliarlos con ninguna otra hipótesis. Porque en efecto, ¿cómo pueden concebirse esos sacudimientos que se estienden de un extremo á otro del mundo, admitiendo unas materias inflamables, cualquiera que sea la naturaleza que se las suponga? Éstas, segun se ha dicho, deberian obrar á la manera que obra la pólvora en las minas, y la estension de la base del cono removido y trastornado deberia ser proporcional á la elevacion de este sólido. Mas ¿qué masa tan enorme de tierra no seria conmovida, y qué fuerza tan asombrosa

no deberia atribuirse á estas sustancias sulfúreas y betuminosas! Uno y otro es imposible segun acredita la esperiencia. ¿Cómo conciliar la gran duracion de muchos terremotos con la naturaleza de las materias sulfúricas y de los otros agentes de que se ha querido echar mano? Todas estas sustancias se desnaturalizan al inflamarse , y despues de la deflagracion pierden sus principales propiedades ; y por otra parte ; qué cantidad tan prodigiosa de materias , que se renovasen sin cesar , no era necesario suponer! Esa velocidad admirable , esa instantaneidad de movimientos observados en todos los terremotos , y señaladamente en los universales que se han sentido á un mismo tiempo en todo el mundo , ¿no es de todo punto imposible sin la intervencion del fluido eléctrico? La inmovilidad de muchos lugares intermedios que han permanecido tranquilos al mismo tiempo que todos sus alrededores se movian ; esos fuegos que vomita la tierra , fuegos tan diferentes del ordinario , el cual no puede existir si el aire no se renueva ; fuegos en fin tan semejantes al fuego eléctrico ; ese trastorno general de la atmósfera ; esos metéoros de todos géneros , ígneos , ácueos , áereos , enfáticos , que preceden , acompañan ó siguen á los terremotos ; esos bramidos , esas esplosiones que tanto se parecen á las del fluido eléctrico ; esas repulsiones

y atracciones ; esas influencias diversas sobre el magnetismo, los animales y los vegetales, &c., y otros mil efectos admirables, ¿no patentizan que todas las causas imaginadas hasta de ahora son del todo insuficientes para producirlos, al paso que el fluido eléctrico se presta á ello tan maravillosamente como se ha probado?

La admirable armonía que existe por una parte entre las consecuencias que se sacan de los principios de la electricidad y los fenómenos observados en los terremotos, y la imposibilidad de poder concebirlos en los sistemas opuestos, son razones que demuestran que la electricidad de los terremotos está cuando menos tan bien probada como la atracción : que es mi proposición. Si se considera cuánto tiempo ha sido necesario para que se conociera y admitiese la gravitación universal, no debe causar admiración el que la electricidad de los terremotos espere alguna contradicción, á pesar de las victoriosas pruebas en que se apoya. Lo repito : *Veniet tempus quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur*. Si reflexionamos despues sobre la noble sencillez con que por medio de la teoría de la electricidad, y sobre todo por los nuevos descubrimientos que cada dia se hacen sobre esta materia, se esplican los fenómenos mas difíciles que se notan en los terremotos, me parece tendremos el último gra-



do de certeza á que puede llegarse. Inútil es ya toda esa máquina que unos espíritus noveleros habian levantado: un fluido maravilloso, cuyos efectos parecen sobrenaturales, es el principio motor de esas revoluciones espantosas que agitan el seno de la tierra y destrozan sus entrañas. Todos convienen en que existe en nuestro globo, que es su depósito general; y los poderosos esfuerzos que hace para lanzarse en la atmósfera, son como hemos probado la única causa de esos vaivenes terribles, que llenan de espanto tanto al filósofo ilustrado como al ignorante campesino.

Hace ya algunos años publiqué un extracto de estas memorias sobre la causa de los temblores de tierra, y la necesidad de establecer los paraterremotos. Mis razones merecieron la aprobacion de los sábios, y he tenido la satisfaccion de que muchos estrangeros célebres, diesen testimonios públicos de su aprobacion.

El caballero Vivenzio, en su historia de los terremotos en general, y en particular de los que se experimentaron en Calabria y Mesina el año 1783; me hace el honor de traducir y comentar en la primera parte de su obra mi disertacion sobre los terremotos. He aquí lo que dice en la segunda parte: *Io ho, nella prima parte di quest' opera, commentando la dotta dissertazione del Bertholon, esposto nella miglior*

*maniera , che io mi abbia saputo fare , &c. (1)*

El ilustre Mr. Sarti, profesor de física en Pisa, en muchos lugares de su obra hace mencion honorífica de mis experimentos relativos á este objeto : *Sono , dice , troppo famosi gli esperimenti del Priestley , del Cavallo , e del Bertholon , per essere da noi in quest' occasione trascurati.... ma gli esperimenti piu decisivi su questa parte , sono quelli imaginati del sign. Bertholon.... un altro mezzo preveniente i danni dei terremoti , sarebbe il projeto dal sig. abate Bertholon.... il quale è di sentimento , che in tutti i luoghi piu bersagliati dai terremoti si plantino profondamente nella terra molte verghe elettriche , e conduttori metallici armati di varie punte inferiori , intermedie , è superiori , &c. (2)*

El señor abate Cavalli , célebre profesor de física en Roma , conviene tambien en la utilidad de los para-terremotos. Conocida es su obra sobre la meteorología romana , en la cual se ve la descripción de un sismógrafo , instrumento

1 Istoria e teoria de' terremoti in generale , é in particolare di quelli della Calabria , e di Messina , del 1783. Di Giovanni Vivenzio , primo medico delle LL. MM. 1783, in-4.º pág. 157.

2 Saggio di conjetture su i terremoti del dottore Christophano Sarti , publico professore nell' università di Pisa. In Lucca 1783 , pág. 165 , 166 , 178 , &c.

propio para indicar la direccion de los terremotos (1).

Ya se ha visto arriba que Mr. de Buffon admite igualmente mis para-terremotos. De la misma opinion es su digno colaborador el señor conde de la Cepede; como puede verse en su escelente obra sobre la electricidad natural y artificial.

1 *Lettere meteorologiche romane dell' abate Atagio Cavalli, professore di fisica sperimentale nell' università gregoriana, &c. In Roma, Pagliarini 1785. tom. 1.*

## SECCION TERCERA.

---

DE ALGUNOS METÉOROS ÍGNEOS QUE SE OBSERVAN EN  
EL AIRE, Á DIFERENTES ELEVACIONES, Ó SOBRE  
LA SUPERFICIE DE LA TIERRA.

**T**RATAREMOS en esta seccion de los metéoros que se conocen con los nombres de fuego de san Telmo, Cástor y Pólux, los que suelen verse en los remates de los campanarios y de las veletas, los fuegos fátuos, los fuegos errantes, que llama el vulgo estrellas que caen, y los globos de fuego que discurren por la atmósfera.

## CAPÍTULO PRIMERO.

*De los fuegos de san Telmo , Cástor y Pólux, y de los que se ven algunas veces en los remates de los campanarios y veletas.*

EN la mayor parte de las obras de los antiguos, y en casi todos los viages de nuestros navegantes, se hace mencion de aquellos fuegos que la antigüedad designó con los nombres de Helena, Cástor y Pólux, los cuales aparecen en ciertas circunstancias en lo mas elevado de los árboles de las embarcaciones. Unas veces se les ha considerado como anuncios de tempestad, otras se han tenido á buen agüero: y aunque generalmente se cree que nunca se presentan mas que uno ó dos de dichos fuegos, esto es un error, pues el conde de Forbin distinguió mas de treinta sobre su buque en ocasion de una borrasca horrorosa; el que se veía sobre la veleta del palo mayor, tenia pie y medio de longitud, y habiendo mandado á un marinero que le cogiese, se oyó un ruido semejante al de la pólvora mojada: se quitó despues la veleta, y el fuego se colocó sobre el tope del mástil.

El capitan Wedel en la relacion de los efectos que causó un rayo en su bajel, habla de muchos

fuegos de san Telmo de estraordinaria magnitud, y dice que antes del trueno se notaron en las puntas mas altas de los masteleros, unas como antorchas de fuego. El 9 de mayo de 1752 se padeció mas allá del cabo de Buena-Esperanza una borrasca acompañada de un espantoso trueno, y en el momento de su mayor fuerza apareció sobre el palo mayor una luz como una vela, la que se vió dos noches sucesivas. Los portugueses llaman á este fuego *corpo-santo* (1).

Los antiguos conocieron tambien los fuegos de que hablamos, á los que Plinio llama estrellas. »Estas estrellas, dice, lo mismo aparecen en la tierra que en el mar: yo ví una luz bajo esta forma sobre las picas de los soldados que estaban cierta noche de faccion en la muralla; háñse visto tambien sobre las vergas y otras partes de los barcos, que hacian un ruido intelijible y mudaban de sitio con frecuencia. Dos de estas luces anunciaban buen tiempo y viage feliz, y perseguian á otra que estaba sola y tenia aspecto amenazador: los marineros dan á ésta el nombre de Helena y llaman á las otras Cástor y Pólux. Suelen ponerse tambien sobre las cabezas de los hombres, y son buen presagio. Mas estas cosas

1 Coleccion académica. tom. 6. pág. 280.

están en el número de los respetables misterios de la naturaleza (1).”

Algunas veces, en tiempo de tempestades, se ven en diferentes parages algunos fuegos de mayor ó menor volúmen en los extremos de las cruces colocadas sobre los campanarios, y á la punta de las veletas de los edificios que tienen cierta elevacion. Mr. Dalibard cita las observaciones de una persona que en muchas tempestades ocurridas por la noche, habia notado algunos fuegos de esta especie en la punta de la varilla de una veleta que habia delante de la ventana de su aposento. Mr. Lomonosow observó en tiempos tempestuosos algunos penachos luminosos, que producian cierto chisporreo, al extremo de una barra de hierro que correspondia á una ventana: dichos penachos tenian tres pies de largo y uno de ancho (2).

El 22 de julio de 1783 vió Mr. Sauvan sobre la bola del campanario de los agustinos calzados de Aviñon una corona de luz, que duró tres cuartos de hora, y se desvaneció á las once de la noche. En una furiosa tempestad que sucedió en Chamberi el 5 de junio del año citado, despues de un calor bochornoso acompañado de lluvia copiosa,

1 Plinio: Hist. nat. lib. 2.

2 Transac. filosof. tom. 48. part. 2.

truenos y relámpagos, estando el cielo oscuro, tanto por las densas nubes que le cubrían como por proximidad de la noche; entre muchas nubes en extremo eléctricas, descubrió Mr. Daguin una, que hallándose cargada de gran cantidad de materia eléctrica, se habia colocado en direccion y muy cerca del remate del campanario. Y cierto que si la nube hubiese estado mas inmediata, ó el fluido eléctrico hubiese abundado mas en la atmósfera, ó bien si se hubiera tenido la imprudencia de tocar las campanas; habria caido indefectiblemente el rayo sobre aquel edificio, al que llegado el caso hubiera sin duda preservado un conductor (1).

Mr. Lichtemberg observó en muchas ocasiones el fenómeno de que hablamos. La primera vez que le notó fue en el campanario de Santiago de Gotinga, en el mes de agosto de 1768. Se cita comunmente, dice, la torre de Naumbourgo; pero tambien Gotinga tiene en el dia una en que se ven los mismos efectos. Ésta sin embargo no siempre resplandece, lo que probablemente solo se verifica cuando las tempestades duran mucho, y las piedras y el techo están muy humedecidas; y es de advertir que cuando la elec-

1 Ensayo de meteorología sobre la verdadera influencia de los astros.



tricidad de las nubes tempestuosas es positiva, en lugar de una gavilla luminosa se ve solo una estrellita, que de lejos ya no se distingue. En el capítulo tercero de la sección primera hemos referido varias observaciones antiguas, de las que resulta que algunas puntas de hierro colocadas en lo alto de los campanarios y en otros parages, se habian visto iluminadas en tiempo de tempestad.

Estos fenómenos se verian con mucha mas frecuencia, si hubiese mayor número de observadores que al aproximarse las tempestades, ó durante las mismas, quisiesen consagrar algunos instantes á observaciones de este género. No nos estendemos mas sobre este objeto, porque hemos hablado ya de él, tanto al principio de esta obra, al tratar de la electricidad de la atmósfera y de las observaciones que prueban su existencia, como en el artículo de los para-rayos con puntas.

Si se quisiese representar el fenómeno del fuego de san Telmo y el de los campanarios por medio de un experimento, bastará colocar una punta de metal aislada á cierta distancia bajo el gran conductor de una máquina eléctrica puesta en movimiento, y al instante se distinguirá un penacho luminoso, sobre todo si el aposento está oscuro. Dicho efecto se verificará tambien aunque la punta no esté aislada; mas en este caso será menos brillante.

## CAPÍTULO SEGUNDO.

*De los fuegos fátuos y lambentes.*

TAMBIEN se cuentan entre los metéoros ígneos aquellas luces que el vulgo llama fuegos fátuos. Háilos de dos especies: los unos se ven por lo comun sobre la cabeza de los hombres ó de algunos animales, y á éstos se les ha dado el nombre de *ignis-lambens*; los otros son aquellos que suelen aparecer en los cementerios y en los terrenos pantanosos.

La primera especie de fuegos, que se observa en muchas circunstancias sobre la cabeza de los niños, de las mugeres y tambien de los hombres; sobre las crines de los caballos, en el espinazo de los bueyes, gatos, conejos, &c., fue conocida de las antiguos.

..... *Oritur mirabili monstrum:*  
*Ecce levis summo de vertici visus Iuli*  
*Fundere lumen apes, tactuque innoxia molli*  
*Lambere flamma comas & circum tempora pasci.*  
*Nos pavidi trepidare metu, crinemque flagrantem*  
*Excutere & sanctos restinguere fortibus ignes.*

VIRGIL. *Æneid.* lib. 2. vers. 682.

En mi obra de la electricidad del cuerpo humano pueden verse un gran número de observaciones curiosas relativas á este objeto. Allí se hallan algunos ejemplos de muchas luces que han brillado espontáneamente sobre el cuerpo humano y sobre diferentes animales, ora excitados por un frotamiento, ora sin este estímulo. Estos fenómenos luminosos son efectos de la electricidad animal espontánea, de la cual hemos hablado con mucha estension en la obra citada, á la que en un todo nos remitimos.

No hablaremos aquí de las luces fosfóricas, pues éstas no pertenecen á los metéoros. Aquellos enjambres de escarabajos y moscas luminosas, de hormigas aladas y otros insectos brillantes que se encuentran en las Antillas segun refiere el padre du Tertre; en la provincia de Guatemala en América, en la costa de Coromandel segun otros viajeros y naturalistas; en Italia, como lo observan Vallisrieri, Scheuchzek, Willughbi, Rai y otros muchos que se refieren á éstos; en Alemania, en donde Muschembroeck y Gleditsh vieron algunos; aquellos enjambres de diversos insectos que brillan como nuestras luciérnagas, cuando están reunidos en gran número parecen nubes ó columnas luminosas, y otras veces fuegos errantes que se mueven en diversós sentidos. Mas todas estas apariencias de luz no pueden

considerarse sino como fósforos, ó si se quiere como efectos de la electricidad animal.

La segunda especie de fuegos de que hablamos, aparece algunas veces en el estío y el otoño en los terrenos pantanosos, y suele llenar de espanto á las gentes del campo, que le atribuyen una causa poco filosófica, segun indica su mismo nombre; contribuyendo mas á confirmarles en su preocupacion, el que estos fuegos parece que siguen á las personas que huyen de ellos, y huyen de las que los siguen, y muchas veces cuando se les toma por guia en un camino, es lo ordinario caer en algun hoyo. Estos efectos son un resultado de la grande movilidad y estremada ligereza de estos fuegos, á los que el menor viento arrastra segun la direccion del que los persigue: para ahuyentar pues estos fuegos es necesario dirigirse á ellos, pues es muy natural que parezca que se aproximan á las personas que hacen esfuerzos para evitarlos. Ademas dichas luces son mas propias para deslumbrar que para iluminar en las tinieblas.

La causa de dichos fuegos puede provenir del aire inflamable de los pantanos, de la electricidad ó de la reunion de uno y otro. La esperiencia y la observacion han puesto fuera de duda que en los pantanos y terrenos cenagosos existe aire inflamable: basta para obtenerle remover con

una caña el limo de dichos sitios , con lo cual se verá luego una cantidad muy considerable que se escapa al traves del agua que cubre mas ó menos la superficie : y si entonces se aproxima la luz de una bugía , se encenderá al momento el aire inflamable y se estenderá la llama á larga distancia. De la misma causa dependen muchos fenómenos conocidos , que era imposible esplicar antes del descubrimiento de los gases. Tales son los que se han observado en las inmediaciones del lago mayor cerca de Como en Italia , en la Nueva-Jersey en América , en el Delfinado y en otros muchos parages. Con arreglo pues á estos principios podria creerse que los fuegos fátuos no son otra cosa que gas inflamable , producido por las materias animales y vegetales que se hallan en estado de putrefaccion en los terrenos pantanosos ó en los cementerios , y encendido espontáneamente, ó bien por una causa estraña.

Podria tambien discurrirse que la electricidad subterránea tiene grande influencia en la produccion de los fuegos fátuos ; porque si , como no puede dudarse , el fluido eléctrico abunda algunas veces con esceso en el seno de la tierra , es natural que se escape de allí para restablecer el equilibrio , y que brille bajo la forma de penachos eléctricos sobre los diferentes puntos de la superficie por donde se hace la erupcion. Y como

estos fuegos eléctricos son por su naturaleza muy poco densos, parecerán sumamente movibles y ligeros, y obedecerán fácilmente á diferentes impulsos. No tengo noticia de que hasta ahora se haya explicado así dicho fenómeno.

Los penachos eléctricos que se desprenden de la superficie de un conductor electrizado lleno de escabrosidades, ó de la de una platina de metal en donde se hayan hecho algunas rayas, pueden dar una idea de este fenómeno. Aunque el fluido eléctrico puede producir por sí solo ciertas especies de fuegos en terrenos no pantanosos ni llenos de aire inflamable, sin embargo, como estos fenómenos son mas conocidos en las inmediaciones de los pantanos y en otros parages semejantes, nos parece mas natural atribuirlos al aire inflamable unido á la electricidad. El gas inflamable se exhala del seno de la tierra, como tambien de las materias animales y vegetales que se hallan en fermentacion; y mezclándose en la superficie con el aire atmosférico puede encenderse fácilmente, ora sea por cierto grado de calor que se le comunique por diferentes sustancias, ora por el fluido eléctrico acumulado en algunas porciones metálicas y piritosas, el cual produce una chispa al pasar á otras sustancias, y tambien por el que se lanza de la tierra á la atmósfera ó de ésta á la tierra.

En mi curso público de física experimental me valgo del siguiente experimento á efecto de hacer mas sensible esta esplicacion. En una gran vasija llena de agua jabonada, inyeto una porcion de aire inflamable por medio de una vegiga, en cuyo orificio hay una espita. Luego que se acerca á la superficie del agua la luz de una bugía, se ve brillar una ligera llama tan movible que el menor soplo que se escita por cualquier lado la determina á obedecer con la mayor facilidad al imperceptible viento que se produce. Si se mueve la mano con alguna viveza adelante ó atras, á derecha ó izquierda, al momento se observa que la llama sigue ó huye de la mano.

Si se mezcla el aire atmosférico con el inflamable, se verifica una detonacion; la cual es incomparablemente mas fuerte cuando la mezcla se hace con aire descargado del flogístico. Jamas olvidaré que haciendo en cierta ocasion el experimento de este último modo y en gran dosis, fue tan fuerte el ruido de la esplosion, que sin embargo de haber en la sala mas de trescientas personas, todos quedaron sordos por espacio de medio cuarto; de manera que durante este tiempo tuve que suspender la esplicacion. Se ha observado algunas veces que el aire inflamable unido á la electricidad, influye en la produccion de muchos metéoros ígneos terrestres con esplo-

sion ó sin ella; pero en general, fuera de los casos de los fuegos fátuos propiamente dichos que se ven sobre los terrenos pantanosos, el gas inflamable no es mas que una causa secundaria.



## CAPÍTULO TERCERO.

*De los fuegos vagos ó estrellas errantes.*

No hay nadie aun entre las gentes del pueblo, que no conozca el fenómeno que se designa ordinariamente con el nombre de estrellas errantes, y que no le haya presenciado muchas veces. Dichos fuegos se dejan ver como unas brillantes estrellas, que parece se desprenden de la bóveda celeste y dejan tras sí un camino de luz: son unos pequeños globos de fuego que parecen seguidos de un rastro luminoso muy vivo, semejante á un surco de luz, y cuyo diámetro aparente parece igual á una estrella. Esta luz suele aproximarse tanto á la tierra, que parece que cae sobre ella.

Esta clase de fuegos se observan en todos los tiempos del año, no solo durante la primavera y el otoño, como muchos autores han asegurado, sino tambien en todas las estaciones, y aun en el invierno. Por mi parte puedo asegurar haberlos visto muy á menudo todos los años en tiempos de frios y heladas; y tambien son muy frecuentes cuando hay auroras boreales, lo que muchas veces he observado.

Seria un error imaginar que este fenómeno

solo se verifica durante la noche. Las causas que le producen existen igualmente durante el dia; pero su esplendor es entonces demasiado débil para ser sensible, porque cuando está el sol sobre el horizonte, derrama torrentes de luz con tanta profusion, que todo otro resplandor queda enteramente absorbido, y hasta las mismas estrellas, que son en realidad otros tantos soles, desaparecen, por decirlo así, á vista de la luz del dia. Sin embargo, Gasendo y Bernier aseguran haber visto de dia algunas estrellas errantes cuyo fenómeno no debe parecer mas extraño que el de distinguir á Venus y otros planetas, y tambien estrellas, cuando el sol está sobre el horizonte y median circunstancias propias para favorecer este efecto.

Cuando reinaba el sistema de las exhalaciones inflamables, se creía que la materia de las estrellas errantes era una sustancia viscosa é inflamable, y se suponía que en los parages en donde habia caido dicho fuego se encontraba una materia pegajosa de color blanco amarillento salpicada de manchas negras. Pero MMr. Merette y Mortón probaron de un modo convincente que Fludd Brussee y sus partidarios habian tomado los excrementos de los cuervos y otras aves por la materia de dicho fenómeno. El error no podia ser mas grande, y ciertamente era señalar á las es-

trellas errantes un origen bien poco digno de este brillante fenómeno.

Recuérdense las razones físicas y químicas que hemos dado para demostrar que el rayo no provenia de las efervescencias que produce la mezcla de diferentes materias, y fácilmente se conocerá que las mismas razones destruyen la opinion que atribuye á la propia causa las estrellas errantes. La electricidad es el único principio de este fenómeno: si el fluido eléctrico se halla acumulado en algunas pequeñas porciones de la atmósfera, se hará visible bajo la forma de un globito, de una chispa ó de una estrella; porque un fluido que nada en otro de diversa naturaleza, toma ordinariamente la figura esférica, y por otra parte la distancia y poco volúmen de dichos fuegos, no permiten distinguir los diversos ángulos y diferentes irregularidades que pueden tener, y les dan en la apariencia una redondez que no tienen, de la misma manera que una torre cuadrada nos parece redonda cuando la miramos de lejos. Mas el fluido eléctrico no bien está acumulado en un parage, cuando procura equilibrarse, y hallando entonces en la atmósfera algunas porciones diseminadas de vapores acuosos, que son escelentes conductores, debe dirigirse sucesivamente sobre ellos y brillar en todos sus intervalos, como se verifica en los cuadros

de vidrio en que se han dibujado algunas figuras por medio de rombos metálicos para representar iluminaciones eléctricas. Puede verse sobre este objeto nuestra memoria inserta en las observaciones de física del mes de julio de 1776. La celeridad de los movimientos del fluido eléctrico no permite distinguir las multiplicadas interrupciones de luz en toda la longitud que el fenómeno ha recorrido, y la línea entera parece iluminada, á la manera que el espacio que recorre un tizon encendido que se agita circularmente con gran rapidez. Esta esplicacion particular de las estrellas errantes no creo que hasta de ahora se haya dado por ningun físico, pues se han contentado con decir que este pequeño metéoro provenia de la electricidad; mas sin desenvolver en manera alguna los principios que se refieren á su formacion y á las apariencias que presenta.

## CAPÍTULO CUARTO.

*De los globos de fuego.*

Los globos de fuego que se ven algunas veces en la atmósfera, no son tan frecuentes como otros muchos metéoros. Para poder formarse una idea de este fenómeno, es necesario referir algunas observaciones; y entre las que se han hecho en diferentes tiempos elegiremos las mas modernas. El globo de fuego que observaron muchos sábios el 17 de julio de 1771 no solo en diferentes provincias de Francia sino tambien en Inglaterra, tenia en apariencia un pie de diámetro y un movimiento progresivo de noroeste á sudeste; su luz, que era muy brillante, solo duró algunos segundos. Dos minutos despues se siguió un ruido semejante en un todo al del trueno, debiendo advertirse que el cielo estaba muy sereno en todas las provincias que rodean á Paris.

Persuadidos de que una observacion mas circunstanciada puede ser útil, referiremos la del sábio astrónomo Mr. de la Lande. Este metéoro apareció segun él á las diez y treinta y seis minutos de la noche. »Era, dice, una luz muy viva y resplandeciente, que al parecer se formó al noroeste de Paris, como si el cielo se hubiese

abierto en un espacio de quince ó veinte grados. Este globo, mayor y mas brillante en la apariencia que la luna en el lleno, tomó la forma de una pera que se calculó tendria un pie de diámetro, y dejó tras sí una cola dentada blanca en el medio, amarilla á las orillas y que parecia despedia chispas y colores variados. Su movimiento fue de noroeste á sudeste, aproximándose sin embargo á la direccion nortesur, pasando muy cerca del zenit lo mismo que un cohete en corta diferencia, pero con menos rapidez. La luz era azulada, y el rastro que dejaba tras sí pareció descender hácia la tierra en diversos puntos de Paris, por lo cual hubo quien creyó que habia caido." Mr. Bailly, que estaba en Chaillot, vió desvanecerse dicho globo por la parte de sudeste, derramando una gran luz blanca con un sinnúmero de chispas semejantes á las estrellas de los fuegos artificiales: dicha luz solo duró un segundo, mas su resplandor iluminó á todo Paris de un modo maravilloso.... Cerca de dos minutos despues oimos un estallido semejante al del trueno ó á tres ó cuatro cañonazos; mas era un ruido sordo que duró algunos segundos (un minuto segun otros): el intervalo de dos minutos manifiesta que la detonacion se habia verificado á ocho ó diez leguas de Paris; y el caballero de Lorenzi observa que el estallido venia de la parte

de oriente. Muchas personas compararon dicho ruido al de un carruage cuando baja con rapidez de una colina. Rompiéronse los cristales en varios puntos, y señaladamente en el observatorio real (1). »Segun algunas observaciones su cabeza estaba rodeada de pavesas, de las cuales algunas parecia que pertenecian al cuerpo mismo del metéoro y otras estaban separadas de él; y en su cola, orlada de rojo, se veían sembrados los colores del arco iris. Dicho globo, habiéndose hecho en cierto modo estacionario, tomó una forma mas prolongada parecida á una pera, advirtiéndose en su centro cierto hervor acompañado de vapores: despues de lo cual estalló derramando un sinnúmero de luces, semejantes á las estrellas de los fuegos artificiales.» La figura 4.<sup>a</sup> de la lám. 4.<sup>a</sup> representa este metéoro tal como le vió Mr. Landsman, profesor de fortificacion en la escuela militar de Paris, poco antes de reventar.

El 30 de setiembre de 1774 á cosa de las siete y media de la tarde, despues que Mr. Forster dobló la punta meridional oriental de Calcedonia y dejó atras á Pine-Island ó la isla de los Pinos, todos los que se hallaban sobre la cubierta del buque vieron por el lado del norte un

1 Diario de los sábios, 1771. pág. 610.

globo luminoso de la magnitud del sol y no menos brillante que este astro, que se precipitó hácia el horizonte con extraordinaria rapidez. Su luz era entonces pálida, y reventó sin hacer la menor esplosion, pues el único ruido que se oyó parecia al silvido sordo que hace un pedazo de encina que está ardiendo. Cuando estalló este metéoro se vieron salir muchas chispas que se esparcieron en diferentes direcciones; la parte inferior, que tenia forma de pera, se hizo notable por una luz azulada que dejó tras sí al precipitarse. Dichos navegantes quedaron entonces tranquilos; mas segun las observaciones de muchas personas inteligentes, estos globos se miran como precursores de borrasca: y en efecto, Mr. Forster y sus compañeros sufrieron aquella noche un recio temporal con terribles golpes de viento y lluvia (1).

El 18 de agosto de 1783 atravesó parte de Inglaterra un globo semejante á los anteriores, el cual pasó sobre Lóndres á las nueve y media de la noche é iluminó el horizonte por espacio de veinte segundos. Venia de nordeste y se dirigia á sudeste. Un observador creyó haberle visto salir de una nube: poco antes de su aparicion

1 Observaciones sobre la historia natural hechas por Mr. Forster en un viage al rededor del mundo.



oyó dicho físico un ruido sordo, y á muy poco apareció encendida en fuego toda la nube y despidió el metéoro. En ninguno de los puntos en donde se observó se notó que se inclinase hácia la tierra. Á las diez y algunos minutos se le vió en Portsmouth, y desapareció dentro de muy poco.

Este mismo globo fue visto en Paris y en otras varias ciudades de Francia, y presentó muchas particularidades curiosas, de las que Mr. de la Lande hace la relacion siguiente en una carta sobre este objeto, arreglada á las observaciones de los astrónomos MMr. Dagelet y le Francais. Dicho metéoro apareció sobre el horizonte por la parte del norte un poco hácia el oeste, semejaba á Júpiter que estaba entonces muy visible; mas luego que se elevó hácia el zenit quedó semejante al disco de la luna, formando una especie de gavilla luminosa muy brillante, ó mas bien una serie de diez globos pequeños, que ocupaban de oriente á occidente un espacio de mas de quince grados con sus colas mas brillantes que los mismos globos. Los mayores de éstos tenían en apariencia un cuarto de grado de diámetro; algunos semejaban á estrellas de primera magnitud; en otros se disminuía sensiblemente la luz, dejando en pos de sí un rastro de fuego azulado; algunos se desvanecieron enteramente, y los mas consi-

derables continuaron dirigiéndose hácia el sudeste hasta perderse en el horizonte. La duracion de este metéoro fue de quince á veinte segundos.

La historia de la Academia al año 1740 hace mencion de un metéoro de este género que se dividió en muchos globos pequeños. La noche del 23 al 24 de febrero se vió cerca de la rada de Tolon un globo de fuego de color violado, y habiéndose elevado poco á poco se sumergió en seguida en el mar, de donde volvió á levantarse como una pelota rechazada; despues de lo cual habiendo llegado á cierta elevacion, reventó y esparció diferentes globos de fuego, de los cuales unos cayeron en el mar y otros en los montes. El ruido que hizo al estallar fue semejante al de un trueno de los mayores; mas como duró poco, podia compararse mas bien al de una bomba (1). En 1761 se vió en Borgoña un globo de esta especie, y cuando estalló se observó en diferentes parages una lluvia de fuego (2).

La celeridad de los globos de fuego no siempre es igual, pues se han visto algunos que recorrian cinco millas en un segundo, y otros veinticinco en el mismo espacio de tiempo: la celeridad del

1 Historia de la Academia de las ciencias, 1740. pág. 3.

2 Idem. 1761.

de 1771 se calculó de ocho leguas por segundo.

Lo mismo sucede con respecto á la elevacion de estos globos sobre la superficie de la tierra, pues tambien varía mucho. Cuando el globo del mes de julio de 1771 empezó á verse, estaba diez y ocho leguas de elevacion; pero despues se aproximó mucho á la tierra, por manera que cuando estalló solo distaba de ella nueve leguas. El que observó Montarini en 1676 estaba á treinta y ocho millas de elevacion; el de 1718, de que habla el célebre Halley, á sesenta millas (1), y el de 1758, sobre el cual escribió una memoria el caballero Pringle, estaba á noventa millas de elevacion.

Resulta tambien de lo que acabamos de establecer, que los diámetros de los diversos globos de fuego deben ser muy diferentes entre sí; y ademas que el diámetro aparente de uno de dichos globos, no puede ser constantemente el mismo en todos los instantes de su aparicion. Se han visto algunos cuyo diámetro era de media milla, y otros de milla y media.

Para poner algun órden en el gran número de

1 Arguthnot en su ensayo sobre los efectos del aire observa que aunque á dicha elevacion fuese el aire treinta mil veces mas raro que cerca de la superficie de la tierra, era sin embargo apto para la propagacion del sonido, pues en algunos parages se oyó la esplosion de dicho metéoro.

observaciones hechas sobre muchos globos de fuego de que han hablado los físicos hasta el día, y conocer mejor su naturaleza y la de los diversos fenómenos que se han seguido, nuestra opinion es que solo difieren entre sí por la intensidad del fluido eléctrico que los forma; que deben clasificarse entre los rayos cuando producen efectos de cierta energía; debiendo por el contrario colocarse entre las estrellas errantes en los casos en que por los fenómenos que los acompañan se juzga que su causa tiene poca fuerza.

En mi opinion todos estos fenómenos dependen de una sola y misma causa; esto es, de haberse acumulado en un punto cualquiera de la atmósfera una porcion de fluido eléctrico, el cual así condensado, por efecto de su tendencia al equilibrio, pasa con rapidez del parage en donde se halla con abundancia á aquel en donde está escaso. Como su naturaleza es análoga á la del fuego, debe brillar y parecer efectivamente como tal, y de consiguiente presentará una forma esférica como todo fuego y toda luz. Segun la celeridad de su movimiento, que será mayor ó menor, se verá unas veces como una columna luminosa ó un surco de luz, y otras descenderá á la tierra ó se disipará en la atmósfera antes de llegar; en algunas ocasiones se dividirá en muchos fuegos ó globos; en otras se oirán esplosio-

nes mas ó menos fuertes. En ciertas circunstancias será visto como una estrella, y aproximándose en seguida á la tierra, parecerá mayor y semejará á un globo: de manera que su magnitud ó su proximidad, harán que se le tenga por un verdadero globo de fuego. Las materias conductoras esparcidas en el aire, concurrirán tambien á modificar estos fenómenos de diversos modos.

MMr. Arden y Constable hicieron un experimento, que es ciertamente curioso y muy adecuado para probar la verdad de nuestra esplicacion de los globos por la acumulacion del fuego eléctrico. Se colocó una jarra cubierta, de la cabida de siete azumbres poco mas ó menos, bajo el primer conductor de una buena máquina eléctrica, el cual estaba diez pulgadas distante de lo mas alto de la jarra. La comunicacion entre ésta y el conductor la formaba un alambre de laton encorvado por un lado sobre el conductor, y que por el otro atravesaba un tubo de vidrio para impedir que la materia eléctrica se dissipase con facilidad. Dicho alambre penetraba hasta el medio de la jarra, y terminaba con un pedazo de cadena de laton que iba á parar al fondo.

Dispuesto todo así se puso en movimiento la máquina, y despues de haber dado cerca de cin-

cuenta vueltas (1) al disco, vieron los físicos citados dentro de la jarra un globo de fuego muy semejante á una bala de hierro encendida, que tendria tres cuartos de pulgada de diámetro, y giraba sobre su ege subiendo á lo largo del tubo de vidrio por donde pasaba el hilo de alambre que conducia la electricidad á lo interior de la vasija.

Continuando el movimiento de la rueda, siguió el globo de fuego girando sobre su ege y subiendo á lo largo del tubo de vidrio, hasta que llegó á lo mas elevado del primer conductor; allí estuvo girando algun tiempo sobre sí mismo, despues de lo cual bajó poco á poco, girando siempre sobre su ege como lo habia hecho al subir, hasta que vino á ponerse de tal modo bajo la cubierta de la jarra, que ya no podia verse. Poco despues se vió un gran relámpago, al que siguió una fuerte esplosion y un olor de azufre que se percibió en toda la pieza. Á un lado de la jarra, á dos ó tres pulgadas de la cubierta, se halló un agujero redondo de mas de tres cuartos de pulgada de diámetro, tan perfectamente cortado como si se hubiese hecho con un diamante; ha-

1 El tiempo estaba sereno, la máquina obraba con mucha fuerza, y estaba colocada entre los espectadores y una ventana á tres pies de distancia.

biendo saltado la cubierta tres ó cuatro pulgadas al rededor de la abertura. La jarra era una botella muy doble de Crown glass.

Habiéndose repetido esta experiencia con otra jarra, no se vió ningun globo de fuego; mas la vasija se descargó por sí misma con un gran relámpago y una fuerte esplosion, en corta diferencia por el mismo sitio que la primera; pero en lugar de la abertura que se hizo en aquella, habia en ésta un círculo de cerca de tres cuartos de pulgada, de un color blanco semejante al de la greda, y la cubierta habia saltado tambien como en el primer experimento. Luego que se tocó la parte blanca, se hundió y se vió que era vidrio reducido á polvo muy fino.

Terminaremos este artículo diciendo que es menester no confundir con los globos de fuego, muchas apariencias luminosas que los antiguos designaron con los nombres de *viga*, *lanza*, *venablo*, *coluna*, *antorcha*, *cabra saltadora*, segun la luz era oblonga y paralela al horizonte, terminaba en punta movable ó inmisible en el aire, ó mas ancha por un extremo; en fin, de figura unas veces interrumpida y otras entera. Se les llamaba *pirámides* cuando la base era mucho mas ancha que la punta; *dragones* si eran gruesos por el medio y delgados por los dos extremos, y *escudos* á los que tenian la forma redonda y

aplastada al mismo tiempo. Todos estos fenómenos pertenecen propiamente á las auroras boreales.

No han faltado sábios que hayan tomado por cometas los globos de fuego: tales fueron Hevelio y Wallis. El primero en su escelente cometografía mira como cometas muchos globos de fuego, y el segundo cayó en el mismo error tratando del metéoro que se observó en Inglaterra en 1676. El caballero Pringle ha creído tambien en nuestros dias que muchos globos de fuego son cuerpos permanentes que es probable hagan revoluciones.



---

# TERCERA PARTE.

---

## DE LA AURORA BOREAL.

**L**A aurora boreal, cuyo espectáculo es tan magnífico, se ha dejado ver en todos tiempos; y como los filósofos antiguos no conocían su naturaleza, la designaban según sus diferentes apariencias con los nombres de *abismo*, *lanzas*, *cabelleras* ó *barbas*, *cabras*, *hachas*, *antorchas*, *lámparas*, *resplandor* é *incendio del cielo*. Creían que las diferentes figuras con que se presenta dicho fuego formaban otras tantas especies diversas, siendo así que realmente no son sino variedades del mismo fenómeno.

Uno de los que primero hablaron de la aurora boreal de un modo propio para hacerla conocer fue Aristóteles, á quien por tanto tiempo se ha dado el nombre de príncipe de los filósofos. Unas veces compara este fenómeno á una llama con mezcla de humo, otras á la luz de una lámpara que se está apagando, y algunas al incendio de una campiña, cuando se queman los rastrojos: fenómeno, dice, que solo se ve durante la noche

y en tiempo sereno (1). Ciceron dice en su tercera catilinaria que se han visto hácia la parte del occidente antorchas encendidas y todo el cielo ardiendo. Plinio asegura que se ve en el cielo un incendio que parece caer sobre la tierra en lluvia de sangre, como sucedió el año tercero de la Olimpiada 107, cuando Filipo se ocupaba en la conquista de Grecia; y añade en seguida que durante el consulado de C. Cecilio y Cn. Papiro, esto es, hácia el año 641 de Roma, se habia visto el cielo encendido, lo cual sucedió muchas veces (2). Séneca coloca entre los fuegos celestes el cielo encendido de que los historiadores hablan con tanta frecuencia: *Inter hæc ponas licet et quod frequenter in historiis legimus cœlum ardere visum, &c.* Julio Obsequens que por los años 395 de Jesucristo compuso un libro de los prodigios, refiriéndose particularmente á Tito Livio, habla muchas veces del *cielo encendido, noches claras como el dia, antorchas que se estienden de oriente á occidente, &c.* (3) Conrado Lycostenes adicionó esta obra para suplir lo que falta al original. En toda la serie de siglos que han trascurrido desde

1 Aristóteles: De los metéoros. lib. 1. cap. 4 y 5.

2 Plinio: Historia natural. lib. 11. cap. 26, 27, &c.

3 Julio Obsequens: De prodigiis. cap. 13, &c.

aquella época hasta nuestros dias se hallan en diferentes escritores pruebas ciertas de la aparicion de la aurora boreal; mas no creemos necesario repetir aquí sus relaciones.

Este metéoro es bastante frecuente en nuestros dias, pues no hay año en que no se presente muchas veces, y los observadores descubren mas al paso que son mas exactos en dirigir sus miradas hácia aquella parte del cielo en que suelen aparecer. Yo he observado por mí mismo muchas, cuya descripcion he comunicado á Mr. Wanswinden, que está trabajando una obra sobre este objeto.

Entre ellas escogeré una, cuyas apariencias fueron muy brillantes, y en la que parece haberse reunido las principales y mas bellas circunstancias que suelen percibirse en muchas apariciones de estos fenómenos. La descripcion siguiente que remití á la Academia de las ciencias de Mompeller fue leida el 18 de diciembre de 1777.

## CAPÍTULO PRIMERO.

*Descripcion de una grande aurora boreal y de los principales fenómenos propios de este meteoro.*

**H**ACE muy pocos dias que fuimos testigos del espectáculo mas grandioso que los cielos pueden ofrecer jamas á las débiles miradas de los mortales. Tanta pompa celeste, tanto aparato de magnificencia, no hizo otra cosa que escitar nuestra curiosidad y penetrarnos de admiracion; mas el pueblo, y señaladamente las gentes del campo, quedó sobrecogido y pasmado de terror, temiendo como nuestros buenos abuelos que fuesen presagios siniestros y anuncios de acontecimientos desgraciados. Merced á las luces de la filosofía estas preocupaciones vergonzosas, frutos del temor y de la pusilanimidad, han desaparecido casi enteramente de las ciudades y han ido á refugiarse á nuestros campos, asilos ordinarios de la ignorancia y la felicidad.

La aurora boreal que se vió en Bezieres á las seis de la noche del dia 3 de diciembre de 1777, es una de las mas hermosas que se han visto en largo tiempo. Unas grandes manchas rojas esparcidas por diferentes puntos del cielo hácia el

oriente , y sobre todo por la parte del norte y ocaso , fueron el preludio de la magnífica escena que se preparaba ; y dicho espectáculo era tan brillante y variado , y ocupaba en el cielo un espacio tan dilatado , que no se sabia hácia qué punto dirigir la vista.

Á algunos grados de elevacion sobre el horizonte , se observaron á diferentes distancias varias nubes negras y oscuras , de mayor ó menor estension. Una de ellas , ó mas bien la apariencia de una nube mayor que las otras , miraba directamente al norte mucho mas baja que la estrella polar ; aumentóse despues su latitud , y tomó por fin la figura de un segmento oscuro de forma antes elíptica que circular. Un arco concéntrico semejante á un limbo blanco , ó á una banda de luz blanca , superaba dicho segmento negro , cuyas orillas estaban por consecuencia mas iluminadas que el centro , y segun el lenguaje de los antiguos parecia que representaba un abismo , ó la entrada de una caverna : verdadera ilusion óptica , que es un efecto de la degradacion de la luz.

La luz del otro arco se conservó bastante uniforme por algun tiempo ; mas luego sufrió algunas variaciones é irregularidades en su circunferencia : el arco se hizo dentado por la parte del este , esto es , que su luz estaba interrumpida por intervalos oscuros del color del segmento , que no

guardaban simetría en su colocacion. El arco luminoso pareció en un principio como de unos quince grados; luego se elevó á veinticinco y despues á treinta y cinco por lo menos; su amplitud se aumentó proporcionalmente desde cuarenta y cinco hasta setenta y cinco grados, y despues á ciento y quince.

De diferentes puntos de la circunferencia de dicho arco salian rayos brillantes, saltaderos y gavillas de luz; veíanse tambien algunos que nacian del seno mismo del segmento oscuro, y la mayor parte de ellos se lanzaba de diferentes puntos por encima del arco luminoso; estendíanse mas ó menos á una grande elevacion, y tambien se veían muchos que partian de diversos puntos del horizonte, de oriente á occidente, por los dos lados del arco luminoso, y me pareció que su direccion se inclinaba constantemente al horizonte. Ví algunos que pasaban cerca de las costelaciones de las Pleyades y Aries; otros por Erictonio, Perseo y Casiopea; otros por Hércules y la cabeza del Dragon, y otros por el Águila y el Cisne. Una parte de este aparato de luz estaba en proyeccion sobre cinco grandes manchas ó bandas irregulares de grande amplitud, mas anchas que largas, que en toda su estension tenian un color rojo de sangre muy vivo y brillante, y cuya direccion era tambien oblicua al

horizonte. Tres de dichas manchas estaban situadas entre el norte y el oeste, y las otras dos hacía el este; y por esta razón parecía que el todo del fenómeno estuviese más inclinado al occidente que al oriente: además el centro del segmento oscuro y del arco luminoso, no miraba directamente al norte, si que declinaba un poco hacía el occidente.

Las columnas y saltaderos de luz y las gavillas luminosas que se lanzaban de diversos puntos del horizonte, ó de las manchas rojas y del arco luminoso que circunscribía el segmento oscuro, á los límites que quedan indicados, eran de diferente brillo y magnitud. Algunas de dichas columnas y rayos de luz parecía que se reunían cerca del zenit, y aun que pasaban de este punto. Para cerciorarme de ello clavé perpendicularmente en el suelo un piquete, y dirigí á lo largo de él mis miradas, á fin de evitar los errores á que podían inducirme las ilusiones ópticas: por este medio pude observar distintamente algunas columnas que se prolongaban más allá del zenit y otras que no llegaban. De este concurso mútuo de las columnas y rayos luminosos, resultaba una apariencia de cúpula ó pabellon que no llegaba á completarse por la parte del sur.

Es de advertir que estas columnas, que desde las inmediaciones del horizonte parecía que se

elevaban y reunian en el punto mas alto del cielo, no se prolongaban sin interrupcion entre su latitud y longitud; sino que por el contrario habia en ellas tanta discontinuidad, que la mayor parte no tanto parecian porciones de un mismo todo, como pequeñas columnas colocadas acá y allá á diferentes distancias. En general, dichos arcos, columnas y manojos de rayos luminosos eran de color blanco y fosfórico; mas sin embargo en muchos parages tenian cierto viso rojizo, y en otros amarillo anaranjado ó de una especie de verde azul.

El referido espectáculo solo duró con toda su pompa algunos minutos, y estuvo en su mayor esplendor á las seis y cuarto en corta diferencia. En seguida sufrió varias alternativas de movimiento, desaparicion y reaparicion en algunas de sus partes, de modo que la figura total era muy variable y tomaba sucesivamente muchas formas raras; así es que tan pronto no se observaba ningun intervalo, sino un arco continuo de luz pálida, ya se presentaba el segmento mas iluminado, ya se veían mas ó menos interrumpidos ó brillantes los rayos ó columnas; otras veces desaparecian algunas partes considerables, para volver á aparecer de nuevo con alguna novedad en su figura. Esto es lo que puede decirse de las variaciones de este fenómeno, que muy bien



podia llamarse un verdadero Proteo , segun las diversas formas que tomó para burlarse al parecer del observador mas atento. Esta aurora resplandeciente , con todas las alternativas de que queda hecha mencion , duró hasta cerca de las siete , á cuya hora empezó á disminuirse considerablemente ; por manera que un cuarto despues ya no se veía en el cielo ningun vestigio de todo el magnífico aparato de columnas radiosas, surtidores de luz, gavillas brillantes y manchas rojas. Solo quedó entonces una aurora boreal tranquila , semejante á un crepúsculo fuerte ; y largo tiempo despues aun ocupaba dicha luz un grande espacio , que se estendia mucho mas hácia el occidente que hácia el oriente. Su elevacion fue de unos cuarenta grados , y su brillo era menor en razon de su distancia del horizonte ; subsistió desde antes de las seis hasta cerca de media noche , disminuyendo gradualmente de elevacion y amplitud. Cubríanla en gran parte las magníficas apariencias del fenómeno de que hemos hablado , y de ahí es que sus porciones correspondientes al segmento elíptico oscuro , á las columnas , á las fajas y á los rayos luminosos , cuyo esplendor era mas brillante , no permitian descubrirla ; pudiendo únicamente observarse bien en las diminuciones y desapariciones de aquellas partes brillantes del fenómeno : y nunca se la vió

mayor que despues de haberse estinguido del todo la aurora resplandeciente. Para evitar la confusion desearia yo que se llamase aurora boreal la que se conoce con el nombre de *resplandeciente*, que es la que se presenta con colunas, saltaderos y rayos de luz, &c., y *crepúsculo boreal* á la aurora boreal *tranquila* que se vió desde las siete hasta las nueve, y desde las nueve y media hasta la media noche; reservando siempre el nombre de *luz septentrional* para designar este fenómeno constante y visible cerca del polo, y aun en la Groenlandia y Espitzberg. Sobre este crepúsculo boreal estaba proyectado como sobre un fondo de luz, el hermoso espectáculo de que hemos sido testigos.

Mientras la aurora boreal se mostraba con todo su esplendor, se veían constantemente algunas nubes negras á las inmediaciones del horizonte; siéndolo mucho mas las que estaban á la parte del norte que las del mediodía. Entre noroeste y nordeste estaban esparcidas á cierta elevacion otras nubes, negras tambien y muy densas, las cuales se distinguian mucho mejor cuando se verificaban las diminuciones alternativas de las apariencias brillantes, y sobre todo despues de su estincion desde las siete hasta las nueve y diez minutos.

Á cosa de las nueve y cuarto se repitió el fe-

nómeno ; pero de un modo mucho menos brillante que el que se habia visto antes entre seis y siete. Yo distinguí entonces cuatro grandes bandas rojas de vasta estension : la mas occidental pasaba por el Delfin , la segunda por el Cisne , la tercera por la Osa menor , y la cuarta en corta diferencia estaba á la misma distancia de la estrella polar que la que pasaba por el Cisne , es decir , cerca de Erictonio. Se vieron algunos saltaderos de luz blanca , semejante á las colunas y rayos que arriba se han descrito , principalmente en la banda que cortaba oblicuamente el Cisne ; á las nueve y veinte minutos solo subsistia esta banda , pues las otras tres habian desaparecido. En seguida fue disminuyéndose hasta extinguirse del todo , quedando únicamente la aurora tranquila ó crepúsculo boreal.

Dichas cuatro bandas rojas , como tambien las cinco que se habian visto tres horas antes , eran de un rojo de fuego muy vivo , ó bien de color de sangre muy encendido como de ordinario lo son ; y ciertamente no se estraña cuando se ven que las hayan tomado en otro tiempo por incendios del cielo y de la tierra. Á su vista se presenta naturalmente á la memoria lo que pasó bajo el imperio de Tiberio , con motivo de la aparicion de un fenómeno de esta clase : las cohortes romanas creyeron que la ciudad de Ostia estaba

ardiendo , y corrieron á ella para socorrerla. Tambien se creyó que este fenómeno era un incendio en tiempo del emperador Severo ; y en 1709, en ocasion de otra aurora boreal, muchos cuerpos de guardia de la guarnicion de Copenhague se alarmaron del mismo modo , batieron las cajas y se pusieron sobre las armas. Las manchas rojas que se vieron en estas épocas, estarian sin duda muy inmediatas al horizonte ; pero en nuestro fenómeno estaban tan elevadas , que no era fácil equivocarse.

Yo y otras muchas personas observamos durante la aurora boreal una multitud de los meteoros conocidos con el nombre de estrellas errantes, y al mismo tiempo señalaba el barómetro veintisiete pulgadas, diez líneas y un tercio, y el termómetro de Reaumur cinco grados y cuarto sobre el yelo. La aguja magnética presentó variaciones en su declinacion, señaladamente á las seis y media, á las siete, á las nueve y á las diez ; al otro dia y los siguientes no se advirtió alteracion alguna en su direccion.

Tambien hice algunas observaciones eléctricas: los dos dias anteriores habia sido muy débil la electricidad escitada por medio de una buena máquina de rueda: la mañana del dia en que apareció la aurora boreal adquirió alguna fuerza, como tambien despues de medio dia ; pero á las

cuatro ó cuatro y media de la tarde, quizá por la humedad, se disminuyó su fuerza, la cual se aumentó mucho por la noche al tiempo de la aurora boreal. Sin embargo, su energía aun no llegaba á la que se observa en los tiempos favorables; mas hubo ciertamente un aumento constante, que se observó aun en los dias siguientes, en los que yo electrizaba de propósito. Los mismos fenómenos que en la máquina experimenté en el electróforo, siendo mas fuertes y largas las chispas. Una especie de conductor aislado que se elevaba muchos pies sobre el tejado de la casa hácia la parte del norte para recibir la electricidad aérea, dió dos ó tres veces algunas chispas al presentarle un cuerpo metálico, y tambien se experimentaron atracciones y repulsiones de varios cuerpecillos ligeros que le presenté.

En cuanto al estado de la atmósfera, el dia 2 entre siete y ocho de la mañana cayó una ligera lluvia, y el cielo permaneció cubierto y nebuloso el resto del dia. El 3 se presentó igualmente nebuloso, corriendo viento noroeste, que entre dos y tres se cambió en norte no muy fuerte: veíanse constantemente algunas nubes esparcidas, y el sol apenas se dejó ver unos instantes al traves de las nubes. Despues de las cinco y media de la tarde se vió una serie de nubes espar-

cidas al rededor del horizonte, mas numerosas á la parte del mediodía, y casi ninguna hácia lo alto del hemisferio. Á las seis se vieron algunas nubes negras hácia el norte, las que aunque se habian disminuido en estension subsistian aun en parte á las siete y cuarto. El cielo estaba muy claro por la parte del norte, y algo nebuloso hácia el mediodía; pero sin embargo, se veían muy distintamente las estrellas, aunque menos centellantes que cuando está el cielo absolutamente sereno: tal fue el aspecto del cielo hasta cerca de las nueve, que es cuando empezó la repetición de la aurora boreal. Durante el resto de la noche se vieron aun menos nubes, y así siguió hasta cerca de media noche.

Dia 4: tiempo cubierto, cielo nebuloso en toda su estension; las veletas señalaban viento norte suave, que no producía agitación alguna en las hojas de los árboles; barómetro, á las nueve de la mañana, veintisiete pulgadas, ocho líneas y media; termómetro cinco grados sobre cero; á las once desaparecieron los vapores y nubes, escepto las del horizonte, el sol brillaba y hacia sentir algún calor; el termómetro, que estuvo siempre al norte, señalaba seis grados. El cielo permaneció en este estado hasta las doce y cuarto, en cuya hora se cubrió y cargó de nubes. Á la una y media estaba el barómetro á veintisiete

pulgadas, siete líneas y media, y el termómetro á ocho grados. Á las tres y media veintisiete pulgadas y siete líneas el barómetro, y siete grados y cuarto el termómetro; en seguida sobrevino una ligera lluvia, reinando siempre viento norte.

La noche del 5, como tambien las siguientes, heló; por la mañana corria viento norte frio y fuerte, sin llegar á ser impetuoso. Despues de salir el sol ya solo quedaron algunas nubes al rededor del horizonte. Á las nueve y media señalaba el barómetro veintisiete pulgadas, cinco líneas y media; y el termómetro cinco grados sobre yelo. Á las doce menos cuarto, barómetro veintisiete pulgadas, cinco líneas; termómetro seis grados y medio. Á las dos y á las tres, barómetro idem; termómetro seis grados; viento mas fuerte, que calmó al acercarse la noche: dicha calma duró hasta el otro dia.

Dia 6: nubes esparcidas por el cielo, que solo dejaban ver el sol por intervalos. Á las nueve y media, barómetro veintisiete pulgadas, seis líneas y media; termómetro seis grados y medio, viento noroeste; á las diez, norte fuerte; á las tres y media de la tarde, barómetro veintisiete pulgadas, tres líneas y media; termómetro tres grados, viento norte frio, cielo claro y sin nubes, escepto las inmediaciones del horizonte.

Dia 7: barómetro veintisiete pulgadas, diez

líneas ; termómetro medio grado sobre cero, norte, cielo despejado ; á las ocho de la mañana sol, &c.

De algunos años á esta parte he observado muchas auroras boreales resplandecientes, pero no he visto ninguna como la que acabo de describir, aun comprendiendo la del 18 de enero de 1770, de la cual decia el ilustre Mr. de Mairan en carta á Mr. Bouillet padre, fecha en Clichy el 27 de octubre del mismo año: *la aurora boreal observada por Mr. Bertholon de nuestra Academia, es curiosa y digna de quedar notada en nuestros registros*; y sobre la que me pidió en seguida algunas esplicaciones, que tuve el gusto de comunicarle: tal es el fenómeno de las auroras boreales, que llaman la atencion universal, y pueden formar épocas brillantes en la historia de las ciencias.

La lám. 3.<sup>a</sup> ofrece la vista de la hermosa aurora boreal del 3 de diciembre de 1777. AAA, es el segmento oscuro ; BBB, el arco luminoso; CCC, rayos de luz; DDDDDD, saltaderos, gavillas luminosas, columnas de luz; EEE, almenas; FFFFFF, nubes negras.



## CAPÍTULO SEGUNDO.

*De la causa de las auroras boreales , y de su naturaleza fosfórico-eléctrica.*

EL deseo de conocer las causas de los admirables fenómenos que donde quiera presenta la naturaleza á nuestros ojos , es tanto mas vivo cuanto éstos son mas brillantes ; y en verdad que no hay ninguno que pueda compararse con la aurora boreal , cuyo esplendor y magnificencia esceden á toda espresion. Imaginóse en un principio que las exhalaciones elevadas de la tierra á la atmósfera , sufrían allí una fermentacion , de donde resultaba la luz y las columnas radiosas que forman el magnífico espectáculo de una aurora boreal ; mas las exhalaciones terrestres solo pueden elevarse algunas millas sobre la superficie de la tierra , y en manera alguna á la prodigiosa altura en que de ordinario tienen su asiento las auroras boreales , como consta por observaciones del mismo fenómeno hechas en diversos parages remotos , y por la paralaxe que se observa : de donde muchos geómetras célebres , fundándose en los cálculos mas ciertos de la trigonometría , han deducido la forzosa consecuencia de que la altura de este fenómeno era de dos y aun de tres-

cientas leguas. El padre Boscovich apreció la altura de la aurora boreal observada en Padua el 16 de diciembre de 1737 en doscientas setenta y cinco leguas. Si se desea una refutación directa del referido sistema de las exhalaciones, puede verse lo que en esta obra queda dicho para probar que el rayo no es un efecto de las efervescencias químicas.

Algunos físicos han recurrido para explicar la aurora boreal á los yelos y nieves que se hallan cerca de los polos, los cuales reflejan los rayos del sol sobre las capas superiores de la atmósfera. Mas ¿de dónde vienen aquellas columnas de fuego, aquellos rayos de luz que constituyen este fenómeno? Esta pregunta será la desesperación de los que siguen la indicada opinión. Mr. Halley atribuía la formación de la aurora boreal á la materia magnética que saliendo de los polos de la tierra, circula en derredor de ella; mas en esta hipótesis ¿cómo concebir los saltaderos y las columnas de fuego? El fluido magnético nunca ha llegado á hacerse luminoso en un iman encendido. Segun Mr. Mairan la causa de las auroras boreales consiste en la atmósfera solar, que algunas veces se aproxima bastante á la terrestre; mas esta idea gigantesca, como se apoya únicamente en principios precarios, ha sido generalmente abandonada. El célebre Eulero cree que

la aurora boreal dista nada menos que muchos miles de millas de la tierra, y que es efecto de la impulsión de los rayos solares sobre las partículas mas sutiles de nuestra atmósfera; pero esta opinion está sujeta á muchas dificultades.

Estaba reservado á la electricidad el descorrer el velo á esta especie de misterio de la naturaleza; mas sin embargo hasta de ahora se han contentado los físicos con decir de un modo vago y general que el fluido eléctrico producía la aurora boreal, y ningun autor se ha detenido á dar una esplicacion de sus diferentes fenómenos. Adoptado este sistema, la electricidad no sería mas que una palabra; pero no es este el modo de tratar las ciencias. A fin de proceder con mas seguridad en la presente discusion me parece necesario establecer algunos principios indudables, que puedan servir de base á mi demostracion; y si así puede decirse, hacer nacer de su mútua combinacion una esplicacion no menos sencilla que satisfactoria: tal debe ser la marcha de todas las ciencias.

#### PRIMER PRINCIPIO.

La electricidad que reina en todas partes, es mas fuerte y abundante en razon de la mayor elevacion. Esta asercion se prueba con los con-

ductores elevados para recibir la electricidad atmosférica, en los cuales se ve que la energía de las chispas que se sacan, es proporcional á la elevacion. Los cometas eléctricos que producen chispas y listas de fuego, cuya magnitud se aumenta á medida de su elevacion, acaban de convencernos de la verdad de este principio.

#### SEGUNDO PRINCIPIO.

La rarefaccion del aire está igualmente en razon directa de su elevacion: nadie podrá dudar de esta proposicion; porque la dificultad que se experimenta al respirar en las montañas mas elevadas, y el descenso del mercurio en el barómetro, son unas pruebas incontestables de su verdad.

#### TERCER PRINCIPIO.

Á medida que el aire es mas raro, propende mas la electricidad á manifestarse bajo la forma de una luz fosfórica. La experiencia pone esta verdad en el mayor grado de evidencia: en un matraz vacío de aire por medio de la máquina neumática, ó en unos tubos igualmente vacíos despues de haber sido soldados á lo alto del barómetro, se ven algunas llamas blancas, surtidores de luz y columnas resplandecientes, que se

agitan en diversos movimientos; cuyas apariciones y desapariciones sucesivas las hacen mas brillantes, y se cree ver el espectáculo de una aurora boreal. Ahora pues; es sabido que el vacío de la máquina neumática no es un vacío perfecto, pues siempre queda un aire muy enrarecido, y los grados de rarefaccion siguen cierta progresion relativa á la proporcion que hay entre la capacidad del recipiente y la del cuerpo de bomba; lo que prueba que el vacío no es absoluto, sino solamente relativo.

#### CUARTO PRINCIPIO.

El fluido eléctrico se dirige naturalmente de los parages en que abunda á aquellos en que se halla en menor cantidad: este es un principio de hidrostática de que no puede dudarse, y ademas lo demuestra la esperiencia diaria. Un cuerpo electrizado en mas, parte su esceso de electricidad con el que está electrizado en menos, y tambien con el que solo tiene electricidad natural; y quanto mas denso es el cuerpo electrizado en menos, mayor es la atraccion recíproca ó tendencia del fluido eléctrico hácia él. Esta es la razon que determina á los penachos y chispas á escaparse del conductor, á mayor ó menor distancia, cuando se le presentan cuerpos mas ó menos densos.

## QUINTO PRINCIPIO.

El fuego eléctrico , segun sus diferentes grados, parece blanco , rojo , amarillo , &c. Cargando mas ó menos el cuadro mágico, y descargándole con el escitador en estos diferentes estados , se percibe la referida variedad de colores , y por consecuencia los diversos grados de densidad.

## SESTO PRINCIPIO.

Todo fuego ó llama parece rojo cuando se mira al traves de vapores y exhalaciones , particularmente la luz fosfórica. Esta verdad no necesita pruebas , porque la acredita la esperiencia diaria. Mas para asegurarme de que la luz difusa que brilla en las vasijas de vidrio vacías de aire sufre las mismas modificaciones , al mismo tiempo que la máquina eléctrica ponía en movimiento mis fósforos eléctricos, hice exhalar algunos vapores, y mirando por entre ellos dichos fósforos, los ví rojizos en diferentes puntos; lo cual es un efecto de la refraccion, de la que resulta la descomposicion de los rayos de luz, segun la doctrina de Newton. Si se observan en ciertos tiempos del año las nubes que se hallan en el ocaso cuando el sol empieza á ocultarse, se verán con mucha

frecuencia pintadas de un color rojo y vivo como de sangre, lo cual proviene de que los rayos del sol son reflejados ó refractados por las nubes.

SÉPTIMO PRINCIPIO.

La materia eléctrica, que es muy abundante en las regiones elevadas, se dirige á los polos mas bien que al ecuador por razon de la virtud centrífuga, que por consecuencia necesaria de la rotacion de la tierra sobre su ege, es menor cerca del polo: véanse sobre esta materia los hermosos teoremas de Huighens y Newton.

OCTAVO PRINCIPIO.

El fluido eléctrico no se manifiesta nunca con tanta fuerza y abundancia como en los tiempos frios, en las regiones septentrionales y en los parages en que reina un frio muy intenso, á los cuales se dirige siempre con cierta preferencia. Esta proposicion está probada por las observaciones hechas por el abate Chappe en Tobolsk y en el resto de la Siberia, en donde vió mas rayos que en ninguna otra region; por otras muchas hechas en toda Europa, de las cuales resulta que la virtud eléctrica tiene mas energía en el invierno que en el verano; y por las esperiencias

de Mr. Achart de la Academia de Berlin , de las cuales se debe concluir que el yelo , ó el agua en estado de congelacion , es muy eléctrico á un grado de frio considerable como de veintisiete grados bajo cero. Y en efecto , el referido físico hizo todas las esperiencias de la electricidad con globos de yelo , y con botellas y platos estañados de la misma materia : estos son unos hechos nuevos que hace muy poco conocemos , y que confirman maravillosamente el principio establecido.

## NOTA.

Á medida que nos elevamos , alejándonos de la superficie de la tierra , experimentamos mas frio ; y esta es la razon de que las cumbres de los montes mas elevados , se hallen constantemente cubiertas de nieve : á la altura de dos mil trescientas toesas sobre el nivel del mar no existe planta alguna de ninguna especie , y á la de dos mil cuatrocientas treinta y cuatro es la nieve perpetua y no se derrite en ningun tiempo del año , aun bajo el ecuador : lo cual observaron MMr. Godin , Bouguer y la Condamine , académicos franceses , que en 1735 fueron por órden del rey á medir un grado del círculo equinoccial. De modo que esta zona de nieve forma en todas partes una línea de nivel , relativa á la elevacion en que no



se derrite; y la cumbre del Chimborazo, cuya altura medida geométricamente es de tres mil doscientas veinte toesas, sin embargo de hallarse en la zona tórrida, y casi bajo la línea, es inaccesible por razon del gran frio que reina en la parte de la atmósfera que la cubre. El frio que se siente sobre el Pitchincha, el Cotopaxi, el Chimborazo y las otras cordilleras del Perú, cuya elevacion escede á la de las mas altas montañas del mundo, es tan intenso que los animales no pueden resistirlo; yela los cuerpos y los endurece de tal modo que no se corrompen. Segun refiere Zárate (1) »yendo D. Diego de Almagro á descubrir á Chile, vió morir de frio en aquellas montañas muchos soldados, y cuando volvió á pasarlas cinco meses despues, en lo mas fuerte del verano, halló sus cuerpos que estaban aun de pie apoyados contra las rocas, y tan frescos como si acabasen de espirar. Algunos habia que tenian aun en la mano la brida de sus caballos, cuya carne sirvió de alimento á Almagro y sus compañeros.»

1 Historia de la conquista del Perú. lib. 3. cap. 2.

## ESPLICACION DE LA AURORA BOREAL.

Segun el primero, segundo y tercer principio, el fluido eléctrico reina con mas abundancia y fuerza en las regiones mas altas de la atmósfera, que segun los cálculos de MMr. Mairan, Eulero y Boscovich, se estiende cuando menos á dos ó trescientas leguas; segun el primero y cuarto principio, debe dirigirse hácia las regiones bajas de la atmósfera, y con arreglo al séptimo y octavo se inclinará mas bien al polo que al ecuador. Mas por el tercero se manifestará en este tránsito bajo la forma de una luz pálida, difusa y fosfórica, semejante á la de las columnas y saltaderos luminosos que se ven en el matraz y tubos vacíos de aire. Por el quinto principio dicha luz se presentará brillante, blanca ó roja, segun los diferentes grados de densidad del fluido eléctrico; y este color podrá aun sufrir algunas modificaciones en razon de los vapores y exhalaciones esparcidas en diferentes parages de la atmósfera, con arreglo al sexto principio. Esto es lo que hay esencial en el fenómeno de que tratamos, cuya esplicacion no podrá comprenderse si no se tienen presentes los principios que quedan referidos, demostrados por la esperiencia y la observacion. Mas las circunstancias accidentales que se mez-

clan con frecuencia en este fenómeno, ya de suyo variable, ocasionan grandes diferencias; y por esta razon creo necesario dar el resúmen de una esplicacion mas estensa.

La aurora boreal tranquila es efecto de la diffusion de la luz eléctrica que brilla por sí misma é ilumina los puntos inmediatos. Dicha aurora ó luz eléctrica; aparecerá luego que se verifiquen las causas que escitan la electricidad, cualesquiera que sean, del mismo modo bajo cierto respecto que los metéoros ígneos que provienen de este principio. Parecerá bajo la forma de un segmento circular porque se dirige hácia la zona polar, donde parece que sus rayos se convergen; y como las partes mas bajas de la atmósfera y el segmento esférico polar de nuestro globo tienen en corta diferencia esta figura, es natural que determinen al fluido eléctrico á tomarla, pues que es atraido por estas partes ó se dirige á ellas.

El segmento oscuro que se advierte de ordinario en las auroras boreales, resulta de que los rayos de luz eléctrica que van á terminar en las partes de la atmósfera que son mas bajas, mas mistas y mas eterogéneas, pasan por ellas como por otros tantos conductores. La esperiencia enseña que la luz eléctrica no brilla en los cuerpos que la trasmiten, sino solamente en el intervalo que los separa; y como todas estas sustancias

derramadas por las regiones inferiores están en contacto, habrá una continuidad de conductores, y por consecuencia la trasmision eléctrica se verificará sin ninguna interrupcion y sin que se vea luz alguna en aquella parte de la atmósfera. Además, la figura de dicho segmento será concéntrica al segmento de luz superior ó al arco luminoso que constituye la aurora boreal; porque estas sustancias mistas y conductoras como están esparcidas con igualdad por la atmósfera, segun el órden de sus gravedades específicas, están arregladas circularmente en rededor del globo de la tierra, hácia el cual se dirigen como otros tantos rayos convergentes.

Las nubes que se hallan algunas veces esparcidas en derredor del horizonte, sea que se encuentren allí por acaso, sea que estén agrupadas por efecto de la atraccion eléctrica; he observado muchas veces que aumentan como causa accesoria la profundidad de la oscuridad del segmento negro, que tendrá entonces el aspecto de un abismo, segun espresion de Aristóteles, ó de un hoyo como dicen otros.

El segmento oscuro parecerá mayor ó menor segun la elevacion del segmento ó arco luminoso que le es superior. Si éste tiene poca elevacion aquel no se distinguirá, sea la aurora boreal, tranquila ó resplandeciente. Sin embargo, puede

suceder que en esta última circunstancia sea tal el esplendor del fenómeno, que el segmento negro, á pesar de su elevacion, no aparezca oscuro á causa de la gran cantidad de luz reflectada: este efecto será entonces puramente óptico.

Las columnas de luz, los surtidores resplandecientes, los rayos luminosos y las gavillas brillantes que parece nacen de todos los puntos del segmento oscuro ó del arco luminoso, son formadas de rayos de luz fosfórico-eléctrica que bajando de las regiones superiores, en las que abunda mas, se dirige á las inferiores donde su cantidad es menor y brilla en el vacío; esto es, en el espacio intermedio. Dichos surtidores de luz parece que salen del segmento oscuro, porque estamos imbuidos en la preocupacion vulgar de que esta luz se eleva hácia la atmósfera, siendo cierto que se lanza realmente hácia la tierra; mas este error se desvanecerá en el momento en que se considere que es imposible distinguir el punto de donde parten los rayos luminosos, que se mueven con gran rapidez, y conocer si son divergentes de un centro ó si convergen en dicho punto. Si se dudase de la verdad de esta proposicion, bastará recordar que la chispa que estalla entre un conductor electrizado por un globo de azufre y el dedo de una persona no aislada, parece que parte del globo, siendo así que real-

mente sale del dedo: el sentido de la vista es poco seguro para conocer el origen de este movimiento. Las referidas columnas de fuego y saltaderos luminosos, apagándose por un instante para volver á aparecer en seguida con mayor brillo, ya á un lado ya á otro, como en el matraz y en los tubos vacíos de aire, y animados por la electricidad; formarán el espectáculo mas variable y magnífico que pueda imaginarse: en una palabra, una aurora boreal resplandeciente. Los intervalos que necesariamente se hallan entre diferentes rayos de luz convergentes hácia un arco, precisamente han de producir almenas ó bandas oscuras, que pueden variar al infinito é irse haciendo mas y mas irregulares, por las combinaciones de esta causa con otras muchas circunstancias accidentales, como por egemplo las nubes de que hemos hablado.

Reunidos hácia el zenit los saltaderos de luz, representarán una especie de cúpula, corona ó pabellon: efecto óptico de la convergencia real ó aparente de muchos rayos de luz. Las columnas y haces luminosos, agitados en diversos movimientos, tomarán mil formas diferentes segun la disposicion en que se les mire; y estas formas fugaces, produciendo impresiones que no pueden confundirse con las que les siguen, mudarán muchas circunstancias de este fenómeno en re-

sultados óptico-eléctricos: observacion que los físicos parece no han hecho hasta ahora. El punto de la mayor pompa y esplendor del fenómeno será á la parte del polo; porque allí, como se ha probado, se halla el fluido eléctrico con mayor abundancia, y tiene mas fuerza y energía, al paso que es mucho menor la fuerza centrífuga.

Este brillante espectáculo nos parecerá muy inmediato á la tierra, aunque en realidad se halle muy distante; y la razon es, que como no podemos conocer la distancia de los objetos que están muy apartados de nosotros sino por los que se hallan intermedios, y los ángulos ópticos son nulos en estas ocasiones, juzgamos que este aparato luminoso tiene su asiento en la region media del aire, porque no descubrimos ningun objeto visible en el intervalo que nos separa del lugar de la escena, que como consta por el cálculo y la trigonometría se halla á gran distancia de la superficie de la tierra. Muchas aúoras boreales han sido vistas por observadores situados en diferentes ciudades muy distantes entre sí, y por consecuencia han tenido una paralaxe muy sensible: por egemplo, la aurora boreal del 12 de setiembre de 1624 observada por Gasendo en Provenza, en Loudun por Bouillaud, en Venecia por Galileo y en Alepo de Siria por otros; la del 17 de marzo de 1716 en las partes meridionales y

septentrionales de Europa; y sobre todo la del 19 de octubre de 1726, que se vió en Petersburgo, Varsovia, Roma, Lisboa, &c. Ahora pues: esta paralaxe sensible que presenta la aurora boreal en diferentes alturas, prueba que la elevacion de este fenómeno, al menos en ciertos casos, es de doscientas sesenta y seis leguas, y en otros mas de trescientas. Puede consultarse sobre este objeto la obra de Mr. Mairan: Mr. Eulero coloca el asiento de la aurora boreal á una distancia todavía mayor. Véanse las memorias de Berlin, y se conocerá que es difícil resistir á las pruebas que el cálculo trigonométrico dió á estos ilustres sábios.

Despues que se leyó esta memoria en las sesiones que celebró la Academia de Mompeller el 18 y 23 de diciembre de 1777, é impresa el año siguiente en el diario de física (diciembre de 1778, pág. 442, &c.), parece que muchos físicos distinguidos la han adoptado, teniéndola por muy satisfactoria.

De nuestra esplicacion, y en especial del séptimo principio, resulta que la aurora de que hablamos, puede aparecer en el polo austral lo mismo que en el boreal; y los hechos confirman la verdad de esta consecuencia. Entre las muchas observaciones de esta especie, elegiremos una que es reciente, y á la que debe dar gran peso



el nombre de su autor. En 1770 vió el célebre Cook una aurora austral cerca del tiempo de los equinoccios, hallándose su buque muy lejos al sudoeste de Timor, y cerca de diez grados sur del ecuador. El 16 de setiembre á las diez de la noche apareció la aurora austral, y se elevó cerca de veinte grados sobre el horizonte, y su amplitud ó el arco de su estension era lo menos de noventa á cien grados, sin ningun movimiento de vibracion: el medio del arco de esta aurora austral tranquila estaba en el sud sudoeste, y continuó sin ninguna disminucion en la viveza de su luz hasta despues de media noche. Es una verdad que las observaciones de este metéoro en el polo austral han sido menos frecuentes que las de la aurora boreal, mas esto consiste en que los viajes de nuestros navegantes por la parte del polo austral son mucho mas raros; porque ello es cierto que la mayor parte de los que han permanecido algun tiempo en el hemisferio austral, y se han hallado á suficiente latitud, han observado estas auroras. Mr. Rosnevet hallándose á cerca de cuarenta y nueve grados de latitud, vió una que declinaba del sud al este lo menos diez grados (1).

Si á las pruebas que acabo de dar se añaden

1 Leyes del magnetismo por Mr. Lemonier. pág. 153.

las inducciones que pueden sacarse del aumento que se experimenta en la electricidad artificial en tiempo de las auroras boreales, las chispas eléctricas que se obtienen de las puntas aisladas en el aire, y las observaciones sobre los ambulones ó estrellas errantes, especie de fenómenos eléctricos que he observado muchas veces, y señaladamente durante la aparición de la hermosa aurora boreal del 3 de diciembre de 1777, cuya descripción acaba de verse; creo podrá lograrse el mayor grado posible de verosimilitud.

En la aurora boreal del 29 de febrero de 1780 que observé en Bezieres desde cerca de las seis y cuarto hasta las nueve y cuarto, la máquina eléctrica se manifestó mucho mas enérgica y dió mejores chispas que muchas horas antes de la aparición de dicho fenómeno, sin embargo de que el viento era el mismo: cuyas chispas me parecieron aun mas vivas hácia el tiempo medio de la duracion del fenómeno, y mas aun hácia el fin. Tambien probé la fuerza del electróforo y me pareció mayor. Los fósforos eléctricos animados por la electricidad artificial, aparecieron mas brillantes que en otras circunstancias. El barómetro señalaba veintiocho pulgadas y una línea, y el termómetro de Reaumur siete grados y medio sobre cero. Tambien ví en el cielo algunas estrellas errantes.

Durante la aparición de la aurora boreal del 15 de febrero de 1781, á cosa de las ocho y media de la noche advertí que habia adquirido gran fuerza la electricidad de la máquina, como tambien la de los electróforos, fósforos eléctricos y tubos vacíos de aire.

He dicho que durante la aparición de varias auroras boreales habia obtenido algunas señales de electricidad: otros muchos físicos, y entre ellos MMr. Canton y Volta, advirtieron igualmente que en dichas ocasiones eran mas fuertes que en tiempos ordinarios. Este último se espresa así: »Yo mismo lo dudaba; mas hoy miro la cosa como cierta, y puedo asegurar haberla visto y tocado, por decirlo así, con la mano.» En la hermosa aurora que se vió la noche del 28 al 29 de julio de 1780, en el momento en que elevándose poco á poco sobre el horizonte llegó al zenit entre las cuatro y cinco de Italia, derramando por todas partes una luz rojiza sobre un cielo sereno y por otra parte ventoso; con ayuda del condensador obtuve muchas y hermosas chispas, claras y fuertes: cuando en otros tiempos serenos á cualquier hora del dia ó de la noche el mismo conductor, aun uniéndole el condensador, no produce chispas ó da solo alguna muy pequeña, reduciéndose comunmente los signos de elec-

tricidad á la suave agitacion de un péndulo muy ligero. La observacion de que acabo de hablar, en la noche de la bella aurora boreal no la hice yo , sino mi amigo el canónigo Mr. Gattoni , con el cual hago algunas esperiencias , y que tiene en su casa el conductor de que he hecho mencion. Como dicho conductor no está muy elevado , ni su posicion es la mas ventajosa , es raro que sin el condensador dé signos eléctricos , á menos que no sea en una tempestad ó en una lluvia muy fuerte.

Tambien en la aguja magnética se han observado algunos movimientos irregulares durante la aparicion de muchas auroras boreales. El abate Hemmér, uno de nuestros mas distinguidos físicos , ha notado muchas veces dichas agitaciones, y solian ser tan fuertes, que por solo el movimiento de su aguja podia juzgar si habia aurora boreal ó no. Mr. Wanswinden observó tambien muchas veces , durante las auroras boreales, algunos movimientos muy irregulares en las agujas de sus brújulas.

El padre Cotte notó en Monmorenci variaciones muy sensibles en la aguja magnética durante las apariciones de las auroras boreales. En 6 de marzo de 1771 varió la aguja seis minutos , y siguió tambien variando todo aquel mes. El 26 de

marzo de 1773 hubo luz zodiacal y aurora boreal, y se observaron variaciones en la aguja magnética. Durante la del mes de setiembre de 1774 varió la aguja siete minutos. El 21 de enero de 1775 hubo una aurora boreal hermosa, aunque tranquila, en cuya ocasion una aguja de diez pulgadas declinó por la mañana diez minutos hácia el oeste, y otra de cinco pulgadas con chapa de ágata, treinta minutos. En setiembre de 1776 fue muy notable la variacion diaria y periódica de la aguja, desde el dia 16 en que apareció una aurora boreal precedida de un fuerte relámpago. estando el tiempo sereno. El 5 de marzo de 1777 hubo una aurora boreal, y aquel dia y los siguientes se aproximó la aguja magnética al norte mas de lo ordinario. El 6 de abril siguiente, durante una aurora boreal poco considerable, la aguja magnética se aproximó al norte diez minutos mas que lo habia estado mucho tiempo hacia. El 22 de setiembre de 1778 se verificó tambien la misma aproximacion de la aguja al norte.

Mr. Blondeau hizo en Brest algunas observaciones semejantes. El 7 de setiembre de 1777, durante una aurora boreal, advirtió este físico una variacion particular en la aguja magnética; pues habiéndola hallado por la mañana á dos ó tres minutos de su declinacion media, la encon-

tró al dia siguiente á quince ó diez y seis grados hácia el oeste.

El padre Weiss, célebre astrónomo de Tyrnaw en Hungría, observó el 18 de enero de 1770 una aurora boreal y muchas variaciones considerables en la declinacion de la brújula.

Mr. Bermann observó tambien muchas veces que una fuerte aurora alteraba la direccion de la aguja magnética (1).

MMr. Celcius y Hiorter notaron igualmente que dicha aguja estaba muchas veces agitada y como inquieta, cuando la luz boreal ascendia hasta el zenit ó pasaba de la parte meridional del cielo; de manera que su declinacion parecia seguir á dicha luz, y variaba algunas veces tres ó cuatro grados en algunos minutos.

Muchos físicos tanto de Inglaterra como de Alemania, fueron igualmente testigos de las singulares y curiosas variaciones que la aguja magnética sufre en tiempo de las auroras boreales. Mr. Lemonier opina que no puede dejar de convenirse en que en dichas ocasiones se manifiestan la abundancia y el juego de los fluidos eléctrico y magnético; y que en tiempo de huracanes, cuyos precursores son las auroras, están aun en accion uno y otro fluido: lo que se reco-

1 Transacciones filosóficas. tom. 52. pág. 485.

noce, dice, sea con las picas y puntas eléctricas, sea con las agujas de brújula (1).

El ilustre Mr. de la Lande dice tambien en su excelente astronomía: »Es probable que las auroras boreales tienen mucha relacion con los fenómenos eléctricos: hacen variar sensiblemente la direccion de la aguja magnética; electrizan las puntas aisladas colocadas dentro de grandes tubos de vidrio, y se asegura tambien haberse oido en algunas un chisporroteo semejante al de las chispas eléctricas. Segun las relaciones que se observan entre la materia del iman y la de la electricidad, no seria extraño que la materia eléctrica se dirigiese hácia el norte y saliese por los polos de la tierra, señaladamente en los parages en que abundan los minerales: en cuyo caso podria producir las auroras boreales.» Estas variaciones de la aguja magnética durante las auroras, las he observado algunas veces con aparatos que con este objeto habia dispuesto de antemano. Habiendo aislado algunas agujas de brújula, observé durante la aurora boreal del 29 de febrero de 1780 que sus agitaciones eran mayores que las que se notaban en las de igual longitud que no estaban aisladas: el aislamiento consistia en colocar dichas agujas, con chapa de

1 Leyes del magnetismo. pág. 116 y 117.

ágata de ocho pulgadas y tres líneas de longitud, sobre un plano de vidrio de bastante espesor, ó sobre un pedazo de resina y dentro de una caja de vidrio de diez pulgadas y media en cuadro. Tambien hice otro experimento harto concluyente relativo asimismo á la electricidad : á las dos estremidades de una aguja magnética de las mismas dimensiones que las precedentes, hice practicar una punta inclinada al ege de la aguja, semejante á aquellas cruces de hilo de laton, suspendidas por el medio, que se colocan sobre el primer conductor eléctrico para hacerlas girar bajo la forma de penacho luminoso por la erupcion del fluido eléctrico. Durante la aparicion de la aurora boreal del 15 de febrero de 1781, á cosa de las ocho y media de la noche, repitiendo las mismas experiencias logré iguales resultados.

En la observacion de una magnífica aurora boreal que hice en Paris el 27 de abril de 1783, hácia las once de la noche, noté semejantes agitaciones en las primeras agujas ordinarias de brújula. El 29, sobre las ocho y tres cuartos, apareció otra hermosa aurora boreal con dos distintos arcos, un segmento oscuro y tres ó cuatro columnas ; pero sin agitacion, al paso que en la del 27 se veía en todos los surtidores de fuego, que eran muchos, una fuerte agitacion y grandes movimientos de undulacion, que formaban un es-



pectáculo de los mas hermosos que yo he visto jamas, sin embargo de haber observado muchos fenómenos de este género.

Si á estas observaciones se añaden las que constantemente se han hecho en todas partes, de que las variaciones de la aguja magnética se verifican siempre que el tiempo está borrascoso, como el padre Cotte, muchos físicos y yo lo hemos observado, no podrá dejar de convenirse en que la aurora boreal es un fenómeno eléctrico.

Mas para poner esta materia en el último grado de convicción, describiremos en pocas palabras algunos experimentos de electricidad que representan la aurora boreal, y prueban que este metéoro proviene únicamente del fluido eléctrico en un alto grado de rarefaccion, como se encuentra en el vacío y en las regiones superiores de la atmósfera.

Supongamos que el tubo M, figura 6.<sup>a</sup>, esté vacío de aire y cerrado herméticamente: luego que se le aproxima á una máquina eléctrica en movimiento, se ve en su interior una hermosa luz fósforico-eléctrica, pálida y blanquizca, que llena toda su capacidad. En la figura 7.<sup>a</sup> el tubo NO contiene un poco de mercurio en el fondo de la bola inferior O; y lo mismo la especie de botellita PQ, figura 8.<sup>a</sup>, que encierra igualmente una corta porcion de azogue. El uno y el otro

están purgados de aire y cerrados en seguida á la lámpara ; y ambos producen igualmente luz cuando se ponen inmediatos á un conductor electrizado , ó bien si se frotan y agitan un poco. Pero nada es tan hermoso en este género , como la experiencia del sol eléctrico que se ve en la figura 9.<sup>a</sup> Compónese por egemplo de diez tubos de vidrio vacíos de aire , y cerrados herméticamente por los dos extremos : se disponen en forma de sol , fijándolos por un lado en un doble círculo de metal , al que están soldados otros tantos tubitos de hoja de lata , dispuestos en forma de rayos que parten de un centro ; y por el otro lado , sobre todo cuando son largos , se sujetan á un hilo de alambre circular. Si se pone este aparato á la inmediacion de una máquina eléctrica en movimiento , se ve luego una luz eléctrica que llena toda la capacidad interior de dichos tubos , de los cuales unos son rectos y otros forman algunas undulaciones. El espectáculo que presentan es ciertamente de lo mas hermoso que puede verse. Su luz está animada , como la de las auroras boreales , por un movimiento trémulo , si así puede decirse , que nunca deja de verse ; y es aun mas hermosa cuando el hilo de alambre circular está electrizado , y se sacan chispas del círculo metálico que se halla en el centro ó recíprocamente. Tambien puede

construirse con mas sencillez este aparato , no empleando sino la mitad de los tubos que se proponen y dándoles doble longitud; en cuyo caso se suprime el círculo del centro , y los tubos se sujetan por el medio con un hilo de hierro delgado y flexible , conservando siempre el grande hilo de cobre circular.

También puede darse á dichos tubos de vidrio una disposicion mas semejante á los saltaderos de luz que se observan en las auroras boreales; para lo cual basta colocar en un semicírculo de metal hecho como el que se ha descrito, tantos tubos vacíos de aire cuantos cañones de metal haya dispuestos para recibirlos, y poner á su extremo superior un hilo de hierro de figura semicircular: en este caso , luego que se dé movimiento á la máquina , se verá una representacion de los saltaderos de luz y columnas luminosas que se observan en las auroras boreales. Pero pronto veremos algunos experimentos que representan con mayor propiedad este brillante metéoro.

Un recipiente armado de una virola , y en cuyo interior se embarra el cuello de un pequeño matraz lleno de agua hasta la mitad , segun se ve en la figura 11.<sup>a</sup> , presenta tambien una especie de imágen de la aurora boreal. AA, es el recipiente referido de máquina neumática; B, el pequeño matraz que hace aquí funciones de botella de

Leyden ; C , cuello largo del mismo ; D , gancho semejante al de la botella de Leyden ; E , conductor de la máquina eléctrica ; FF , platina inferior de metal unida al recipiente ; G , llave que se enrosca al pezon de la máquina neumática , á fin de poder trasportar este aparato cerrando la llave referida despues de haberse hecho el vacío. En el momento en que se electriza el conductor y se carga de fluido eléctrico el interior de la botella B , se descarga la superficie exterior de una cantidad proporcionada de electricidad natural ; lo que se hace visible por muchos y hermosos surtidores de fluido eléctrico que se derraman por toda la cavidad del recipiente vacío.

Nótanse tambien algunas apariencias luminosas muy brillantes y animadas de mil diversos movimientos en un gran matraz H , como el que representa la figura 12.<sup>a</sup> Su cuello está armado de una virola G , á la que se adapta una llave I. La parte superior del matraz lleva un pequeño casquete de cobre , superado de una bolita del mismo metal. Luego que por medio de la máquina neumática queda vacío de aire , presenta uno de los mas hermosos espectáculos , si se le coloca convenientemente cerca de una máquina eléctrica en movimiento. Su cavidad interior se llena enteramente de una hermosa luz eléctrica , y de

una infinidad de surtidores luminosos agitados en diferentes sentidos; y con solo acercar la mano ó los dedos, parece que toma actividad su movimiento. Un gran tubo de seis ó siete pies de longitud y de diámetro proporcionado, ofrece igualmente un espectáculo luminoso cuando despues de estar vacío de aire, y cerrada la espita con que se aplica á la máquina neumática, se le aproxima á la eléctrica: véase la figura 13.<sup>a</sup> Se advierte en estas esperiencias que segun la intensidad del fluido eléctrico, es la llama blanca ó rojiza.

Pero nada en mi opinion representa con mas propiedad la aurora boreal, que la esperiencia siguiente que yo he discurrido y egecutado hace muchos años: Sea R, figura 14.<sup>a</sup>, un recipiente de máquina neumática, cuyo cuello esté armado de una virola V, de un tubo de cuero C, y de una varilla de cobre que atraviesa dicho tubo y el recipiente. Supongamos que dicha varilla se enrosque por su extremo inferior á una pequeña tuerca E, que está en medio de una especie de media luna de metal, cuya orilla interior tiene puntas angulares; y que ademas se coloca sobre la máquina neumática el segmento circular SS, bien sea enroscándole al pezon de la máquina, ó bien que descansa sobre dos pies: dicho segmento circular tiene en sus orillas una especie de

dientes ó puntas angulares, que corresponden á las de la media luna. Colocado así todo sobre la platina de la máquina neumática, y hecho el vacío, luego que se electriza el extremo de la varilla de cobre que pasa por el tubo de cuero, se ve el interior del recipiente lleno de una hermosa luz, y se observan surtidores de fuego que parten de las puntas de la media luna á los del segmento inferior que está sobre la platina. Dichos surtidores, columnas luminosas y rayos brillantes, se parecen en un todo á los que en la aurora boreal se lanzan de lo mas elevado de la atmósfera, en donde el aire es muy raro, sobre el globo de la tierra. Éste se representa aquí por el segmento circular, y lo alto de la atmósfera lo está por la media luna: las puntas angulares se colocan para dar regularidad á los rayos, y aumentar si es posible la magnificencia del espectáculo. Si se consideran con atención las diferentes circunstancias de este experimento, y la exacta similitud que existe entre él y la aurora boreal, no podrá menos de reconocerse que ésta es, como hemos explicado, un fenómeno eléctrico.

---

## CUARTA PARTE.

---

### DE LOS METÉOROS ACUEOS.

Los metéoros ácueos de que vamos á hablar, no solo son útiles, si no que algunos de ellos deben considerarse como necesarios para los animales y vegetales; porque á la verdad sin los rocíos y las lluvias que purifican y refrescan el aire, fecundan la tierra, nutren las plantas, y son el origen de las fuentes y de los rios; ¿que seria de todos los seres organizados que cubren la superficie de la tierra?

Compréndense bajo el nombre de metéoros ácueos todos aquellos que se forman de los vapores esparcidos por la atmósfera, y principalmente las nieblas, la lluvia, el rocío, la nieve y el granizo. Cada uno proviene de diferente causa; y como el fluido eléctrico tiene en muchas circunstancias una influencia conocida sobre ellos, no es posible dejar de examinar con la conveniente estension esta materia, en un tratado consagrado especialmente á este objeto.

## CAPITULO PRIMERO.

*De los vapores y exhalaciones.*

## ARTICULO PRIMERO.

*De la cantidad de vapores y exhalaciones contenidos en la atmósfera.*

**D**ase el nombre de vapores á aquellas sustancias acuosas que continuamente se elevan desde la tierra á la atmósfera, en donde flotan á merced de los vientos. Es imposible dudar de la prodigiosa cantidad de vapores contenidos en el aire que circunda el globo de la tierra, producidos por la grande evaporacion que sin cesar se verifica en todas partes. En el capítulo VI (primera parte) de la *Electricidad de los vegetales*, hemos tratado de la gran cantidad de agua que tributan á la atmósfera los mares, los rios, las tierras, los vegetales, los animales &c. &c.; la cual sirve de conductor á la electricidad natural que reina en el aire. Allí puede verse cuán grande es esta evaporacion, tanto en invierno como en verano, segun se acredita por los experimentos de M. M. Sedileau, Ganeron y otros; y se hallará tambien el cálculo de la evaporacion del mar mediterráneo, el mar muerto, y el que se halla situado entre los Trópicos; evaporacion que sube cada dia á catorce trillones doscientos setenta y seis billones doscientos cincuenta



millones de pies cúbicos de agua. Se encuentra también la suma de la evaporacion de la superficie de las tierras, la de la transpiracion de la innumerable multitud de vegetales que cubren la haz del globo terráqueo, y la de los hombres y animales que habitan la tierra: objetos todos curiosos, sobre los cuales hemos dado algunos pormenores satisfactorios que prueban que dicha agua así evaporada, cuya cantidad es igual al tercio de la masa del aire, se eleva á la atmósfera, en donde permanece como suspendida á diferentes alturas; pero la mayor elevacion de los vapores creemos sea la de 4400 toesas, que M. Bouguer ha fijado en la figura de la tierra.

En la misma obra citada, para que no se echase de menos nada de cuanto tenia relacion con este objeto, hemos referido las principales esperiencias que diferentes sábios hicieron para probar directamente que el aire de la atmósfera contenia una gran cantidad de agua: el álcali fijo vegetal, por ejemplo, estando bien seco, atrae y se carga en cualquier tiempo y parage de una porcion considerable de humedad. Mas sin hacer aqui mérito de los esperimentos que se refieren en la Electricidad de los vegetales, daremos á conocer uno, que es muy decisivo, y del que todavía no hemos hecho mencion.

Si desde un parage fresco se trasporta á otro caliente una vasija de vidrio ó de metal, se la verá muy pronto cubierta de gotas de agua; y el mismo fenó-

meno se observará si en lo mas fuerte de un verano muy seco se la llena de nieve (1). Los académicos de Florencia para hacer este experimento se sirvieron en varias ocasiones de un embudo de vidrio que terminaba en punta, y estaba cerrado por bajo. Habiéndole suspendido en el aire despues de llenarlo de nieve, se cubrió de humedad toda la superficie, y agregándose á los primeros otros nuevos vapores, aumentaron su masa y formaron en seguida muchas gotas de agua, que se vieron despues caer y destilar en una vasija que se habia colocado oportunamente para recibirlas. Es evidente la facilidad de calcular la cantidad de agua que se sostiene, la cual es mayor ó menor segun el tiempo, porque este efecto emana de la diferencia que hay entre la temperatura de la nieve y la del aire del parage en que se hace el experimento.

#### ARTICULO SEGUNDO.

*De la elevacion y suspension de los vapores y exhalaciones.*

**D**espues de haber demostrado la existencia de los vapores derramados por la atmósfera, parece muy natural examinar la causa de su elevacion; esto es, la potencia que hace que el agua que está sobre la

1 Muschenbroëck, tomo III. pág. 189.

superficie de la tierra, se eleve por el aire, y llegue á subir á la region de las nubes. Se sabe que el agua es ochocientas cincuenta veces mas pesada que el aire, y en tal estado, segun todas las leyes de la hidrostática, es imposible que pueda elevarse á tal altura, ni siquiera apartar un poco el aire que se halla sobre su superficie. Mas como la observacion acredita que el agua se eleva efectivamente á la atmósfera, es fuerza convenir en que cuando está reducida á vapores, es por lo menos ochocientas cincuenta y una veces mas ligera que en su estado natural.

Mas para ello es necesario ó que el volumen de cada molécula tenga un aumento proporcional, permaneciendo igual la masa, ó que sin variar el volumen ni la masa, se hagan respectivamente mas ligeras las moléculas de agua, en virtud de su union con otra sustancia mas ligera, á la manera que un pedazo de corcho hace que flote sobre el agua el cuerpo de un hombre que sin esta asociacion se iria á lo mas profundo de un rio. Este principio se halla en el mas alto grado de evidencia.

Cuando se espone el agua á cierto grado de calor, se enrarece su masa, y se aumenta proporcionalmente su volumen: si sube el calor, crece en la misma razon el efecto; aun antes de llegar á hervir se ve al agua elevarse bajo la forma de una especie de humo; y cuando en fin llega el calor á los

ochenta grados, y se completa la ebullicion, se elevan en mayor cantidad las moléculas y en poco tiempo desaparece enteramente la masa de agua.

Si el agua no hierve al aire libre sino en una vasija cerrada, entonces adquiere un grado de calor mucho mayor que el de el agua hirviendo, y se reduce propiamente á vapores. Entonces es su expansion catorce mil veces mayor que en su estado natural, y adquiere una fuerza capaz de los efectos mas prodigiosos, segun lo acredita del modo mas demostrativo, entre otras, la esperiencia de las bombas de fuego (1).

En estas diferentes circunstancias no tan solo se aumenta el volumen de las moléculas del agua, sino que su masa se une con muchas partículas de fuego, que son sin contradiccion mas ligeras que el agua, y aun que el aire; cuyos dos efectos provienen de la propiedad que tiene el fuego de enrarecer todas las materias sólidas y fluidas que se someten á su accion, y de que las moléculas de agua adquieren un grado mas ó menos considerable de calor. Y es evidente que estas dos causas deben hacer que las referidas moléculas se eleven á la atmósfera.

1 En el dia se saca mucho mas partido de la fuerza del vapor, que es ya el agente de toda clase de máquinas, barcos, carruages &c.

Mas este afecto ; es decir , la elevacion de las moléculas de agua solo puede tener lugar en tanto que la causa subsista , lo que no siempre se verifica. Luego que el agua se eleva sobre la vasija que la contiene , se halla en un medio , cuyo calor es mucho menor que el de la vasija ; siguiendo en elevarse , llega á un medio mas y mas frio ; lo cual puede demostrarse muy facilmente por medio de un termómetro : de donde resulta que el aumento de volumen de las moléculas de agua , y su asociacion con muchas partículas de fuego , debe sufrir una disminucion proporcionada ; porque sumergida en un medio mas frio el agua que se elevaba , debe perder proporcionalmente su calórico , y condensarse en la misma razon. Mas á una pequeña elevacion sobre la vasija , se halla el agua en un medio , cuya temperatura es igual á la del lugar en que se hallaba en el estado líquido antes de haberla puesto al fuego , y habiendo sus moléculas perdido sucesivamente toda su rarefaccion , y todo el fuego que habian adquirido , tendrán de consiguiente la misma densidad que tienen en su estado natural , y por precision volverán muy pronto á caer sobre la tierra. Síguese de aqui que la causa que hacia elevar el agua , deja muy pronto de producir este efecto , porque pierde la actividad , y es de todo punto insuficiente para hacer subir las moléculas del agua hasta la region de las nubes , donde el frio es muy intenso.

A todas estas consideraciones debe añadirse otra muy esencial ; á saber , que el calor que reina en la superficie de la tierra , está muy lejos de seme- jarse al del agua hirviendo que hemos tomado por ejemplo , pues de ordinario no llega al tercio ; y de consiguiente el de las moléculas de agua que natu- ralmente se elevarán á la atmósfera , se disminuirá mucho por la comunicacion del aire atmosférico , y no podrá tener lugar el efecto citado. No puede pues , esplicarse por estos principios la elevacion de los vapores hasta la region de las nubes ; mas sin embargo la causa referida es la única que pue- de presentarse con cierto aire de verosimilitud , por- que todas las demas que hasta el presente se han imaginado , deben ser mucho menos enérgicas en razon de que obran á mayor distancia de la tierra , donde es el frio mucho mayor.

Mas puesto que todo efecto supone precisamen- te una causa , veamos como descubrir una que sea capaz de producir la elevacion de las moléculas de agua hasta la region de las nubes , sin que sea obs- táculo el frio que reina alli perpétuamente , y sin contar para nada con el calor. Esta causa es sin du- da la electricidad , y aun suponiéndola sola , puede dar origen á todos los fenómenos que se notan en la elevacion de los vapores.

Es un principio reconocido que diferentes cuer- pos electrizados en el mismo grado , se repelen mú-

tuamente, al paso que atraen á los que no lo están, ó son atraídos por ellas; que es lo que se llama atraccion y repulsion eléctrica, fenómeno constante de cuya existencia no puede dudarse, y no es menos cierto que la masa de la tierra y la de la atmósfera se hallan siempre mas ó menos electrizadas. Las nubes y la atmósfera unas veces están electrizadas en mas y otras en menos. Ya quedan referidas las observaciones de Franklin, Kinnerley, Canton y otros muchos físicos, que establecen del modo mas incontestable, que el aire de la atmósfera unas veces se halla electrizado positiva y otras negativamente. Si la atmósfera está electrizada en mas, la tierra lo está en menos, y cuando la atmósfera lo está en menos, lo está en mas el globo de la tierra; y en cualquiera de estos dos casos el fluido eléctrico superabundante, en fuerza de las leyes del equilibrio, se escapa para dirigirse á los parages en que se halla en menos cantidad. Pero dicho fluido no puede pasar, por ejemplo, de la tierra á la atmósfera, sin llevarse consigo algunas moléculas de agua, y ser de este modo causa de su elevacion.

Supongamos que hallándose la atmósfera electrizada negativamente, superabunde en la tierra el fluido eléctrico: en tal caso, para igualarse deberá este derramarse por la atmósfera, segun queda dicho. En estas circunstancias todas las partes sólidas y fluidas que se hallen sobre la tierra, estarán tam-

bien llenas de fluido eléctrico, sus moléculas se repelerán, propenderán á escaparse, y se escaparán en efecto cuando la fuerza de cohesion sea inferior á la de repulsion eléctrica; y de este modo todas las partículas volátiles y susceptibles de evaporacion, rodeadas de una atmósfera eléctrica, como todos los cuerpos electrizados y repelidos por la repulsion eléctrica, se desprenderán de la superficie de la tierra, y se elevarán tan altos como exija su fuerza repulsiva. A esta causa se unirá otra, y resultará un efecto proporcional: esta causa segunda será la atraccion eléctrica; porque si la tierra está electrizada positiva y la atmósfera negativamente, la masa de la atmósfera atraerá las moléculas acuosas, y los vapores que por ser muy ténues y volátiles puedan obedecer á la accion de estas dos causas. De este modo las partículas acuosas que se hallan en la tierra, ó cerca de su superficie, se elevarán á la atmósfera, y aun hasta la region de las tempestades, donde segun la hipótesis admitida reina la electricidad negativa, que por su atraccion sobre los cuerpos ligeros, las atraerá á pesar del frio de la atmósfera.

Y si hubiese alguna dificultad en comprender de qué modo las moléculas de agua, cuya gravedad específica es mayor que la del agua, se elevan sin embargo por efecto de la atraccion y repulsion eléctrica; bastará recordar que si se ponen algunas partículas de oro batido sobre una plancha de cobre



electrizada, son al momento repelidas hácia arriba, á pesar de su gravedad, y atraídas además por los cuerpos inmediatos no electrizados. Y lo mismo sucede cuando la superficie de la plancha está sembrada de pequeñas gotas de agua; y es que cada uno de estos corpecillos ligeros se halla entonces rodeado de una atmósfera eléctrica. Tambien podrian añadirse aqui los esperimentos sobre le evaporacion y la transpiracion, que se refieren en el tratado de la *Electricidad del cuerpo humano*.

Hace ya algunos años dispuse yo un experimento curioso que sirve admirablemente para confirmar esta verdad. Hice construir un pequeño balon de intestino de vaca, que es materia muy ligera, y habiéndole llenado de aire atmosférico, y atádole al extremo de un hilo, le coloqué á cierta distancia del conductor de la máquina eléctrica, reteniendo en la mano el otro extremo del hilo. En este estado principié á mover la máquina, y al momento fue elevándose el pequeño globo mientras lo permitió la longitud del hilo, y habiéndose prolongado este, llegó el balon á ponerse en contacto con el conductor. En esta experiencia se observa que á medida que el balon se eleva, se siente el efecto de una fuerza muy notable, que se hace mas sensible cuando se tira del hilo para hacerle bajar.

No diré que con esta experiencia pueda probarse que el fluido eléctrico que reina en las regiones

elevadas del aire , concurra como causa con la ligereza específica del fluido contenido en los balones á su elevacion á la atmósfera ; porque de este objeto he tratado ya en mi obra sobre los globos aerostáticos ; pero sí debe observarse que en esta esperiencia se ve un cuerpo mas pesado que el aire , como lo es el balon de intestino , aunque lleno de aire atmosférico , elevarse hácia el conductor de la máquina luego que esta se electriza ; sostenerse en el aire mientras dura la electrizacion , y volver á caer luego que cesa esta , efectos todos de la atraccion eléctrica.

A vista de estos experimentos no puede dejar de convenirse en que los vapores y las exhalaciones que se elevan continuamente del globo de la tierra , no suben á la atmósfera sino por un efecto de la atraccion y repulsion eléctrica , ó de ambas juntas.

Por este medio podremos esplicar de un modo seguro , claro é inteligente á todos , la evaporacion que continuamente se verifica sobre la superficie de los rios y mares , y aun de todo el globo terrácneo. Y del mismo modo puede tambien concebirse la causa de la transpiracion de los vegetales y de los animales , que es harto considerable, segun hemos probado en nuestra *Electricidad de los vegetales*.

La misma causa que hace elevar los vapores , es la que los mantiene suspendidos en el aire ; porque como se ve por las esperiencias que dejo referidas,

la repulsion eléctrica que eleva los cuerpos ligeros, los tiene suspendidos á cierta distancia del conductor, en tanto que la electricidad conserva la misma fuerza; vuelven á caer si disminuye, y se alejan mas si aumenta: que es lo mismo que sucede con los vapores y la electricidad de la atmósfera.

Los vapores que se elevan asi de toda la superficie de la tierra hasta la region media de la atmósfera, son el verdadero vehículo que emplea la naturaleza para distribuir en la masa de aire que circunda nuestro globo, el fluido eléctrico que suele hallarse acumulado en algunas regiones de la tierra; de modo, que dichos vapores producen un efecto contrario al de las lluvias, las cuales nos transmiten la electricidad de la atmósfera. El rocío pues, el sereno, las nieblas, las lluvias y los vapores, son los medios sencillos de que se sirve la naturaleza para la circulacion del fluido eléctrico de la atmósfera á la tierra, y de esta á la atmósfera.

No parece posible que se dude de estas verdades, si se tiene presente que el agua, tanto en el estado de líquido como en el de fluido; esto es, en su estado natural, ó reducida á vapores, es un excelente conductor del fluido eléctrico. Esta verdad ha quedado demostrada por medio de muchas experiencias en los capítulos VII y VIII de la primera parte de la Electricidad de los vegetales, que están enteramente consagradas á este objeto: remi-

tiendo pues, á aquella obra á nuestros lectores, bastará decir aquí: 1.º que el agua está considerada como el mejor conductor que se conoce despues de los metales: 2.º que el humo y el vapor del agua se prestan maravillosamente á transmitir la materia eléctrica, lo cual consta por la esperiencia de una bugia humeante, ó de una vasija llena de agua hirviendo, colocadas sobre el conductor de la máquina eléctrica; pues si encima de ellas se suspenden unas bolitas de corcho aisladas, la separacion de estas demuestra la comunicacion de la electricidad por el intermedio del vapor y del humo: 3.º en fin, que está probado que el vapor del agua puede recibir una porcion de electricidad mucho mayor que la misma agua en su estado de fluidez.

Lo que se ha dicho de los vapores en corta diferencia, debe aplicarse en general á las exhalaciones, bajo cuyo nombre entendemos todas las sustancias volátiles que no son de naturaleza acuosa, que se elevan como los vapores á la atmósfera, y se sostienen en ella á diferentes alturas. No parece necesario advertir que como todos los cuerpos de los tres reinos de la naturaleza producen exhalaciones, es fuerza que estas sean muy diferentes entre sí, y variadas al infinito; al paso que los vapores son todos acuosos; esto es, de una misma naturaleza, y de consiguiente conductores del fluido eléctrico.

Y ¿aventuraríamos demasiado si supiésemos también que las variaciones del barómetro dependen *en parte* de la electricidad de la atmósfera? Nadie duda que la elevación y la suspensión del mercurio en el tubo de Torricelli, son efectos de la gravedad del aire; que en general siendo esta mayor ó menor, sube también mas ó menos el mercurio del barómetro; y que los vientos mas ó menos fuertes, y la presencia de los vapores y de las exhalaciones, influyen igualmente en las variaciones del barómetro. Mas tampoco puede dudarse con fundamento que el fluido eléctrico, que tan á menudo se escapa de la tierra para elevarse y esparcirse por la atmósfera, disminuya en parte la gravedad del aire y la de los vapores: efecto que no puede verificarse sin causar un descenso proporcional en el mercurio del barómetro; esto es, sin ser una causa de sus variaciones.

## CAPITULO SEGUNDO.

### *De las nubes.*

**L**as moléculas ácueas que se elevan de la tierra no siempre son tan densas que puedan sostenerse suspendidas cerca de su superficie en forma de nieblas; al contrario sucede con frecuencia, que son bastante ténues para subir hasta una region mas elevada, en donde su reunion forma esas masas de va-

pores que conocemos con el nombre de nubes. El fluido eléctrico que se desprende de la tierra arrastra consigo, como queda visto, los vapores ácueos; si estos son demasiado densos, los eleva solo á una distancia corta, proporcionada á su peso y á la energía actual de la electricidad; que es la razón porque si se colocan sobre el conductor algunos cuerpos leves, se les ve cuando se electriza elevarse á una altura mayor ó menor, proporcionada á su masa y á la fuerza actual del fluido eléctrico; y si algunos de dichos cuerpos son demasiado graves, permanecen unidos al conductor.

Muchas de dichas partículas, al paso que van elevándose, se reúnen sucesivamente con otras que se hallan diseminadas por el aire, y á las cuales no se ha comunicado todavía el fluido eléctrico de la tierra; porque aquí suponemos el primer instante de un tránsito del estado positivo al negativo. Estas partículas pues, se harán mas pesadas que un volumen igual de aire, y volverán á caer sobre la tierra desde las diferentes alturas adonde hayan llegado; mas otros muchos de estos vapores muy sutilizados, se elevarán hasta una grande altura, segun el grado de sequedad del aire y el de la electricidad reinante, grado relativo á la fuerza actual del fuego eléctrico que se desprende de la tierra, y á la diferencia de electricidad positiva de la tierra, y la negativa de las nubes y de la region media de la atmósfera.

Para formarse una idea clara de las nubes, deben considerarse como unas grandes nieblas mas elevadas que las que se observan en las inmediaciones de la tierra. Todos los que se han hallado sobre montañas muy altas, conocen esta verdad que han podido observar distintamente. En muchos de los viages que he verificado para hacer observaciones particulares sobre la historia natural, y conocer mejor los grandes fenómenos de la naturaleza relativos á los metéoros, he visto muchas veces hallándome al pie de los montes algunas nubes que los cubrian en parte; mas cuando llegaba á la mitad de su elevacion, me veia metido en las nubes, que no eran otra cosa que unas nieblas semejantes en todo á las que suelen verse en invierno cerca de la superficie de la tierra; y cuando llegaba á la cumbre, veia debajo de mí aquellas mismas nubes, que me ocultaban la tierra y los valles que habia atravesado, y descubria encima un cielo puro y despejado.

Estas nubes; esto es, estas masas de vapores acumulados, cuando son impelidas hácia los montes, los humedecen y son el origen de las fuentes y manantiales, y por consiguiente de los arroyos y rios que cruzan por diferentes puntos la superficie de la tierra para dirigirse al mar; y esta misma agua, por efecto de una evaporacion continua, vuelve á elevarse hasta la region de las nubes, des-

de donde cae de nuevo en lluvia, nieve &c.

Como son muchas las causas capaces de acumular cierta cantidad de fluido eléctrico en una parte de la atmósfera, y de consiguiente en algunas nubes que estarán entonces sobrecargadas, en este caso el fluido eléctrico por las leyes del equilibrio propenderá á separarse de ellas, sea con direccion á otras nubes no electrizadas, ó que no lo estén en el mismo grado, sea sobre diferentes puntos de la atmósfera, y principalmente sobre algunos fragmentos de otras nubes; sea en fin sobre la tierra y los montes, cuando se hallen á distancia proporcionada. A las nubes así cargadas de fluido eléctrico, se da el nombre de nubes tempestuosas. Suelen verse ordinariamente al acercarse las tempestades, y aun antes de oír el estrépito del trueno; por lo comun tienen un color negrusco, sobre todo en el medio, y la superficie terminada por contornos irregulares: tambien suelen verse á sus inmediaciones algunas nubecillas pequeñas que parecen fragmentos separados, que se reúnen en seguida en ciertas circunstancias.

Algunas veces se descubre únicamente una de estas nubes tempestuosas, otras se ven muchas; pero en ambos casos la nube tempestuosa atrae y repele alternativamente otras muchas nubes, que por su aspecto parece pertenecen á la clase comun. Despues de algunos movimientos de este género,



que podrian muy bien ser comparados á las olas agitadas del mar , se reunen todas estas nubes para formar una sola masa , cuyo seno se rasga muchas veces para despedir relámpagos y estampidos horrorosos. Algunas veces se ven tambien esplosiones bajo la forma de listas de fuego, que se lanzan serpenteando ora en el aire , ora sobre la tierra; y estos fenómenos que varian segun la magnitud, masa y figura de las nubes , duran mas ó menos en razon de la fuerza de la electricidad y otras circunstancias.

Y no solo en tiempos tempestuosos , sino tambien sin oirse trueno alguno , suelen observarse estas nubes negras y opacas tan cargadas de electricidad. Las de grande estension y las que son violentamente agitadas por la accion de los vientos, están impregnadas de una gran cantidad de materia eléctrica; la cual se aumenta segun la fuerza de los vientos, y parece hallarse en su mas alto grado de energía cuando hay un combate de vientos impetuosos y contrarios. Al paso que estas diversas nubes negras ó estendidas, impelidas por uno ó muchos vientos se aproximan al aparato levantado para recibirlas , se hacen mayores los efectos eléctricos , asi como se debilitan y disminuyen á proporcion que las nubes se alejan.

Las que comunican electricidad á los aparatos sobre los cuales pasan , ó son únicamente unos con-

ductores de la que se halla en las capas superiores de la atmósfera, ó bien encierran una electricidad que les es propia, á causa de las exhalaciones idio-eléctricas que contienen los vapores. Mas todavía no se ha determinado de un modo satisfactorio cual de estas dos opiniones deba preferirse.

El Padre Baccaria en sus cartas sobre la electricidad, describe con mucho acierto el estado del cielo en tiempo de tempestad; de lo cual habla tambien el ilustre Priestley: referiremos los principales fenómenos que el primero de estos físicos observó. »El primer señal de una tempestad (que de ordinario se verifica cuando corre poco ó ningun viento) es la aparicion de una ó muchas nubes densas, que adquiriendo por momentos mayor volumen, se elevan á las regiones mas altas de la atmósfera. La superficie mas baja es negra y casi seguida; pero la superior forma una bóveda bien terminada. Algunas veces parece que estas nubes esten amontonadas unas sobre otras, abovedadas todas del mismo modo; pero en seguida se unen, adquieren mayor magnitud y estienden sus bóvedas. Cuando se elevan estas nubes, la atmósfera está por lo comun llena de otras separadas, inmóviles, y de figuras singulares y caprichosas. Al aproximarse la nube tempestuosa, todas las otras van á reunirsele, y toman figuras mas uniformes á medida que se aproximan, hasta que en fin cuando llegan á muy

corta distancia de la tempestuosa, se estienden recíprocamente sus partes unas sobre otras; se reúnen inmediatamente, y todas juntas forman una sola masa uniforme." Dicho autor llama estrañas á estas nubes, porque vienen para aumentar la magnitud de la tempestuosa; pero ésta algunas veces se hincha y engruesa muy aprisa, sin que se le reuna ninguna nube estraña, porque los vapores que se hallan en la atmósfera forman por sí mismos una nube por todo el espacio que recorre la tempestuosa. Algunas de estas nubes parecen como unas franjas blancas pegadas á las orillas ó á la parte inferior de la tempestuosa; pero continuan constantemente en hacerse mas y mas opacas á medida que se aproximan para unirse á aquella.

Cuando la nube tempestuosa ha adquirido un tamaño considerable, la superficie inferior presenta comunmente varias secciones, y tiene algunas partes separadas y como pendientes. Dicha superficie inferior se hincha algunas veces, formando grandes protuberancias que miran uniformemente hácia la tierra; y otras todo un lado de la nube se inclina á la tierra, adonde llega casi uno de sus extremos. Cuando se observa una nube tempestuosa despues que ha adquirido gran volumen, y ha acabado de formarse, se la ve descender y hacerse prodigiosamente obscura, notándose al mismo tiempo muchas nubecillas estrañas (cuyo origen no

puede jamas descubrirse), que con un movimiento rápido se lanzan bajo la gran nube en direccion muy variadas. Mientras estas nubes se agitan con la mayor velocidad, es lo comun caer una lluvia copiosa, y si la agitacion es escesiva, suele caer granizo. Cuando la nube tempestuosa se hincha y estiende sobre una gran parte de pais, se ven relámpagos que cruzan de una parte á otra de la nube, y algunas veces la iluminan toda: si la nube ha adquirido suficiente estension, los relámpagos se exhalan entre ella y la tierra en dos puntos opuestos, dejándose ver al traves de todo el cuerpo de la nube. Cuanto mas duran los relámpagos, mas se enrarece la nube, y va perdiendo de su obscuridad, hasta que en fin se abre en diferentes puntos, y deja ver un cielo purísimo. Dispersada asi la nube tempestuosa, los fragmentos que ocupan las regiones superiores de la atmósfera, quedan uniformemente estendidas y muy sutiles, y los de la parte inferior, aunque conservan el color negro, son tambien muy ligeros y se disipan poco á poco (1).” El mismo físico observó durante el progreso de una tempestad, que aunque caian muchos rayos, las mismas nubes que los despedian, quedaban en dispo-

1 Cartas sobre la electricidad, pág. 107 y siguientes, pág. 180 &c. = Historia de la electricidad por Priestley, pág. 184 y siguientes.

sicion de hacer una descarga todavía mayor al momento siguiente, y que el aparato que habia levantado para observar la electricidad del aire, se conservaba tan eléctrico como antes. De esta observacion y algunas otras que hemos referido, se sigue que en una tempestad ordinaria está en movimiento una porcion de materia eléctrica casi inconcebible, pues ademas de la que atraen continuamente un sin número de cuerpos puntiagudos como los árboles, los campanarios &c., se descarga una cantidad prodigiosa de la tierra ó sobre la tierra.

Los fenómenos que observamos en la region de las nubes en los tiempos de tempestad, son muy curiosos y dignos de que procuremos conocer su causa. Segun todos los principios que hasta aqui se han establecido, parece evidente que provienen de una acumulacion de fluido eléctrico en las nubes tempestuosas; el cual propende continuamente á desprenderse de ellas: verdad que han demostrado los experimentos y observaciones hechas en diferentes parages y tiempos por un gran número de sábios, por medio de conductores atmosféricos que producian chispas eléctricas cuando se aproximaba un excitador. Pueden verse las que dejamos referidas al principio de esta obra, tratando de la electricidad de la atmósfera, no solo en tiempos tempestuosos, sino tambien cuando reina la mayor serenidad.

En las observaciones particulares sobre las nubes tempestuosas, de que acabamos de hablar en este capítulo, se ha notado que cuando se presentaba sobre el horizonte una de dichas nubes, se veían muchos fragmentos de otras, y aun nubes enteras, que eran sucesivamente atraídas y rechazadas por la tempestuosa, cuyos efectos dependen inmediatamente de la repulsion y atraccion eléctrica, y se representan por la repulsion y atraccion de las pequeñas partículas de oro batido colocadas sobre el conductor eléctrico, ó suspendidas en su esfera de actividad.

Los relámpagos y las esplosiones, son las erupciones del fluido eléctrico, que para restablecer el equilibrio á que propende se lanza de una nube á otra, ó á algunos fragmentos de nubes, que despues de su segregacion han perdido el fluido eléctrico que al principio contenian. Estas erupciones se lanzan algunas veces por el aire á distancias mas ó menos considerables; otras llegan hasta la tierra, y en nada difieren entonces de los rayos.

Nuestra opinion es que aquellas llamaradas conocidas con el nombre de relámpagos de calor, y que se verifican generalmente durante el estío y el otoño, tienen el mismo origen que los que hemos descrito, de los que solo difieren accidentalmente; pues sino producen ruido ni esplosion, consiste en que se verifican en parages mucho mas elevados, y

tambien algunas veces porque la intensidad del fluido eléctrico de dichas nubes no es suficiente para lanzarse á larga distancia y producir una esplosion bastante fuerte para que pueda oirse ; algunas veces no son dichos relámpagos otra cosa que unos penachos eléctricos que no detonan.

Cuando yo quiero representar y hacer sensible el espectáculo magnífico que nos ofrece el cielo cuando parece hallarse irritado , lo hago por medio de los experimentos siguientes : Tomo una gran botella eléctrica ; esto es , una vasija de vidrio cubierta interiormente de una hoja de estaño, esceptuando solo dos ó tres pulgadas hácia la parte del orificio ; dicha botella se carga interiormente de electricidad por medio de una rama de comunicacion, y en este estado , si la experiencia se hace en la oscuridad , se ven muchos rayos de fuego eléctrico que se arrojan chispeando de la superficie interior á la exterior, que se halla en estado negativo. Si se cuida de conservar la cantidad de fluido eléctrico en el estado en que se encuentra entonces , comunicando poco mas ó menos una cantidad igual á la que se disipa: dura largo tiempo este fenómeno; pero si girando con mas rapidez el disco de la máquina, se sobrecarga con exceso la botella , se verifica una esplosion eléctrica en forma de zig-zag, y se oye no ya un pequeño chisporroteo como antes , sino una esplosion y detonacion muy fuerte. Este fenómeno puede representarse

tambien por medio de un cuadro mágico , es decir, con un plano de cristal estañado ó armado de una tira de estaño por ambas superficies, dejando libre el espacio de dos ó tres pulgadas.

Otro modo no menos brillante de imitar el magnífico espectáculo que presenta el cielo en tiempo de tempestad, ó en los que llamamos relámpagos de calor , es el de cubrir la superficie exterior de un gran cuadro mágico con una ligera capa de polvo metálico , de venturina por ejemplo , que se fijará con cola agua gomada ó cualquier otro mordente. Dispuesto asi y suspendido verticalmente dicho cuadro , cuando se cargue en la oscuridad por la superficie superior, se verá que la inferior se descarga á proporcion , saliendo y brillando el fuego en las numerosas interrupciones que dejan entre sí las porciones de venturina (disposicion absolutamente necesaria). Dichos fuegos brillan un instante y desaparecen para volver á presentarse de nuevo , y asi sucesivamente: observándose de cuando en cuando algunas esplosiones espontáneas acompañadas de detonacion. No hay en verdad cosa mas brillante que este experimento , en el que nunca dejan de verse los fenómenos indicados. Debemos prevenir á las personas que no tengan conocimiento en la materia , que para hacer esta esperiencia es necesario establecer una comunicacion entre el globo de la tierra y la superficie inferior del cuadro.



Ademas de las nubes principales que vemos en la atmósfera, hay tambien diversos fragmentos de nubes que se hallan diseminados en las varias regiones del aire á diferentes alevaciones, y flotan en todos sentidos á merced de los vientos. Estos fragmentos asi distribuidos, son muy útiles, porque sirven de vehículo al rayo, y le encaminan comunmente hácia la tierra. Esta proposicion parece á primera vista una paradoja, y por lo mismo será oportuno justificar y demostrar de qué modo pueden ser útiles las nubes, cuando son causa de que el rayo caiga con mas frecuencia sobre la tierra.

El rayo descendente, producido por la acumulacion del fluido eléctrico en las nubes, no es otra cosa que una gran chispa eléctrica que se desprende de la nube y se lanza sobre la tierra, y de consiguiente será mucho mas considerable cuando la esplosion se verifique sin la accion de las nubes intermedias; porque en este caso se necesita mas cantidad de fluido eléctrico, en razon de la mayor distancia, y de consiguiente la esplosion será mucho mas terrible que si hubiere hecho sucesivamente en menor cantidad por medio de los fragmentos de nubes, cuya distancia es respectivamente mucho menor. De donde resulta con evidencia que los fragmentos de nubes que flotan, sirven para disipar prontamente las pequeñas acumulaciones del fluido eléctrico, é impiden con ello que se verifique una

grande concentracion y que la esplosion , demasiado tiempo retardada , reviente con un estallido espantoso , y una violencia capaz de destruir grandes espacios de un modo terrible. Por una razon análoga son las tempestades mucho mas frecuentes y considerables en verano y en otoño que en invierno: en verano no hay tantas nubes bajas, y hay menos fragmentos; existen menos vapores permanentes cerca de la superficie de la tierra , que se halla entonces muy caliente; el aire es mas seco , y por consecuencia el fluido eléctrico abunda mas , y está mas concentrado en las regiones elevadas de la atmósfera ; siguiéndose de todo que cuando se verifican las esplosiones, son mas terribles y frecuentes. Esta es la razon de que las grandes tempestades solo se verifican despues de las largas sequías y grandes calores, que han disipado los vapores que vagaban por la atmósfera.

Esta teoría está fundada en la observacion ; porque en los pequeños temporales se oyen sucesivamente algunos truenos ligeros , y en las grandes tempestades solo se oyen uno ó dos truenos horrorosos, á no ser que la tempestad dure mucho , pues en este caso el fluido acumulado en un principio y disipado luego , se reproduce por las mismas causas que lo habian hecho nacer. Los efectos de que acabo de hablar , los he observado en diferentes tempestades , y he notado tambien que en las grandes tor-

mentas , no se veian fragmentos de nubes en la parte inferior de la atmósfera , al paso que en los temporales de poca consideracion se ven constantemente estos fragmentos dispersos á diferentes elevaciones , los cuales son atraidos por las principales nubes tempestuosas , que les comunican una parte del fluido eléctrico excedente , y las repelen en seguida para que descarguen su exceso sobre otros fragmentos inferiores. Todos los que han observado atentamente la naturaleza en tiempo de tempestad , están plenamente convencidos de estas verdades.

### CAPÍTULO TERCERO.

#### *De las nieblas en general.*

**L**os vapores y las exhalaciones que se elevan de la tierra , son algunas veces tan densos y en tan gran cantidad , que se quedan detenidos cerca de la superficie : en este caso impiden la vista aun de los objetos que se hallan á corta distancia ; y es lo que se llama niebla. Las perniciosas cualidades que suelen observarse en ciertas nieblas con respecto á muchos vegetales , deben atribuirse á las diferentes exhalaciones que se mezclan con ellas.

Siendo como hemos dicho las nieblas ordinarias compuestas de una gran cantidad de vapores y exhalaciones groseras , se elevan á corta distancia de la su-

perficie de la tierra, no solo por razon del fluido eléctrico que pasa de esta á la atmósfera, sino tambien por el principio del calor que en ciertas circunstancias puede arrastrar consigo los vapores y las exhalaciones á una distancia corta de dicha superficie.

Por otra parte, ademas de que la masa de estos vapores y exhalaciones es algunas veces sobrado grande para ser elevada á una altura considerable, el frio que reina en el aire se opone tambien á su elevacion, porque condensa las exhalaciones y los vapores, los reune, y los hace espesos y opacos; que es la razon por qué en invierno se nos hace visible la materia de la transpiracion pulmonar cuando sale de nuestra boca, al paso que en verano no puede distinguirla la vista mas perspicaz: y de ahi el ser las nieblas mucho mas frecuentes en invierno que en verano.

Cuando reinan grandes frios, los vapores acuosos que forman la parte principal de las nieblas se congelan por su contacto con los cuerpos densos que están adheridos á la tierra, y cuya temperatura es la misma; es decir, al grado del hielo. Este es el fenómeno que se disigna con el nombre de escarcha, el cual se nota en los tiempos de que hablamos sobre las ramas de los árboles, en los cabellos de los caminantes, en las crines de ciertos animales y sobre todos los objetos que se hallan en contacto con las nieblas.

Aquellas especies de ramificaciones que se advierten algunas veces sobre la superficie exterior de los cristales de los balcones ó ventanas, provienen igualmente de la congelacion de las moléculas acuosas esparcidas por el aire, ocasionada por el enfriamiento del vidrio; porque al tiempo del deshielo, como está mas frio el aire de los aposentos que el de la atmósfera, el calórico que propende siempre á equilibrarse, se introduce por los poros del cristal en lo interior de las habitaciones, y deja sobre lo exterior las partículas acuosas que llevaba consigo, las cuales quedan congeladas. Cuando hiela, por el contrario, estando mas caliente el aire de las habitaciones que el de la atmósfera, debe el fuego pasar de dentro á fuera y dejar sobre la superficie interior de los vidrios la humedad esparcida por los aposentos. Pero como aun en estas circunstancias se halla el cristal á la temperatura del hielo, congela todos estos vapores y les dá diferentes figuras á manera de enrejados causados por los hilos de hielo que se unen entre sí formando ángulos de 60 grados; estos diversos filamentos, combinados entre sí de diferentes modos, presentan algunas figuras tan curiosas como variadas. No será necesario hacer observar á nuestros lectores que la razon de detenerse las moléculas acuosas, ya sobre la superficie exterior de los cristales, ya sobre la interior, es que dichas partículas no pueden penetrar por los poros

del cristal, como lo hacen las del calórico.

Componiéndose principalmente las nieblas de vapores flotantes en el aire, es natural que sean muy susceptibles de recibir la electricidad, cargarse de ella, transmitirla á los cuerpos inmediatos, y producir efectos eléctricos. No repetiré aqui los experimentos que acreditan estas verdades, porque á cualquiera le será fácil verlos en nuestra obra de la *Electricidad de los vegetales* (1). Pero sí diré que habiendo encerrado en botellas eléctricas algunas porciones de nieblas, transmitieron perfectamente la conmoción eléctrica. En la obra citada se hallarán tambien las esperiencias de M. M. Francklin, Henley y Hasenfatz sobre el vapor del agua con relacion á la electricidad que se le ha comunicado.

Nuestro objeto es probar que aquellas masas de vapores conocidas con el nombre de nieblas, que se ven en diferentes tiempos como esparcidas por la atmósfera, se hallan con mucha frecuencia electrizadas naturalmente. El primero que se ocupó en este objeto fue M. Tomás Ronayne, el cual hizo diferentes observaciones sobre esta materia en Irlanda é Inglaterra desde 1761 hasta 1770, y las comunicó despues á la sociedad Real de Londres.

Dicho sabio observó el aire que circunda las casas, los árboles, los mástiles, los vageles. &c. Se

(1) *Electricidad de los vegetales*, part. 1, cap. 5.º

hallaba sensiblemente electrizable á cierta distancia cuando la niebla obscurecia la atmósfera, cuando helaba, y tambien durante las mas grandes nieblas; y con la sola diferencia de ser menos enérgicos, obtuvo los mismo efectos los dias en que la atmósfera se hallaba simplemente cubierta. En el verano nunca le suministró el aire la menor chispa eléctrica, excepto en las tardes frescas en que estaba el cielo cargado de nubes, y aunque por la noche obtenia algunos efectos sensibles de electricidad, eran mas débiles que los que conseguia durante las nieblas del invierno.

En los tiempos húmedos ó cargados de nieblas, no tiene la electricidad del aire bastante fuerza para producir chispa alguna, aun valiéndose de un hilo de metal puntiagudo; pero este, si está el aire cargado de nieblas, atrae á corta distancia los cuerpos leves que se le presentan. Las bolitas de corcho del electrómetro se aproximan cuando la niebla empieza á aumentar su densidad, y se separan cuando vuelve á su primer estado. He observado, dice el autor citado, que cuando llueve en tiempo de niebla, se aproximan las bolas de corcho, y se separan luego que cesa la lluvia y se presenta de nuevo la niebla. A pesar de todo, es necesario que la niebla tenga cierto grado de densidad para que las referidas bolas de corcho puedan ejercer su facultad divergente. M. Ronayne advierte tambien que las nieblas, y aun la atmósfera, tienen un olor bastante

fuerte semejante al de un tubo de vidrio electrizado.

Las bolas del electrómetro se aproximan constantemente cuando las nieblas son densas, cuando se arrastran cerca de la superficie de la tierra y cuando toman incremento; así como se separan siempre que la niebla se mantiene suspendida en la atmósfera á gran distancia de la tierra. En varias ocasiones se ha notado cierta diferencia entre el viento fresco Noroeste y el Sudoeste; parecia algunas veces que prevalecia el uno sobre el otro, observándose constantemente que siempre que esta alternativa era seguida de una bruma densa semejante á la niebla, se separaban ambas bolas; cuyo efecto se hacia mucho mas sensible al llegar la bruma á su mas alto grado de densidad; y si se resolvia en lluvia, era la repulsion mas considerable y se aumentaba en proporcion de la magnitud de las gotas: de donde puede inferirse que la electricidad de los vapores se aumenta en razon de su condensacion cuando no está en contacto con la tierra.

Por medio de un tubo de estaño aislado y puntiagudo de 20 pies de longitud, de cuyos dos extremos uno salia por una ventana y otro iba á parar al electrómetro, observó muchas veces Mr. Ronayne, que la niebla causaba al pasar algunas alteraciones particulares, y alternativas de electricidad positiva y negativa; mas no le fue posible determinar la duracion de cada una de estas especies, porque ocurría



con frecuencia presentarse una electricidad de la misma clase que la que le habia precedido. Mas las alteraciones son mucho mas visibles y rápidas cuando brillan los relámpagos, y sobre todo cuando retumba el trueno sobre el zenit.

Mr. Henley hizo tambien las siguientes experiencias y observaciones sobre la electricidad de las nieblas, por continuacion de las de Mr. Ronayne.

El 14 de Noviembre de 1771, á las ocho y media de la mañana, la niebla era poco densa, pero muy eléctrica; las bolas se separaban cosa de media pulgada, y permanecian estacionarias: poco viento.

19 de Noviembre: aire muy eléctrico; pero el viento era tan incómodo, que no me permitió determinar con precision la especie de electricidad.

2 de Diciembre á las ocho y media de la mañana: niebla medianamente densa y al parecer muy eléctrica; las bolas se separaron media pulgada: se reunian si las aproximaba al edificio, y se separaban de nuevo si las alejaba. El mercurio del termómetro se mantuvo á 15 grados sobre el hielo.

18 de Diciembre á las cuatro de la tarde: niebla medianamente densa, que se presentó muy eléctrica en el momento de su aparicion. Las bolas, aunque divergentes cosa de media pulgada, se reunian por lo regular al acercarles una barrita de lacre frotada. El viento fue muy molesto, y por otra parte las bolas se mantuvieron estacionarias por intervalos.

5 de Enero de 1772 : la niebla manifestó una electricidad positiva muy fuerte ; las bolas se separaron media pulgada ; viento vivo y glacial.

13 de Enero á las nueve de la mañana : la niebla, aunque no muy densa , se presentó muy cargada de electricidad positiva. El mercurio se mantuvo á 7 grados sobre cero. Casi no se percibia ningun viento.

18 de Enero á las diez de la mañana : á consecuencia de haber nevado mucho , estaba el aire muy electrizado.

21 de Enero á las nueve de la mañana : el aire se manifestó muy electrizado mientras nevaba , llovía y caía escarcha todo á un mismo tiempo. Las bolas se separaron unos tres cuartos de pulgada y permanecieron en este estado. Hacia poco viento. N. B. La electricidad del aire era positiva.

29 de Enero á las nueve de la mañana : la niebla era muy densa y el frío tan intenso que apenas podía sufrirse. El aire manifestó una electricidad positiva tan fuerte , que las bolas se separaron cerca de una pulgada y cuarto. Hacia poco viento , y se mantuvieron estacionarias ; de modo que pude hacer la esperiencia sin ningun riesgo de equivocacion.

Al medio dia se separaron las bolas á la misma distancia que por la mañana.

A las tres de la tarde produjo el viento grande agitacion en las bolas , que sin embargo se mantuvieron siempre separadas : seguía el mismo frío, co-

mo tambien de cuatro á cinco y media, en cuya época divergencia de las bolas era de tres pulgadas. La densidad de las nieblas se aumentó en términos, que las varillas se hallaron enteramente mojadas. Era ya demasiado tarde y no pude llegar mas adelante en mis observaciones.

3o de Enero á las nueve de la mañana: el aire muy cargado de electricidad positiva; habia helado un poco y la niebla era bastante densa. Las bolas se separaron media pulgada, y aunque el viento las agitaba, no pudo hacer que se reuniesen. Sobrevino una nevada que blanqueó ligeramente los tejados: yo creo que la nieve forma algunas puntas ventajosas para conducir la electricidad. Durante todo este dia permanecieron las cosas en el mismo estado.

4 de Febrero á las nueve de la mañana. Gran frio y nieblas muy densas; el aire muy cargado de electricidad positiva, y las bolas se separaron cosa de tres cuartos de pulgada. Hacia las once se mantenian estacionarias á una pulgada de distancia, y se reunian luego que yo las presentaba una caña de lacre frotada.

A las dos y media permanecian en el mismo estado. A las tres se presentaba el aire cubierto y sombrio. Las bolas permanecieron muy tranquilas, y casi no ofrecieron el menor signo de electricidad.

11 de Febrero á las once de la mañana: niebla muy densa y electrizada positivamente. Las bolas se

separaron de un cuarto á tres octavos de pulgada. Viento Sudoeste muy incómodo.

15 de Febrero á las diez y media: niebla muy densa y sensiblemente eléctrica; las bolas se separaban cerca de cinco octavos de pulgada. Poco despues de haber fijado la varilla conductora cayeron algunas gotas de agua, en cuyo tiempo aumentó un cuarto de pulgada la divergencia de las bolas. Jamas he visto nieblas mas electrizadas en ocasiones en que el simple calor de la atmósfera elevaba el mercurio del termómetro á siete grados sobre cero. Hácia las dos y cincuenta minutos de la tarde cayó mucha nieve, hallándose el aire muy cargado de electricidad positiva: las bolas se separaban tres cuartos de pulgada; reinaba viento Sudoste (1).

La electricidad mas fuerte que reina en un aire no tempestuoso, se verifica generalmente, al menos en Ginebra, en tiempos de niebla. Empleando el electrómetro sensible armado de su punta, jamas encontró Mr. de Sausure ninguna niebla que no estuviese acompañada de una electricidad muy sensible; excepto sin embargo los casos en que se resuelven en lluvia, pues en esta circunstancia suelen hallarse libres de electricidad (2).

1 Véanse las Transacciones filosóficas, 1773; y las observaciones sobre 1775, tomo 2.º

2 Viage á los Alpes &c. Tomo 2.º, página 221.

## CAPITULO CUARTO.

*De la estraordinaria niebla de 1783.*

La famosa niebla que apareció á mediados de Junio de 1783, y que por espacio de muchos meses sirvió de velo á casi toda Europa, llamó la atencion general de los observadores por los fenómenos que presentó. La primera época de su aparicion en los diferentes puntos en que se vió fue el 18 de Junio. Habíanla anunciado muchas tempestades, que fueron tambien sus consecuencias. En dicho dia se notó en toda la atmósfera una niebla ligera por entre la cual se descubria el sol, aunque tan pálido, que podia generalmente mirarse sin necesidad de servirse de vidrios de color, ó ahumados, pues la accion de sus rayos eran tan débiles que no causaban la menor molestia.

Los diversos colores con que se dejó ver el astro del dia no presentaban ninguna particularidad, pues eran un efecto de la diferente refringencia de la niebla, cuya densidad variaba accidentalmente en las diversas regiones que ocupaba; y como los rayos del sol no eran igualmente refrangibles, era natural que penetrasen con mayor ó menor facilidad el medio que debian atravesar hasta llegar al ojo de los observadores, resultando de aqui los di-

ferentes colores que se notaban; mas como de las siete especies de rayos en que se descompone la luz, los rojos, los naranjados y los amarillos tienen mas fuerza que los otros, pasaban mas facilmente al través del nuevo medio; esto es, de la niebla: y de consiguiente el sol parecia algunas veces un globo de color rojo sanguíneo, y otras de color amarillo, y con mayor frecuencia aparecia pálido y blanquizco por la ausencia de los rayos de diferentes colores que no llegaban hasta nosotros: fenómeno que por lo comun se verificaba cuando el sol estaba muy elevado sobre el horizonte; al paso que al aproximarse á este círculo, tanto al salir como al ponerse, se parecia bastante á un globo de color de sangre en razon de que sus rayos tenian entonces que recorrer mayor espacio horizontal.

La duracion y universalidad de este fenómeno, interesaron doblemente la curiosidad de los sabios, y los estimularon á investigar sus causas.

Esta niebla singular no ponia las sales en deliquescencia, ni hacia subir el higrómetro; no impedía la abundancia de la evaporacion, ni empañaba siquiera los espejos que se esponian á su accion. Las salinas de Hyeres, en Provenza, segun refiere Mr. de Lamanon, se cristalizaron por efecto de la niebla quince dias antes de lo ordinario. Con este motivo observaré de paso que la electricidad acelera la cristalización.

El olor que despedía esta niebla fue algunas veces sulfúrico. El 26, el 27 y el 28 de Junio, según dice Mr. Marcorelle, depuso durante la noche sobre los vegetales un agua espesa y pegajosa de gusto desagradable y un poco fétida. Este licor era tan cáustico, que las flores de que estaban cargados los olivos y viñas de las inmediaciones de Narbona, fueron abrasadas y cayeron en gran parte. En otros parages se observó que la niebla había madurado los trigos y favorecido las cosechas, como lo hacen los meteoros eléctricos.

No bien apareció este extraordinario meteoró, cuando se hizo general el deseo de conocer su causa. Algunas personas poco instruidas la atribuyeron á la aparición de un cometa, y otras á la perturbación del curso de los planetas, ocasionada, decían, por el nuevo planeta Herschel.

Mas el primer sabio que parece escribió sobre la niebla seca del año 1783, fue Mr. Lapi, lector de Botánica, el cual leyó el resultado de sus investigaciones en una sesión de la academia de los georgífilos de Florencia (1). Este autor considera á las erupciones de los volcanes como causas que llenaron la atmósfera de aire fijo, aire inflamable, aire desflogisticado &c. Las erupciones de los volcanes, los terremotos, la electricidad excitada, los desastres

1 Sulla caligine &c. Florencia, 1783.

de la Calabria y otros puntos del globo, son las principales causas á que atribuye Mr. Lapi las nieblas de que hablamos. Las sales, los azufres, los betunes que se elevan, el fuego eléctrico que se reanima, el aire fijo, flogisticado, inflamable, cuyo desarrollo se verifica en semejantes circunstancias, esplican segun este sabio la prodigiosa fertilidad de aquel año. Desde el mes de Julio de 1783 ya decia Dom Roberto Hickman »yo creo que esta niebla seca y sulfúrica proviene de los sacudimientos volcánicos de Islanda y de los paises vecinos (1).”

Mr. Toaldo opinaba ya el 11 de Julio de 1783 que los vapores que causaron el fenómeno de que tratamos, habian venido de Sicilia y de Calabria, en donde se habian sentido terremotos desde el 5 de Febrero; y en el mismo mes de Junio despues de violentas sacudidas, se vieron en la atmósfera exhalaciones inmensas. El viento Sudoeste que dominaba en Padua, pasaba por encima de la Calabria y podia transportar aquella masa de exhalaciones, ó por mejor decir aquella especie de polvo que cubrió toda la Italia y parte de la Alemania; pero que detenido principalmente por la cadena de los Alpes, hacia que estos montes pareciesen rojos á todos los habitantes de la Lombardia. Dichas exhalaciones, segun el sabio citado, no venian generalmente de las

1 Diario Enciclopédico, pág. 509.



tierras en donde el fenómeno era observado , porque no se notaba que echasen humo, como sucede en las nieblas ordinarias. Eran por el contrario unos vapores elevados, que procedian de una grande altura como si hubiesen caido en la atmósfera ; al parecer no tocaban la tierra, y asi es que no causaron ningun daño á las producciones : solo en las colinas elevadas se dijo que las viñas y los olivos habian sido abrasados.

Esta exhalacion no podia provenir de los terremotos sin contener partículas minerales ígneas, inflamables y eléctricas, y por aqui esplica el Abate Toaldo la multitud de tempestades que hubo por aquel tiempo, señaladamente despues de mediado el mes de Julio ; y algunas de ellas sin nubes, como se observó en los montes (1).

El Abate Spallanzani, que hizo tambien en Regio muchas observaciones sobre la misma niebla, no dista mucho de creer con Mr. Toaldo que esta niebla provenia del terremoto de Calabria; pero observa sin embargo que el viento venia de poniente cuando la niebla era mas densa en la Lombardia. Este sabio examinó con el microscopio las moléculas del vapor que formaba la niebla, y halló que tenian la figura irregular de las exhalaciones terrestres, y tambien le vió salir algunas veces de la tierra, lo

1 Osservazioni meteorolog. &c. Toaldo.

que en opinion de Mr. Lalande justifica la hipótesis que propuso en 1784 para la esplicacion de este singular fenómeno, fundada en el gran calor que siguió de cerca á las largas y copiosas lluvias que hubo en casi toda la Europa. Es sabido que este hábil astrónomo, sin recurrir á los terremotos, atribuye esta niebla á la grande humedad del invierno y á la cantidad de materia eléctrica que el calor desarrolla en el seno de la tierra.

Nuestra opinion es que durante el año 1783 hubo en el seno de la tierra un gran exceso de fluido eléctrico, como sucede muchas veces por el concurso de diferentes circunstancias. Si esta cantidad considerable de materia eléctrica no hubiese podido hallar salida en la superficie del globo, hubieran ocurrido sacudimientos y esplosiones mas numerosas; pero como el fluido eléctrico se disipó de diferentes modos, ya por terremotos locales, ya por algunas erupciones volcánicas, se impregnó desde luego de vapores acuosos; elevados estos, y habiéndose disminuido sucesivamente por una pronta y abundante disipacion, arrastró consigo las exhalaciones terrestres que formaron aquellas nieblas extraordinarias. De modo que en nuestra opinion los terremotos de Calabria y de Sicilia no fueron las causas de la niebla, sino efectos producidos por el mismo principio que este fenómeno; esto es, por la superabundancia del fluido eléctrico concentrado

en la tierra en diferentes épocas, y que se abrió paso á la superficie con mayor ó menor facilidad, segun las diferentes circunstancias locales.

La observacion pondrá de manifiesto todos los puntos en que se funda este sistema. En primer lugar debe tenerse presente que durante todo aquel año hubo grande abundancia de fluido eléctrico en la tierra ó en la atmósfera, pues la ruptura del equilibrio fue muy frecuente y considerable. En Italia hubo tempestades terribles: en Vicencia, Padua, Nápoles y otros puntos cayeron muchos rayos; y no hablaremos aqui de los terremotos de Sicilia y Calabria. Lo mismo sucedió en Ungría, en donde despues de los terremotos, fue incendiada por un rayo la ciudad de Kremnitz. En Ginebra fueron muy frecuentes las tempestades, y nunca, dice un observador, se habian conocido tan largas, numerosas y violentas; notándose que las mas fuertes ocurrieron precisamente en el momento en que era mayor la intensidad del vapor, y en particular el 12 de Julio.

Lo mismo sucedió en Francia, pues solo en la Provenza, segun refiere Mr. Lamanon, mataron los rayos mas de sesenta personas y gran número de animales; siendo observacion general que en los diversos paises de Europa donde se mostró esta niebla, fueron los rayos mucho mas frecuentes que en otros años: sabido es tambien que á las inmediaciones de Islanda apareció una nueva isla. Todos estos

efectos persuaden un grande y poderoso rompimiento del equilibrio eléctrico.

Antes de la aparición de esta niebla singular fueron elevados á la atmósfera los vapores ; porque el fluido eléctrico arrastra consigo las partes acuosas que encuentra á su paso. Disipados los vapores , el mismo fluido debió arrastrar una gran cantidad de exhalaciones terrestres , cuyo número excedia de mucho al de los vapores propiamente dichos ; y asi es que se observó que esta niebla seca no inclinaba el higrómetro á la humedad. Dichos vapores estaban tan altos que Mr. Lamanon hallándose sobre los Alpes á 1660 toesas sobre el nivel del mar , todavía vió la niebla mas elevada.

Si el fluido eléctrico superabundante en la tierra no hubiese hallado salida fácil , ó si su cantidad hubiese sido muy considerable en todas partes atendidas las circunstancias locales , no cabe duda de que en muchos puntos de Europa hubiera habido trastornos y sacudimientos ; porque la naturaleza del fluido eléctrico propende á restablecer el equilibrio perdido, ora insensiblemente, ora por irrupciones violentas segun las circunstancias. La alteracion de este equilibrio durante una parte del año citado, está probada por las oscilaciones frecuentes , rápidas y repentinas que se observaron en el mercurio del barómetro.

La opinion que en último lugar acabo de espo-

ner, me parece mas sencilla y natural que la que atribuye la niebla de 1783 á las exhalaciones elevadas por el terremoto de Calabria y Sicilia, y transportadas por los vientos á diferentes parages; porque como los vientos no tienen bastante fuerza, ni la misma direccion en todo el espacio del globo, es difícil concebir que esta causa pudiese esparcir las uniformemente por toda Europa. Además, como se ha observado, esta niebla apareció en toda Europa el mismo dia 18 de Junio; y siendo tan considerables las distancias recíprocas de tantos lugares, es imposible que los vientos llevasen estas exhalaciones á un mismo tiempo á unos puntos tan distantes de la Sicilia y Calabria, como la mayor parte de los en donde se vió el sol al traves de la niebla; porque toda traslacion local es sucesiva y exige mas tiempo para los lugares apartados, que para los que están inmediatos. Por otra parte, las observaciones que se hicieron sobre la naturaleza de esta niebla seca, que se mostró igualmente á un mismo tiempo en los países meridionales afligidos hacia largo tiempo por la sequía, acreditan que no se pueden mirar las lluvias como origen de esta niebla extraordinaria, compuesta mas bien de exhalaciones que de vapores, segun lo indicaban su olor sulfúrico y demas propiedades.

## CAPITULO QUINTO.

## DE LA LLUVIA.

Aquel metéoro tan comun que llamamos lluvia, consiste en una cantidad mas ó menos grande de gotas de agua que caen de la atmósfera sobre la superficie de la tierra. Puede ser efecto de varias causas, y en general todo lo que es capaz de reunir muchas moléculas acuosas, debe mirarse como un principio de este metéoro. Pero ademas de las causas ordinarias que admitimos con todos los físicos, existe otra que parece haberse olvidado, cual es la repulsion eléctrica que es causa de las lluvias tempestuosas.

## ARTICULO PRIMERO.

*De la causa de las lluvias y particularmente de las tempestuosas.*

Para probar esta asercion voy á recordar algunos principios ciertos que la esperiencia y la observacion han enseñado. Las nubes tempestuosas son eléctricas, pues que llevan en su seno el rayo que es un fenómeno de electricidad. Los cuerpos electrizados se repelen mutuamente, y esta repulsion es proporcional á la fuerza eléctrica de que se hallan

dotados. Una garzota de vidrio electrizada, ofrece un espectáculo muy gracioso, pues todos los hilos de que se compone se hacen divergentes, y su respectiva separacion está en relacion con la energía de la electricidad reinante. Todos los cuerpos ligeros que se coloquen sobre la superficie de una pieza electrizada, son repelidos de ella, como sucede con el tabaco y el salvado derramado sobre el conductor eléctrico, que se dispersan al momento.

De estos principios incontestables resulta necesariamente que hallándose como se halla la nube tempestuosa en un estado actual de electricidad muy enérgica, las partículas acuosas de que se compone, y sobre todo las que se hallan en su superficie, deben estar sometidas á la repulsion eléctrica, y de consiguiente serán dispersadas en todas direcciones y producirán una especie de neblina, cuyas gotas aumentándose sucesivamente, bien por su encuentro fortuito con otras, bien por la accesion de los vapores ácueos esparcidos por la atmósfera, caerán sobre la tierra en forma de lluvia, en razon de ser entonces específicamente mas pesadas que un volúmen igual de aire. Verificada esta dispersion de las partículas acuosas de la superficie, las nuevas moléculas que forman entonces la parte exterior de la nube, hallándose en las mismas circunstancias que las que han sido evaporadas, ó mas bien repelidas, sufrirán igual suerte que las primeras; siguiendo así

hasta resolverse completamente en lluvia toda la nube, ó extinguirse enteramente la virtud eléctrica.

Las gotas de lluvia, al tiempo de su caída, comunicarán la electricidad de la nube tempestuosa á las partículas ácueas esparcidas por la baja region del aire, con lo cual dará éste señales muy notables de electricidad.

Para que la masa de la atmósfera dé signos de electricidad, es necesario que no se halle muy cargada de partículas acuosas, señaladamente en la baja region; porque si los vapores son muy abundantes, se tocan y forman un conductor continuo hasta la tierra, en cuyo caso la electricidad comunicada por el aire á la region media, se disipa derramándose por nuestro globo: lo cual no sucede cuando el aire está mas seco.

Quando las nubes se hallan electrizadas negativamente y la tierra en un estado de electricidad positiva, deben suceder fenómenos semejantes á los que se verifican cuando las nubes están cargadas de electricidad positiva y la tierra en estado negativo; pues la esperiencia prueba que los cuerpos electrizados en menos, se repelen mutuamente y son atraídos por los que se hallan electrizados en mas: la lluvia pues caerá igualmente de la nube en uno y otro caso. Esta lluvia que cae sobre la superficie de la tierra, puede con justa razon llamarse *descendente*; mas en el momento en que la masa de la atmósfera está elec-



trizada negativamente, hallándose la tierra eléctrica por condensacion ó positivamente, las partículas acuosas contenidas en la tierra cerca de la superficie, quedarán sometidas á la virtud eléctrico-repulsiva de la tierra y á la fuerza atractiva de la masa del aire atmosférico, y de consiguiente se elevarán á la region del aire. Esta lluvia finísima y por lo comun imperceptible, debiera llamarse lluvia *ascendente*, como la electricidad que se desprende de la tierra. Tal es el origen del rocío que se eleva de la tierra, ó sea el rocío *ascendente*, de las nieblas y de los otros metéoros ácueos, cuya direccion es de bajo arriba. Este efecto se verificará igualmente en el caso en que la tierra cargada de partículas acuosas en su superficie, se halle electrizada por rarefaccion ó en menos, y la atmósfera positivamente.

En buena física, lo mismo que en química, deben producirse los fenómenos que se quieren explicar, empleando únicamente las causas que se han señalado. Con el objeto pues, de asegurarme con la esperiencia de la exactitud de la aplicacion de los principios espuestos al objeto de que tratamos, suspendí bajo del conductor de la máquina eléctrica una plancha de hierro cuyos ángulos y bordes estaban redondeados: antes de colocarla sembré de gotas de agua muy menudas la superficie inferior de la plancha; y luego que empezó á moverse la máquina, se vieron dichas gotas precipitarse sobre la me-

sa que representaba la tierra , ofreciendo el hermoso espectáculo de una lluvia eléctrica , cuya causa era la repulsion producida por la electricidad. Para representar la lluvia ascendente ó el rocío , coloco sobre el conductor una plancha metálica semejante á la anterior , rociando la superficie superior con una multitud de gotitas de agua : encima de esta plancha coloco á distancia proporcionada un cuerpo cualquiera , con tal que sea conductor , y cuando se electriza la primera plancha , se ve sensiblemente elevarse la lluvia por el aire , presentando una imágen de la lluvia ascendente , de las nieblas y de la evaporacion del agua derramada sobre el globo de la tierra.

La atraccion eléctrica puede ser tambien algunas veces causa de la lluvia , asi como lo es su repulsion en circunstancias opuestas ; porque si la tierra está electrizada positiva y las nubes negativamente , como se observa muchas veces , se verificará una lluvia eléctrica movida por la atraccion eléctrica de la tierra. Las moléculas acuosas de la superficie de las nubes que se hallan en la baja region de la atmósfera , serán entonces atraidas y caerá la lluvia. Si las nubes se hallan electrizadas positiva y la tierra negativamente , como lo prueban tambien las observaciones , entonces las moléculas de agua esparcidas por la superficie de las nubes , serán atraidas por el globo de la tierra , y se verificará tambien una lluvia eléctrica.

En los diversos fenómenos naturales que dependen de la electricidad, la atracción eléctrica existe al mismo tiempo que la repulsión; estas dos causas concurren á la producción de los mismos efectos, y de consiguiente puede decirse en general que las lluvias tempestuosas sobre todo, penden de la atracción y la repulsión eléctrica combinadas entre sí, ó conspirando á un mismo fin.

#### ARTICULO SECUNDO.

##### *Observaciones sobre las lluvias eléctricas.*

**E**stá probado por muchas observaciones que en las tempestades hay lluvias eléctricas; esto es, lluvias que penden de la electricidad, que están cargadas de ella y que la comunican. Una de las observaciones mas curiosas es la siguiente, que pude verificar hace muchos años, la cual remití á Mr. Fougereux de Bondaroi, quien la participó á la academia de las ciencias de París, que la halló muy interesante, segun consta del ventajoso informe de la comision.

En la tempestad de 28 de Octubre de 1772, la cual observé á las cinco y cuarto de la mañana, vi algunos granos de granizo que chispeaban y gotas de agua que se hicieron luminosas. Hallábame yo en medio del camino real que va de Brignai á Leon, á

un cuarto de legua del primer pueblo, y sufrí toda la furia de una tempestad de las mas fuertes que se habian conocido hacia mucho tiempo en aquella comarca. Aumentose gradualmente la obscuridad hasta el punto en que mi compañero y yo no podíamos guiar nuestros caballos sino á favor de los relámpagos, y despues de haber andado algunos pasos siguiendo la direccion del camino que de cuando en cuando descubríamos, nos veíamos precisados á detenernos aguardando nuevos relámpagos.

Soplaba un viento impetuoso, cayó una lluvia copiosísima que inundó la tierra, y todo el pais quedó cubierto de granizo muy grueso, en términos que en algunos parages se halló mas de pulgada y media, y mas de tres en las profundidades. Este granizo no solo era de una magnitud considerable, mayor que una avellana, sino anguloso, y de ahí es que hizo en mis manos tal impresion, que quedaron señaladas con un sin número de manchas rojas semejantes á las que dejan las viruelas.

Durante la caida del granizo y de la lluvia, distinguí algunas chispas y pequeños puntos luminosos sobre diferentes partes de la silla del caballo. Algunas veces oía unos golpes pequeños producidos por el granizo, y otras no notaba ningun ruido, lo que sin duda se verificaba cuando caian las gotas de agua; mas en uno y otro caso distinguia pequeños rasgos luminosos. Entonces no alcanzaba yo la causa

de que aquellos puntos luminosos y pequeñas chispas brillasen con preferencia sobre ciertas partes de la silla mas bien que sobre otras; pero lo conocí luego que amaneció: eran precisamente los puntos en donde habia hierro ú otras partes metálicas.

Durante esta tempestad eran los truenos progresivamente mas fuertes, aumentando tambien su fuerza en la misma proporcion, y en los últimos se observaba muy poco intervalo entre el relámpago y el estampido.

Los AA. antiguos hacen mencion de algunas lluvias de fuego: en la coleccion académica se cita la lluvia de fuego acompañada de tempestad que cayó el 10 de Marzo de 1695 en Chatillon del Sena; y tambien se habla de otra que se verificó el año 408, acompañada de un terremoto (1). Arbuthnot dice que hay ejemplos de turbiones de lluvia ardiente despues de haber tronado (2). El 22 de Setiembre de 1773, á las diez de la noche, vió un fenómeno muy extraordinario en Kara, en la Gótia oriental: despues de un gran calor, y durante una tempestad acompañada de truenos y relámpagos, cayó una lluvia eléctrica, cuyas gotas despedian chispas de fuego; y tres dias despues se sintió un gran terremoto, principalmente en el monte Kina-Kulli que contiene seis parroquias.

1 Coleccion académica, pág. 503.

2 Ensayos sobre los efecto del aire, pág. 16.

El fenómeno de que hablamos puede representarse por medio de un experimento muy curioso. Supongamos que se ponga agua en un pequeño vaso de metal que tenga en el fondo muchos agujeros por donde el agua pueda pasar gota á gota y caer en seguida sobre un plato de metal: no cabe duda que en el momento en que se comuniquen la electricidad al vaso aislado, las gotas de agua cayendo sobre el plato, chispearán en la obscuridad, ofreciendo el espectáculo de una lluvia eléctrica luminosa.

Mr. Henléy en vista de muchas observaciones, opina tambien que la lluvia pende mucho de la electricidad atmosférica, y asegura que casi nunca ha dejado de llover dos ó tres dias despues de haberse notado el aire muy cargado de electricidad; señaladamente si ha permanecido en este estado mucho tiempo. Y caso de que no haya llovido ni nevado, ha sobrevenido siempre alguna otra intemperie proporcionada á la fuerza y duracion de la electricidad.

La lluvia tempestuosa es útil como verdadero vehículo de la materia eléctrica de la atmósfera, que por su medio se comunica á la tierra; y en otras circunstancias transmite igualmente á la masa del aire el exceso de fluido eléctrico que existe en el globo. Mas algunas veces tambien pueden perjudicar por muy copiosas las lluvias de tempestad.

## ARTICULO TERCERO.

*De los para-lluvias de tempestad.*

**M**uy extraño seria que el hombre , cuyo genio ha sujetado á su dominio á todos los seres animados que pueblan la superficie de nuestro globo , por mucha que sea su fiereza , á cuya industria nada hay imposible , y que tan poderoso al menos como el Júpiter de la fábula , tiene en sus manos el rayo , detiene este metéoro terrible y le desvia , ó le dirige á su voluntad ; no pudiese egercer su imperio sobre los otros metéoros , cuya fuerza y violencia no son comparables con la del rayo. El hombre solo debe temer al desaliento , pues le basta saber arros-trarlo todo , para superar los mayores obstáculos y verse coronado con brillantes resultados. No hace mucho tiempo que yo lo decia : estoy persuadido de que el hombre , este ser tan débil ahora , se enseñoreará un dia de los elementos , y entonces , y solo entonces , podrá decirse con verdad que es el rey del universo y manda la naturaleza.

La lluvia que merece con tanta frecuencia el nombre de rocío del cielo , suele tambien , señaladamente la de tempestad , destruir nuestras cosechas , talar nuestras tierras y sembrar la desolacion y el desconsuelo por nuestros campos. Tratar pues de

precaver estos desastres espantosos , proponer medios para oponerse á este formidable azote , es en mi concepto hacer un servicio importante á la humanidad.

Dando por supuestos los principios que dejo establecidos al hablar de las causas de la lluvia , y recordando los experimentos que he citado para demostrar el modo como influye en ella la electricidad ; no parece pueda dudarse que para preservar un pais de las lluvias tempestuosas , bastará elevar en los campos á la mayor altura posible unas puntas que atraigan la electricidad de las nubes tempestuosas. El fuego eléctrico de las nubes que determina la caída de la lluvia por la repulsion que ha producido , será atraído y disipado por dichas puntas ; y no existiendo la causa de la lluvia , no se verificará ésta.

Dichas puntas eléctricas deberán ser de metal , porque los metales son los mejores conductores que se conocen , segun acredita la experiencia ; se prolongarán hasta dentro de la tierra , y tendrán de consiguiente la figura de un gran conductor elevado perpendicularmente y terminado por una punta aguda. Como se trata de los campos mas espuestos á las lluvias tempestuosas , y donde son mucho mas funestos sus estragos , se podrá disminuir el gasto sirviéndose de los árboles mas altos que se hallen á cierta distancia unos de otros , colocando en su pun-



to mas elevado las puntas eléctricas , de las cuales partirán unas cadenas de alambre que bajarán unidas al árbol hasta introducirse en la tierra por el extremo inferior. Entonces , como la estremidad superior de dichas puntas conductoras ocupará un punto elevado de la atmósfera , transmitirán por toda su longitud el exceso de electricidad atmosférica , la cual para restablecer el equilibrio , se disipará en la masa de la tierra.

## CAPITULO SEXTO.

### *De la nieve.*

La nieve no es otra cosa que una porcion de partículas y vapores convertidos en una especie de hielo por el frio y la congelacion. La atmósfera está cargada de una gran cantidad de vapores que se hallan esparcidos por toda su estension : cantidad tan considerable , que comunmente se cree que los vapores forman el tercio de la masa del aire ; ademas pueden llegar á una grande elevacion sobre la superficie de la tierra ; esto es , á la de cuatro mil cuatrocientas toesas , que es la elevacion máxima de los vapores , y donde el frio es ordinariamente muy intenso.

Ahora pues : si en una de las regiones de la atmósfera donde se hallan diseminados los vapores , sobreviene frio , empieza desde luego por conden-

sar el aire y los vapores ; y de tal modo los reúne, que bajo un mismo volúmen hay una masa mucho mayor ; en fin congela el agua , y del estado de líquida la hace pasar al de sólida : en cuyo caso, si las moléculas acuosas estuvieron espuestas á la congelacion antes de formar gotas sensibles , se producirá la nieve ; mas cuando la condensacion de las gotas ha precedido á la congelacion , se forma y cae el granizo.

La nieve es muy apta para recibir , trasmitir ó conservar el fluido eléctrico segun acredita la experiencia ; pues si se la aísla y electriza , da señales de electricidad, y sirve muy bien de armadura á una botella eléctrica ; de modo que en un aparato de este género se produce perfectamente la conmocion.

Hallándome yo en Beziers el 17 de Febrero de 1782 , observé una nieve eléctrica , la cual recibida en un vaso de metal aislado , dió chispas eléctricas de naturaleza positiva ; y lo mismo esperimenté en algunos otros casos. Otros muchos físicos lograron igualmente señales de electricidad durante la caida de la nieve , bien por medio de un conductor atmosférico, bien por el de aparatos particulares dispuestos para recibirla.

En el invierno de 1776 que tan riguroso fue en la mayor parte de las provincias de Francia , Mr. Guyot que estaba entonces en Burdeos, presentó á los copos de nieve que caian un tubo de cristal de

Inglaterra frotado , que los repelió constantemente; al paso que una barrita de lacre negro electrizada los atraia : cuya esperiencia prueba que los copos de nieve estaban electrizados positivamente , pues la repulsion eléctrica se verifica entre dos cuerpos dotados de la misma especie de electricidad.

Uno de los fenómenos mas curiosos , y que hasta de ahora no se ha observado bastante, es la figura particular de la nieve , que segun las escrupulosas observaciones de algunos físicos , y entre otros Muschembroeck , depende de una verdadera cristalización. Me he ocupado bastante en este objeto, y transmitiré aqui algunas de mis observaciones. El 14 de Febrero de 1782 nevó en Beziers durante la madrugada ; los copos de esta nieve estaban en gran parte cristalizados bajo la forma de estrellas de seis ángulos , algunas de cinco y el mayor número de siete y de ocho. Para observar mejor la belleza de este fenómeno procuré recibir los copos sobre un pedazo de paño negro, no solo para distinguir mejor la regularidad de las formas, sino tambien para que la nieve no se derritiese demasiado pronto.

El 17 del mismo mes hubo otra nevada muy abundante , de modo que quedó la tierra cubierta hasta mas de cuatro pulgadas de elevacion , y casi todos los copos eran estrellados. Puedo asegurar con verdad que los cinco sextos de la nieve que cayó , eran otras tantas estrellas compuestas y aun so-

brecompuestas: por estos términos entiendo unas estrellas, cuyos rayos estaban divididos y subdivididos en muchas puntas, y estas en otras. Todos los que las vieron quedaron admirados de la regularidad de las formas y la simetría de las partes. El termómetro de Reaumur, á las siete y media de la mañana en que estaba cayendo la nieve, se hallaba á tres grados y medio bajo cero, y el barómetro señalaba veinte y siete pulgadas, once líneas.

En los copos de nieve estrellados y compuestos ó sobrecompuestos que examiné el 17, observé siempre en el medio una figura de estrella que lo hubiera sido siempre, aun cuando se hubiesen suprimido los rayos que formaban la estrella grande. Recibida esta nieve en un vaso de metal aislado, produjo chispas eléctricas al aproximarse á dicho vaso la bola de un excitador, y el electrómetro de M. Canton anunció también la presencia de la electricidad por la repulsión de las bolas.

En la nieve que cayó, según queda dicho, el 14 de Febrero, observé también muchos rayos simples de nieve, esto es, unos filamentos congelados en línea recta y separados unos de otros, que deben considerarse como los elementos de los copos estrellados. Este fenómeno se nota también en la superficie del agua cuando empieza á congelarse. Cuando la nieve cae de una región muy elevada, se reúnen entre sí muchos filamentos, y forman diferentes figu-

ras mas ó menos regulares , segun las circunstancias que han precedido á su formacion. Si el aire está tranquilo, las estrellas serán regulares ; porque en toda cristalización , para que los cristales sean perfectos , es necesario que no haya nada que turbe la tendencia que tienen las diferentes partes á colocarse entre sí de un modo conveniente á su figura. Si se observan las figuras 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 y 23 , se tendrá una idea de las diferentes variedades de copos de nieve estrellados que he observado.

## CAPITULO SEPTIMO.

### *De la piedra y del granizo.*

La piedra parece no ser otra cosa que las gotas de agua que se han congelado despues de su formacion; y no debe admirarnos mas el ver formarse la nieve y la piedra en las regiones altas de la atmósfera, que el hielo en la superficie de la tierra cuando hace mucho frio ; pues en la region de los metéoros el frio es de ordinario muy intenso , aun en verano, y suficiente á producir la congelacion de las gotas de agua.

El agua á causa de su gravedad específica no puede sostenerse en grandes masas en la atmósfera, y por esta razon no es posible que existan en ella grandes volúmenes de agua congelada. Las mayores masas de agua que pueden existir en la atmósfera,

son gotas mas ó menos gruesas ; y de ahí es que las piedras no son de ordinario mas gruesas que las gotas de agua de una lluvia ; y digo de ordinario, porque uniéndose las piedras al caer, sea con los vapores que se hallan esparcidos por la atmósfera , sea con las gotas de la lluvia , se congelarán estas igualmente y aumentarán su volúmen.

Por esta razon se observa: 1.º Que en ciertas ocasiones caen piedras de un tamaño considerable. 2.º Que la piedra que cae en los montes es mas menuda que la que se encuentra en las llanuras y en los valles. Algunas veces se reunen entre sí muchas piedras y presentan figuras muy irregulares. Sin embargo, la piedra tiene por sí misma una figura regular , pues es efecto de una cristalización lo mismo que la nieve y el hielo ; pero el viento y otras circunstancias que acompañan á la piedra son las causas que alteran ordinariamente esta cristalización, impidiendo que se presente en su forma regular y primitiva. Como quiera , examinando con atencion las piedras caidas en diferentes tiempos y lugares, he observado que habia muchas que se aproximaban á la figura de prismas hexaedros imperfectos , y otras á la de pirámides truncadas de diversos lados. El mayor número no parecia otra cosa que esferas un poco achatadas , ó esferas escabrosas ; porque como ya he dicho , la figura primordial y cristalina del agua congelada en piedra , debe variar prodigiosa-

mente en razon de las muchas causas que propenden á alterar la cristalización del agua que se hiela.

El granizo solo difiere de la piedra en que las moléculas de agua que se han congelado para formarle son mas pequeñas que las de la piedra, pues no es otra cosa que una piedra muy menuda, que por lo comun cae en los chaparrones que suelen sobrevenir en el mes de Marzo.

Si se examinan con atencion las principales observaciones que se han hecho sobre la electricidad-metéoro, es imposible desconocer la relacion general que existe entre este fenómeno y la piedra; pues se notará que la piedra por lo comun cae en tiempos tempestuosos, y es precedida, acompañada ó seguida del trueno; fenómeno ciertamente eléctrico.

Con efecto, es observacion constante que siempre que ocurre un pedrisco algo considerable, va acompañado de truenos, y que jamas estos retumban con mayor fuerza, que en tiempo de pedriscos extraordinarios.

Parece pues, que no debe causar maravilla el que al caer el granizo haya electrizado muchas veces los aparatos dispuestos para observar la electricidad del aire.

El fenómeno de que hablamos se verificó ya antiguamente. César en el capítulo 6.º de la Guerra de Africa, dice, que repentinamente se levantó una nube muy densa seguida de una lluvia de granizo

durísimo, y que la misma noche pareció que se inflamaban las picas de la quinta legion: *Nimbus cum saxeâ grandine subito est cohortus ingens; eâdem nocte legionis quintæ pilorum cacumina suâ sponte arserunt* (1).

De todas las observaciones que hasta aquí se han referido, es fuerza concluir que la piedra ó granizo es un metéoro producido por una nube tempestuosa, y que en general se verifica al mismo tiempo que se oye retumbar el trueno; que en muchas ocasiones el granizo comunica una electricidad sensible á los aparatos, y que este metéoro tiene relaciones con la electricidad natural.

Mr. de Morveau discurre con razon, que siendo la evaporacion la causa inmediata del enfriamiento (2), y no pudiendo dudarse que la electricidad aumenta sensiblemente la evaporacion, el fluido eléctrico es una causa habitual mas ó menos inmediata de la formacion del granizo. Oigamos á este sabio: »Una nube es una acumulacion de vapores muy cargada de materia eléctrica. Mientras hay exceso de esta materia, favorece continuamente la evaporacion, y pues la evaporacion produce el enfriamiento, es muy natural que por la sucesion de los instantes, los

1 Ces. de Bell. Afr. Cap. 6.

2 Sabida es la esperiencia de la congelacion del agua dentro de una botellita que se sumerge diferentes veces en el ether, y se evapora despues al aire libre.



vapores así electrizados se condensen y lleguen al punto de congelación: porque la materia eléctrica no es más apta para restituir el calor natural, que el éter que forma una atmósfera al rededor de la botella llena de agua; aunque no podamos dudar que dicho licor está mucho más cargado de principio inflamable. Si pues se llega á extraer y agotar esta materia superabundante á medida que se va acumulando en la nube, el efecto se disminuirá como la causa, ó más bien cesará, así como en nuestra experiencia se hubiera detenido la congelación separando de la botella el lienzo empapado de éter.”

En los capítulos anteriores hemos propuesto los diversos medios que pueden preservarnos de los más terribles azotes, el rayo, los terremotos y las lluvias tempestuosas; mas ¿no sería posible precavernos contra la piedra que tala con tanta frecuencia nuestros campos? Los principios establecidos hasta aquí nos prueban que hay fundamento para esperar-  
lo. Con efecto, si la observación acredita que nunca hay un pedrisco algo considerable que no vaya acompañado de truenos; que las nubes que arrojan la piedra son tempestuosas; que llevan el rayo en su seno, y que por consecuencia contienen un exceso considerable de fluido eléctrico, es evidente que unos aparatos semejantes á los para-rayos, podran guarecer nuestras campiñas contra esta plaga devastadora, ó cuando menos disminuir el peligro y los

estragos. En confirmacion de esta verdad podrán recordarse todos los experimentos y observaciones que mas arriba se han referido hablando del rayo y de los para-rayos: alli hemos desenvuelto todos los principios que conciernen al poder de las puntas que atraen de mucha distancia el fluido eléctrico, y por medio de los conductores le transmiten en silencio hasta el depósito comun; esto es, hasta el centro de la tierra.

Los aparatos propios para preservar nuestros campos de la piedra, consisten únicamente en unas grandes barras de hierro puntiagudas por su estremidad superior, elevadas perpendicularmente al horizonte, y distribuidas de trecho en trecho al rededor de los parages mas castigados de la piedra. Conviene principalmente colocarlos en estos puntos, porque hay siempre algunas causas locales que determinan la caida de estos metéoros. Estos aparatos pudieran llamarse para-granizos.

El ilustre Mr. Gueneau de Montbellard en la memoria que presentó á la academia de Dijon, toma en consideracion todo lo que puede hacer probable la influencia de la materia eléctrica en la formacion del granizo, y los medios físicos y económicos de construir para-granizos. M. de Morvean piensa lo mismo sobre la eficacia de estos aparatos, y lo propio opinan Mr. Buissar y otros muchos físicos.

## CAPITULO OCTAVO.

*Del rocío , de la escarcha y del sereno.*

**T**odos hablan del rocío , pero pocos conocen bien su origen ; porque creyendo comunmente que cae siempre del cielo , nadie sospecha que algunas veces se eleva tambien de la tierra. Para la debida claridad de esta materia , distinguiremos tres especies de rocío : la primera que se eleva de la tierra , la segunda que vuelve á caer sobre su superficie , y la tercera que suele hallarse sobre ciertas partes de las plantas.

Si se fija la consideracion en la humedad que se encuentra por las mañanas sobre la superficie interior de las campanas de cristal que los jardineros suelen colocar por las noches sobre la tierra , no es posible dudar de la realidad de un rocío que se eleva ; y las primeras ideas que tuvieron los físicos , y señaladamente Gerslen , sobre este fenómeno , las confirmó Mr. de Dufay con varios experimentos muy concluyentes. Su aparato consistia en muchos cristales planos elevados á diferentes alturas ; pero sin ocupar el mismo espacio vertical : lo dispuso en el mes de Octubre , y se observó constantemente que la superficie inferior de cada cristal se hallaba humedecida antes que la superior , y los cristales mas in-

mediatos á la tierra se hallaban cubiertos de humedad antes que los que estaban mas apartados. Habiendo suspendido igualmente á diferentes alturas unos pedazos de paño , se observó que los que estaban inmediatos á la superficie de la tierra aumentaron de peso primero que los mas distantes. Estas esperiencias , que produjeron el mismo resultado en otras estaciones , no permiten dudar del origen terrestre del rocío ascendente que se eleva de la tierra á la atmósfera.

La causa de este rocío ascendente es la misma que hace subir los vapores , pues que el rocío no es otra cosa que unos vapores que se elevan de la tierra y se adhieren á los cuerpos que hallan al paso. Este objeto se ha tratado con bastante estension en un capítulo particular, al que remitimos á nuestros lectores , bastando recordar que se ha demostrado que la electricidad superabundante de la tierra puede por su virtud repulsiva elevar las moléculas acuosas á alturas mas ó menos grandes , segun su energía: efecto que se verifica lo mismo de dia que de noche, tanto por la tarde como por mañana y en todos tiempos ; mas hay algunas estaciones en que este fenómeno se hace mas sensible por la noche, y en que el frio de los diferentes objetos que están sobre la tierra , condensa y hace visibles los vapores que sucesivamente se les adhieren.

No negamos sin embargo que la elevacion del ro-

cío á una corta distancia de la tierra, pueda ser efecto del calor que hace elevar las exhalaciones y los vapores de una tierra húmeda. Durante el dia, no pudiendo adherirse á la superficie de la tierra, que se halla entonces mas caliente que las capas inferiores del aire, se elevan por la atmósfera, cuya temperatura ha subido considerablemente por efecto de los rayos del sol. Al principio de la noche continúan aun en elevarse estos vapores, porque la tierra, que tiene cierto grado de densidad, ha conservado una gran parte de su calor; mas esta causa nos parece insuficiente, segun hemos probado, para elevar los vapores y las exhalaciones á una distancia mayor, como la en que se forman los metéoros: solo el fluido eléctrico puede producir este efecto.

Si la esperiencia acredita la existencia de un rocío ascendente, no demuestra menos la del descendente que vuelve á caer de la atmósfera sobre la tierra. Los vapores ácueos elevados por el aire en medio de la noche, suelen condensarse por el frio que reina entonces en la atmósfera; y en este estado, como son específicamente mas pesados que un volumen igual de aire, vuelven á caer sobre la tierra.

El rocío descendente no solo es efecto de la condensacion de los vapores esparcidos por la atmósfera, segun acabamos de esplicar; sino tambien de la electricidad superabundante en la region media, ó en algunas nubes mas ó menos cercanas á la tierra.

La virtud repulsiva de la electricidad arroja hácia la tierra una gran porcion de estos vapores, que reunidos en pequeñas gotas, forman una especie de rocío descendente. Los vientos y otras causas estrañas pueden algunas veces producir los mismos efectos.

Se ha notado en el rocío una singularidad muy estraña, siendo Muschembroek uno de los primeros que la observaron; á saber, que en general se adhiere al vidrio y no á los metales. Colocado un vaso de cristal en una vasija de plata de diámetro mucho mayor, y espuesto todo al rocío, se observa que el cristal está enteramente mojado, al paso que la vasija queda del todo seca. Este fenómeno es muy difícil de esplicar, pues aunque se ha creído columbrar algunas relaciones entre este fenómeno y la electricidad, las creo demasiado remotas para que deban ocuparnos.

Hay una tercera especie de rocío, del que prometimos hablar, y es el que se nota sobre la mayor parte de las plantas. En algunas se halla en las cavidades de las hojas, en otras á la orilla de estas, y en muchas en la insercion del pedículo con las ramas ó con el tallo &c. Este fenómeno es un efecto de la transpiracion de las plantas, porque si se cuida de cubrir estas con una campana de cristal, cerrando la abertura con dos planchas semicirculares de metal, en donde haya un pequeño agujero para que pase el tallo de la planta, aunque las junturas estén muy bien pegadas, se verá al dia siguiente que

la planta se halla tan cubierta de rocío, como las que han estado al aire libre de sus inmediaciones. Este experimento prueba que esta especie de rocío es un efecto de la transpiracion de las plantas.

La escarcha se verifica cuando el frio de la tierra es suficiente para congelar el rocío que ha caido durante la noche. Este fenómeno no presenta nada de particular: los vapores acuosos que han caido sobre la tierra, se han congelado porque la tierra con la que están de contacto tiene un grado de frio suficiente para producir este efecto. Un experimento muy sencillo, pero concluyente, demuestra la verdad de esta esplicacion: si se llena de hielo y de sal un vaso de vidrio ó de metal, aun en el verano, se verá la superficie exterior cubierta de una especie de escarcha formada por las moléculas acuosas esparcidas por el aire circundantemente, que se congelan por su contacto con la superficie del vaso enfriada á un grado mayor que el de la congelacion.

Todo lo que hemos dicho del rocío debe entenderse del sereno, nombre con que se designan en el uso comun aquellos vapores y exhalaciones que caen casi inmediatamente despues de ponerse el sol. Las moléculas mas groseras, á causa de su gravedad, deben caer las primeras, porque estando condensadas por el frio que empieza á obrar, adquieren mas pronto, por la agregacion de nuevas moléculas, un exceso de gravedad específica sobre el aire de la atmósfera.

En el verano cae el sereno mas tarde que en la primavera y en el otoño, á causa de que el frio de la noche no comienza á sentirse tan pronto. En el invierno es menos abundante que en las otras estaciones, lo cual ha hecho creer á muchas personas que no le hay absolutamente. El sereno que empieza á caer despues de puesto el sol, continúa cayendo toda la noche, pues los vapores mas sutiles y mas elevados se van condensando y cayendo sucesivamente uno despues de otro. Los que caen por la mañana antes de salir el sol, son el rocío de que hemos hablado.

La electricidad, sea por su virtud repulsiva, sea por la atractiva, puede tambien ser causa del sereno, lo mismo que del rocío; y casi todo lo que hemos dicho de este, debe entenderse de aquel.

El sereno es peligroso en los terrenos pantanosos, y en aquellos en donde se elevan exhalaciones insalubres, como la campaña de Roma. En las inmediaciones de las ciudades regadas por grandes rios no lo es absolutamente; y si en estas últimas circunstancias ha producido algunas enfermedades, no puede ser sino porque algunas personas cometieran la imprudencia de esponerse á él hallándose acaloradas.



## CAPITULO NOVENO.

*De las mangas.*

**L**as mangas son una especie de metéoros ácueos, cuya naturaleza no ha sido bastante conocida hasta que han podido observarse en la tierra; porque como los efectos que producen en el elemento líquido no dejan vestigios durables que puedan ser examinados despues del peligro, es mas facil caer en algun error. A fin de dar una idea clara y distinta de este metéoro, dividiremos este capítulo en tres artículos: en el primero se espondrán muchas observaciones sobre las mangas de mar; en el segundo se hablará de las de tierra, y en el tercero se tratará de la causa de unas y otras.

## ARTICULO PRIMERO.

*De las mangas de mar.*

**N**o hay persona alguna que no haya oido hablar de las mangas y de sus terribles efectos, ni que ignore que cuando los navegantes no pueden evitar una manga que se dirige sobre ellos, es lo ordinario dirigirle una descarga con los cañones de mayor calibre, con el objeto de romperla. Dampierre habla en sus viajes de las mangas que ha visto, y asegura que cuando aparecen, reina de ordinario la calma, y que cuan-

do la manga se rompe , toda el agua que estaba bajo de ella , vuelve á caer en el mar haciendo un gran ruido. La manga, dice , avanzó rápidamente haciendo subir el agua arremolinándose en forma de una columna de seis ó siete vergas de elevacion : mas era una manga muy pequeña que no fue fuerte ni durable ; sin embargo , reconocí que cuando pasaba cerca de nosotros hacia un gran viento (1). En la misma obra se lee esta observacion interesante : » Vimos á corta distancia de nosotros una manga que caia de una nube negra , que despidió una lluvia abundante acompañada de truenos y relámpagos (2).”

Para formarse una idea de los accidentes que suelen causar las mangas en los buques que encuentran , referiremos lo que sucedió por los años de 1674 en las costas de Guinea á un buque de que habla el mismo viagero : » Cierta capitán de Lóndres montaba el buque Blessing de trescientas toneladas y diez y seis cañones , cargado para la costa de Guinea. Habiendo llegado á los siete ú ocho grados de latitud Norte , descubrió muchas mangas , una de las cuales se encaminaba directamente hácia el buque ; y no teniendo viento para separarse , se preparó á recibirla amainando las velas. La manga avanzó con mucha velocidad y reventó con grande estrépito poco antes de llegar al buque , haciendo levantar

1 Dampierre , tom. 3.º , pág. 223.

2 Dampierre , tom. 3.º , pág. 182.

el agua del rededor como si hubiesen arrojado en el mar una gran casa, ó cosa semejante. El viento continuó con gran fuerza y embistió al buque por estribor con tal violencia, que rompió á un mismo tiempo los masteleros de baupres y de mesana. Soplando despues sobre toda la longitud del buque, lo echó de un lado, y por poco no le tumbó del todo; mas el buque se adrizó muy pronto, porque el viento arremolinado embistiéndole de nuevo con la misma fuerza, pero por el lado opuesto, le volvió sobre la otra banda y casi le echó á pique. El palo de mesana sufrió el furor de este segundo ventarron, y quedó roto por el pie, como lo habian sido los anteriores. El palo mayor y el mastelero de juanete no recibieron ningun daño, por no haberles alcanzado la furia del viento. Cuando se rompió el palo de mesana habia tres hombres en la proa y uno sobre el baupres, los cuales fueron precipitados en el mar con los palos, pero todos se salvaron. Esta relacion la oí á Mr. Juan Camby, que era entonces contra-maestre y proveedor del buque. Por lo comun miramos con horror las mangas, y sin embargo este es el único daño que ha llegado á mi noticia hayan causado. Por otra parte parecen tan terribles, porque sobrevienen cuando el navegante se halla en una calma que le tiene inmóvil como un leño en medio del mar. Mas aunque he observado muchas, y me he visto embestido de algunas; el mayor mal

que de ellas hemos recibido ha sido siempre el miedo (1).”

A principios de este siglo se vieron algunas mangas en las costas de Berbería, diez leguas mas adentro al Norte de Bona. El 7 de Setiembre de 1701, á cosa de las siete de la tarde, se vieron al Nordeste algunos relámpagos muy vivos y continuos, que duraron sin truenos hasta la mañana del dia siguiente. Al otro dia á las ocho de la mañana se unió á los relámpagos el estallido del trueno, y á cosa de las nueve, se descubrieron legua y media de distancia al Norte del buque tres mangas que salian de una nube estremadamente negra; la del medio, que era la mas considerable, parecia del grueso de un árbol de navío y las otras dos como la mitad; ademas de estas mangas, se vieron otras tres ó cuatro siempre á Nordeste; pero eran mucho mas pequeñas y desaparecieron muchas veces: dichas mangas terminaban en punta, ó al menos en cono truncado; unas eran perpendiculares, otras oblicuas ó curvas en la direccion del viento que era Nordeste.

El mar en el parage que correspondia á la estrechidad de todas estas mangas, hervia y se hinchaba, y formaba una columna de agua mas gruesa que la manga, y de muchas varas de elevacion, la cual se disipaba súbitamente y se reproducia en seguida,

1 Dampierre, tom. 1.º, pág. 451.

levantándose cierto vapor en dichos puntos. No se vió una sola manga sin esta especie de hervideros; pero sí algunos de estos sin ninguna manga, que seguían la dirección del viento. La manga principal, que figuraba un cono truncado, permaneció constantemente unida á su columna de agua; las otras se separaron y volvieron á reunirse muchas veces á los suyos, formando ya un arco, ya un ángulo muy obtuso, siempre según la dirección del viento. Dichas mangas parecían en su estremidad inferior como unos tubos, sus orillas eran opacas y el medio blanco, al través del cual se elevaban como unas olas de humo, lo cual era mas visible en las mayores; las columnas de agua y el hervor de las olas subsistian algun tiempo despues de la desaparicion de las mangas correspondientes, y algunas veces hasta que volvian aparecer; las mangas comenzaban á adelgazarse por la mitad de su elevacion cuando estaban prontas á disiparse; se las vió desvanecerse y volver á aparecer dos veces en un cuarto ó en media hora, y ordinariamente en el mismo parage; durante la aparicion de estas mangas llovió sin cesar, y despues de su desaparicion sobrevino un furioso viento de Nordeste acompañado de lluvia, que duró por espacio de media hora, despues de la cual se serenó el tiempo (1).

1 Coleccion académica, tom. 6, pág. 666.

Citaremos aun otras observaciones sobre este metéoro ; porque solo asi podrá conocerse perfectamente este objeto. En el segundo viage del capitán Cook al rededor del mundo , se habla de muchas mangas. Viose entre otras una, sobre cuya base »se formaba un tubo ó columna redonda , por donde el agua, el aire , ó uno y otro subian en línea espiral hasta lo alto de las nubes. Algunas personas de la tripulacion dijeron que en una de las mangas inmediatas á nosotros habian visto un pájaro que subiendo giraba como el volante de un asador. Mientras duraron estas mangas teniamos de cuando en cuando algunas rachas de viento y turbiones de corta duracion , en que el agua caia en gotas muy gruesas. Al paso que las nubes se acercaban á nosotros , dice Mr. Forster , cabrilleaba el mar , y algunas veces caia granizo y sobrevenian nieblas muy negras..... Al desvanecerse la última manga hubo un relámpago sin esplosion. Nuestra posicion mientras duró el fenómeno era ciertamente muy crítica. Aquellas mangas que servian de punto de reunion al mar y á las nubes infundian terror y admiracion ; de modo que nuestros mas experimentados marineros no sabian que hacer : casi todos ellos habian visto de lejos mangas semejantes ; pero nunca se habian hallado como entonces cercados por todas partes ; y todos nosotros sabíamos la espantosa descripcion que ha hecho de sus funestos

efectos cuando revientan sobre un buque (1).”

» Algunas de aquellas mangas parecian á las veces estacionarias, y otras manifestaban tener un movimiento progresivo, aunque desigual y siempre en línea curva, ya á un lado, ya á otro; de modo que una ó dos veces advertimos que se cruzaban. En vista del movimiento de ascension del pájaro y de otras muchas circunstancias, es evidente que estas mangas las producian algunos remolinos; que el agua era llevada hácia arriba con violencia, y que no bajaban de las nubes, como despues se ha pretendido suponer. Ante todo se manifiestan por la violenta agitacion y la elevacion del agua, un momento despues veis una columna redonda que se desprende de las nubes situadas encima, y que en apariencia desciende hasta unirse abajo con el agua agitada. Digo en apariencia, porque creo que este descenso no es verdadero; sino que el agua agitada que está debajo, ha formado ya el tubo, el cual se eleva muy pequeño ó muy delgado, para que pueda distinguirse. Cuando este tubo está formado y se hace visible, su diámetro aparente se aumenta y adquiere grande magnitud; en seguida se disminuye, y al fin se rompe ó se hace invisible por la parte inferior. Poco despues vuelve el mar á su estado natural, y las nubes atraen poco á poco el tubo, hasta que queda enteramente disipado.

1 Viage del capitan Cook, tom. 1.º, pág. 218, 220.  
T. II.

Los tubos tienen algunas veces una direccion vertical y otras curva ó inclinada (1).”

El capitan Wakefield, pasando el estrecho de Gibraltar, vió caer una manga al lado de su buque; pareció que habia caido de golpe, y todos convienen en que bajaba. El capitan Langstaff, en un viaje á las Indias occidentales, vió una que atravesó la popa de su buque, y pasó adelante: fue tanta el agua que cayó, que el capitan Melling que estaba entonces al timon, dice que casi quedó inundado, pues el agua *le entraba por la boca, por la nariz y por los oidos*; y añade que era absolutamente dulce.

Para que los que nunca han visto mangas puedan formarse una idea de estos metéoros, hemos diseñado algunos, cuales se han presentado en diferentes ocasiones. La figura 24 representa una gran manga ascendente; la 25 y 26 muestran unas mangas descendentes; en la 27 se ve una que en cierto sentido puede llamarse ascendente y descendente. La figura 28 presenta una manga ascendente y otra descendente reunidas entre sí; la figura 29 una manga, cuyo cono tiene el eje inclinado. Mr. Cadwalader Colden vió muchas, cuyo eje estaba muy inclinado al Oriente. En fin, en la figura 30 se ve una que está encorvada ó arqueada en sentidos opuestos, segun se han visto en las últimas observaciones.

1 Viage del capitan Cook, tom. 1.º, pág. 219.



## ARTICULO SEGUNDO.

*De las mangas terrestres.*

Creíase en otro tiempo que las mangas eran peculiares del mar y que nunca las habia terrestres ; mas las observaciones han probado lo contrario. El 10 de Agosto de 1780 , se vió en Reims una manga terrestre. Por todos los puntos que recorrió esta columna , dice el Benedictino Lami , hubo un remolino de viento que levantaba á grande altura los cuerpos un poco movibles que se hallaban al paso , y los que tenian mas consistencia , se rompian ó sufrían estrordinarios sacudimientos. Veíanse en los campos gavillas de avena arrebatadas á la altura de las casas mas elevadas , y aun enseñaron á Lami el techo de una granja que habia sido arrancado. El mismo físico nos da noticia de otra manga terrestre , á la que , como tambien á la primera , llama él una columna de nube. Esta apareció en Brie el 15 de Agosto de 1687 , á las cuatro de la tarde. Un testigo ocular le escribia que despues de haber estado tronando por espacio de media hora , se oyó un estampido tan horroroso , que creyendo que habia caido algun rayo cerca de la casa donde estaba , abrió al momento la ventana de su cuarto y vió una columna del color de

un nublado denso que ocupaba el espacio que mediaba entre las nubes y la tierra (1).

El 21 de Agosto de 1727 á las cinco y cuarto de la tarde, despues de haberse oido algunos truenos por Oeste, se vió en Beziers una manga de tierra bajo la figura de una coluna negra, que bajaba de una nube hasta la tierra. Esta manga, semejante á un cono invertido, se hallaba al parecer á dos leguas de la ciudad entre Puisserguier y Capestan: el tiempo estaba tranquilo en Beziers: pero »en Capestan se obscureció el cielo de un modo extraordinario; empezó á soplar el viento con violencia; la coluna que seguia conservando la forma de cono invertido, era de color ceniciento amoratado; cedia al viento que soplabá del Este al Sudoeste, acompañada de una especie de humareda muy densa y de un ruido parecido al del mar alborotado; arrancó muchos renuevos de olivo, se llevó un gran nogal á mas de cincuenta pasos, y dejó su camino señalado con una ancha huella, como si hubiesen pasado tres coches de frente. Apareció otra coluna de la misma figura; pero esta se reunió muy pronto á la primera, y despues que todo hubo desaparecido, cayó una gran copia de granizo (2).”

El 11 de Junio de 1749, una manga terrestre hi-

1 Conjeturas físicas sobre dos columnas de nubes. París, 1689.

2 Hist. de la Acad. de las Ciencias, año 1727, pág. 5.

zo muchos estragos en diferentes barrios de Roma, siendo mayor la consternacion que produjo, en razon de que sobrevino durante la noche. Se cree que este metéoro se formó en el mar inmediato, y que era fácil seguir su rastro desde Ostia á Roma. El célebre padre Boscovick que hizo su descripcion en una obra (1), dice que este torbellino apareció como una nube muy negra, muy larga y de grande elevacion. A pesar de la obscuridad de la noche, se hacia ver por una especie de relámpagos ó llamaradas que despedia por todos lados, los cuales avanzaban con rapidez, y solo estaban á tres ó cuatro pies del suelo. Sus efectos sobre los edificios en general fueron el arrancar las cubiertas, derribar las chimeneas, romper las puertas y ventanas, levantar los techos, desembaldosar las salas, y en fin, hasta las mismas soleras de las casas eran rotas, esparcidas y aun arrojadas contra otras casas á distancias considerables.

El 3 de Agosto de 1780, á cosa de las cinco de la tarde, asoló las inmediaciones de Carcasona una manga de las mas terribles que jamas se han visto. Muchas personas que estaban á la orilla izquierda del rio Aude, vieron al principio este metéoro como una nube negra y cerrada, que casi tocaba en el suelo, é iba avanzando hácia ellas con grande estrépito, siguiendo la direccion del viento Nordeste

1 Sopra il Turbine, Rom. 1747.

que reinaba en aquel momento. Los espectadores de que hemos hablado, fueron inmediatamente envueltos en esta manga; pero tuvieron la fortuna de poder refugiarse en una casa inmediata. Un barco que estaba en aquel parage con la popa hácia abajo, volvió rápidamente la proa. Esta manga seguia la direccion del viento; su base parecia undulante, y su latitud, como igualmente su elevacion, eran muy considerables. Poco despues se la oyó bramar con furor arrojando al mismo tiempo á grande altura dos surtidores de arena que se cruzaban formando un ángulo muy abierto. Por espacio de tres cuartos de hora permaneció estacionaria sobre el ribazo de la ribera derecha del riachuelo de Leuquet, en donde arrancó de raiz muchos sáuces y árboles frutales, torciendo y desgajando otros. Al cabo de este tiempo, habiendo adquirido nueva fuerza, se dirigió hácia la cuesta de Couffoulens, en donde rompió y esparció á gran distancia muchos árboles. Elevándose despues sobre la cuesta, arrancó y destruyó muchas viñas, y rechazada por fin de aquel punto, pareció que se dirigía al pueblo de Leüc con el aspecto mas formidable, y con un ruido parecido á los reiterados estallidos del trueno.

Apenas el señor del pueblo, viendo la aproximacion de este espantoso metéoro, tiene tiempo para meterse en su castillo y precipitarse en un reducto que estaba junto á la escalera. »Apuntalando allí

con los manos las dos puertas del reducto que están muy inmediatas, lucha contra el esfuerzo que pugnaba para arrancarlas. Casi en el mismo instante oye un ruido terrible, cual el que pudiera causar la súbita ruina de muchos edificios que se desplomasen á un mismo tiempo. Ya no puede resistir al empuje de la puerta que sostiene con la mano derecha, sin embargo de estar pasado el pestillo, pues este salta tambien al fin, la puerta se desquicia, y el espantoso ruido cesa con el metéoro que lo ha causado.”

Entonces se encontraron en las habitaciones del castillo montones de ruinas; rompiéronse todos los cristales, hiciéronse pedazos los marcos de las ventanas, como tambien los postigos exteriores, cuyas fallevas de hierro habian sido torcidas ó arrancadas; el pavimento de algunas piezas sollevantado y cubierto de pedazos de teja, las cortinas de las ventanas rasgadas, los tabiques derrivados, los techos estropeados, los cañones de las chimeneas abatidos. Algunos largueros de ventanas de piedra de sillería separados del grueso de la pared por efecto de la resistencia de los contravientos; todo el castillo, las caballerizas y los almacenes destechados, rotas todas las tejas, y las veletas de las torres, unas rotas y otras derribadas..... Ochenta casas lo menos (del pueblo) en la ruina mas lastimosa; arrebatados y destrozados sus techos, derribadas las paredes, multitud de

haces de diferentes granos dispersos por el campo, y otros arrojados al rio, en donde formaban un dique que obstruía su curso; todas las plantaciones de las inmediaciones absolutamente arruinadas." Ve aquí el horroroso espectáculo que produjo este terrible metéoro.

En un fenómeno de esta especie los hechos revestidos con sus circunstancias pueden dar alguna luz sobre su naturaleza y sobre la causa que lo ha producido, por lo cual no vacilaremos en entrar en ciertos pormenores que seguiremos tomando la relación de Mr. Lespinasse (1). Para que pueda juzgarse mejor de la fuerza y violencia de esta manga, será conveniente observar: 1.º Los techos del castillo, los tabiques, las paredes, las ventanas y los contravientos, parecían contruidos con la mayor solidez, y hallarse aun en muy buen estado. 2.º El pavimento de las habitaciones fue, según hemos dicho, sollevantado; mas en una alcoba de dichas habitaciones se notó que este accidente solo se había verificado en el medio de la pieza, habiendo perdonado enteramente unos montones de loza que la rodeaban. 3.º Se vió en otra un espejo de cosa de ocho pulgadas de alto sobre seis ó siete de ancho que estaba encima una chimenea apoyado sobre el cañon, pero sin estar pegado á él, cuyo marco fue destrozado saltan-

1 Observaciones sobre la Física é Hist. natural &c. 1786. Nov. pág. 355.

do en astillas sobre las sillas, quedando la luna en su lugar sin haber sufrido ningun daño. 4.º En los pedazos de las contraventanas que quedaron sobre sus goznes, se hallaron algunos girones de cortina pegadas á las astillas de madera, que no tenían el menor señal de fuego. 5.º La manga al parecer no atacó exclusivamente los barrotes de las ventanas, aunque doblégó muchas; pues se dirigió indistintamente sobre todos los muebles que encontró; de modo que las piezas de veinte ó veinte y cinco camas fueron mezcladas con la mayor confusion. 6.º Si despues de haber recorrido el desorden que se observa en todo el lugar, al que no puede llegarse sin abrirse un camino al través de las ruinas de que están cubiertas las calles, se considera la campiña á la parte de arriba del lugar, se verán de una ojeada un sin número de cipreses arrancados y siete ú ochocientos olivos arrancados, tronchados ó hechos pedazos; y si algunas ramas se han libertado del destrozo general, están erizadas de gavillas de trigo que la manga ha dispersado. 7.º Sobre el techo del castillo se ve una gran copia de gruesos guijarros de peso de seis y de diez libras, que deben haber sido transportados de otra parte por la manga. Se ve igualmente en el terrado de un particular del pueblo un árbol corpulento tendido á lo largo, lo que confirma la voz que se esparció de un árbol que giraba por lo mas elevado del metéoro tocando á los

saltadores de piedra que al parecer despedia este. 8.º Puede creerse que este fenómeno tuvo su origen en corta diferencia en el parage indicado á la orilla del Aude; pues que solo produjo el ligero efecto que hemos dicho en el barco y en las personas que este contenia. 9.º La manga no fue precedida ni seguida de lluvia en Leüc; pero sí en el parage donde tuvo su origen, como tambien en el lugar de Villalbe al Norte de este punto, en donde cayó una lluvia tal cual no se habia conocido jamas. Otra consecuencia fatal para los habitantes de Leüc son las tempestades mezcladas de truenos y aguaceros que se suceden sin intermision despues de aquel trágico acontecimiento: por cuya razon las pocas gavillas de trigo que se han recogido en los campos ó en el rio, no pueden secarse, ni de consiguiente dejar de podrirse. 10. Se ignora por donde se introdujo la manga en el castillo, en el cual, segun dicen, estaban cerradas todas las puertas y ventanas; y lo mismo en otras muchas casas que destrozó.”

De las diferentes observaciones que se han referido, parece se deduce que en este metéoro no tuvo parte el fuego; porque ninguna señal se encontró aun en los cuerpos mas combustibles.

Terminaremos este artículo refiriendo una observacion que demuestra que las mangas pueden tambien verificarse en los lagos. Mr. Jalabert, participó á la academia de las ciencias una observacion



de una manga que se vió en el lago de Ginebra , á tiro de fusil de la orilla , en el mes de Octubre del año 1741 , á las siete de la mañana. Era , dice , una coluna , cuya parte superior estaba adherida á una nube muy parda ; y la inferior , que era mas angosta , terminaba á corta distancia de la superficie del agua. Habia llovido la víspera y hecho mucho viento ; mas este habia cesado por la mañana , y el cielo estaba únicamente cubierto con algunas nubes. Este metéoro fue observado por espacio de dos á tres minutos , despues de lo cual se disipó ; mas se distinguió al momento un vapor muy denso que se elevaba del punto en donde se habia aparecido , y en el cual hervian las aguas del lago , como si quisiesen hacer un esfuerzo para levantarse (1).

#### ARTICULO TERCERO.

##### *De las causas de las mangas.*

**P**ara esplicar un fenómeno es indispensable conocer sus circunstancias y efectos ; pues solo de este modo puede llegarse á penetrar la causa. Segun este principio hemos espuesto muchas observaciones con los pormenores suficientes , pues sobre esta base sólida debe fundarse la esplicacion del metéoro que nos ocupa en este momento.

1 Historia de la academia , 1741. Pág. 20.

Diversos son los sistemas que se han imaginado para explicar el origen y formacion de las mangas: en el primero se comparan las nubes que se observan encima de este metéoro á una eolípila, cuyo agujero está representado por la abertura por donde sale de la nube la materia de la coluna. Lami explica por este medio las dos mangas terrestres que aparecieron en 1680 y 1687 en Reims y en la Brie. Mas esta comparacion no puede aplicarse al objeto presente, ya porque una nube compuesta de simples vapores, cuyas moléculas no tienen entre sí ninguna cohesion, no puede resistir á la fuerza de expansion que se supondria animaba á la materia de la coluna mientras está contenida en la nube, que se halla muy lejos de tener un grado de calor semejante al de el agua contenida en una eolípila; ya porque las mangas en esta suposicion deberian tener la figura cónica ordinaria, y no la de un cono invertido, segun lo prueban las observaciones.

Algunos físicos opinan que la causa de las mangas en general proviene de los torbellinos que se forman en el aire, lo mismo que en el seno de las aguas. Mr. Andoque, de la academia de Beziere, dió una explicacion que fue seguida por algun tiempo: »Imaginense en el mar dos corrientes paralelas, para mayor facilidad, de igual direccion y no muy separadas: el agua que está entre ellas no tiene por sí misma movimiento; pero las partes mas inmediatas

de las dos corrientes, no pueden dejar de adquirir alguno por el encuentro y colision de aquellas; y el movimiento que adquieren propende á hacerse circular como el de una rueda horizontal en reposo, impulsada segun una tangente. Se concibe sin dificultad que este movimiento es mas ó menos fuerte segun el de las corrientes, y que se comunica á toda el agua que antes estaba tranquila. Se mueve pues en remolino, y no solamente se ha de imaginar este torbellino en la parte superior, sino en toda la profundidad encerrada entre las dos corrientes. El agua de la superficie superior que no sufre ninguna carga, tiene mayor facilidad de arremolinarsse que la inferior que sufre el peso de la superior, y de consiguiente el remolino total debe tomar la figura de un cono, cuya base esté á la parte de arriba. Si solo se supone una corriente, no por esto dejará de arremolinarsse en toda su profundidad una parte del agua tranquila; pero será menor que si hubiese dos corrientes. Por lo demas todo se verificará lo mismo (1).”

Mr. Andoque aplica estos principios á la formacion de las mangas. Los remolinos de aire y de vapores deben ser producidos y tener una figura de cono invertido, como los remolinos de agua que existen en el mar, pues las mismas causas deben pro-

1 Híst. de la Acad. de las ciencias, año 1727. pág. 177.

ducir efectos semejantes; y sea que haya en la atmósfera una ó muchas corrientes de aire, la parte tranquila que está á los lados será violentamente agitada, y se arremolinará separándose de la masa total. Estos diversos movimientos suponen necesariamente una gran condensacion de las nubes que debe ocasionar una precipitacion de vapores acuosos, los cuales mezclándose con los remolinos del aire, forman por su cantidad la humareda densa que se observa, y con su extrema agitacion el ruido que se oye. La observacion de la manga de Capestan, parece confirma la verosimilitud de esta explicacion: porque al mismo tiempo que reinaba una gran calma en Beziere, soplabá un viento impetuoso en Capestan, en donde se notó tambien una grande obscuridad que indicaba la condensacion de las nubes.

En la explicacion que acabamos de esponer se supone que las mangas siempre aparecen cuando hace mucho viento; mas esta hipótesis está desmentida por la observacion, porque las mangas son muy frecuentes en los parages en donde reina de ordinario la calma, como en la costa de Guinea, á las inmediaciones de la línea equinoccial, en el estrecho de Malaca &c. Ademas, está probado que si hay algunas mangas que descenden de las nubes, hay otras que se elevan hácia estas. Y como la explicacion precedente, atendidos los principios en que se fun-

da , no puede aplicarse á los tifones ó mangas ascendentes , para no caer en este inconveniente , se ha imaginado la opinion que sigue:

Algunos , pues , han creido que la causa de las mangas eran las erupciones de vapores y exhalaciones subterráneas inflamadas de pronto , ó algunas erupciones propiamente volcánicas ; porque hay volcanes submarinos , y los hay tambien en algunos lagos. Los AA. de esta opinion , huyendo de Scila han dado en Caribdis ; queriendo esplicar el origen de los tifones ó mangas que se elevan , se han visto precisados á decir que no hay mangas que descenden , ó si las admiten han de recurrir á otra causa , y convenir por ello en que su esplicacion es incompleta. Mas lo que pone de manifiesto la insuficiencia de esta opinion , es que las mangas , sean ascendentes ó descendentes , no están fijas en el parage donde tienen su origen , pues que siguen diversas rulas , y algunas veces con mucha rapidéz , como se ha visto en la esposicion de los varios fenómenos de este metéoro.

La insuficiencia de las esplicaciones precedentes , ha dado márgan á que muchos físicos hayan recurrido á la electricidad. Los unos se han contentado con decir que el fluido eléctrico era la causa de las mangas ; mas una palabra vaga y aventurada , nada significa. Mr. Brison , sucesor del Abate Nollet , escribió una excelente memoria sobre este objeto , que

se halla entre las de la academia de las ciencias (1). En ella distingue muy oportunamente las mangas en ascendentes y descendentes, admitiendo tambien las efluencias y afluencias simultáneas del fluido eléctrico, las cuales hacen gran papel en su sistema. Mas como todo lo que concierne á las mangas puede esplicarse perfectamente sin emplear mas que una sola corriente, vamos á esponer otro modo de concebir la causa de este metéoro.

Cuando el fluido eléctrico pierde por cualquier causa el equilibrio, y se halla superabundante en la atmósfera ó en la tierra, debe propender á nivelarse, y por consecuencia dirigirse de los puntos en donde está acumulado á aquellos en donde hay menos, de las nubes á la tierra, ó de la tierra á las nubes. Supongamos pues, que la materia eléctrica se halle condensada en una nube: en este caso procurará lanzarse sobre la tierra, ó en el mar ó en los lagos, y de aqui las mangas de tierra, de mar ó de lago; si por el contrario abunda con exceso en la tierra, en el mar ó en un lago, se desprenderá de estos para elevarse á la atmósfera. En el primer caso el fluido eléctrico arrastrará consigo hasta la tierra una porcion de la nube; en el segundo elevará una masa de agua que formaba parte del mar, de los lagos, de los estanques, de los rios &c.; en cuyas ocasio-

1 Memorias de la Acad. de las ciencias, 1767

nes se verá una manga descendente ó ascendente.

Como la observacion prueba tambien que las mangas y los tifones no son inmóviles, sino que recorren con la mayor rapidez un grande espacio, es indispensable explicar en nuestra teoría esta circunstancia. Las nubes tempestuosas, muy cargadas de ordinario de electricidad, son con gran frecuencia atraídas por las masas de nubes circundantes no electrizadas: otras veces son impelidas por los vientos; y he aqui por qué se ven mangas tanto en tiempo de calma como cuando reinan los vientos. Por lo que hace á los tifones ó mangas ascendentes, aunque parezca difícil explicar su movilidad, y nadie hasta ahora lo haya probado, yo hallo que esta circunstancia es tambien una consecuencia de la doctrina que dejo establecida. Si las nubes se mueven por una de las dos causas que he señalado, es evidente que cuando una porcion del globo de la tierra (sea lago, mar &c.) esté recargada de electricidad, debe propender á descargarse del exceso sobre los cuerpos circundantes que se hallen á una distancia proporcionada y no esten electrizados, como, por ejemplo, sobre las nubes. Mas como estas se mueven, es necesario que la chispa eléctrica y la masa de agua que arrastra consigo, se eleven y recorran un espacio correspondiente.

Para que nada quede que desear en esta materia, representaremos con esperiencias eléctricas el me-

téoro que nos ocupa y sus principales fenómenos. Colocada sobre el aislador una persona que se halle en comunicacion con el conductor eléctrico de una máquina puesta en movimiento, tome en la mano un pequeño cilindro de metal redondeado en sus dos extremos, colóquese á la parte de abajo una gruesa gota de agua, y préntese luego á cierta distancia, primeramente un vaso lleno de tierra, y luego otro lleno de agua: en ambos casos se verá que la gota de agua se prolonga, tomando una especie de figura cónica ó cilíndrica; y si la proximidad lo permite, tocará la tierra ó el agua cuando estalle la chispa eléctrica. Este experimento nos presenta la imágen de una manga descendente de tierra ó mar.

Todavía se presenta de un modo mas sencillo la manga ascendente: quitando la gota de agua suspendida al extremo del cilindro, se ve entonces un montecillo de agua que se eleva del vaso hácia el cilindro. Si vuelve á colocarse la gota de agua, se tendrá la imágen de una manga reunida á un tifon; esto es, una manga ascendente y descendente á un mismo tiempo.

Considerando con atencion este experimento y las circunstancias que le acompañan, se observará que cuando se presenta al vaso el cilindro metálico á que se ha adherido una gota, el agua estancada del vaso se eleva en forma de montecillo en el punto que corresponde perpendicularmente á la gota de



agua , y que la chispa salta á menor distancia del vaso de agua que del que está lleno de tierra ; porque la elevacion del montecillo disminuye la distancia de donde parte la chispa. Esto es , en el supuesto de que la tierra del vaso tenga alguna consistencia, y que reine en sus moléculas cierta cohesion ; porque si solo tuviese una forma pulverulenta , se verian las moléculas terrosas atraidas y dispersadas luego , como sucede con los objetos que las mangas atraen.

Examinando este experimento hecho con un vaso de agua, sobre el cual se presenta el cilindro solo ó con la gota de agua , se observará sobre la superficie del vaso una agitacion ó estremecimiento undulatorio, que se oirá de un modo distinto, y será muy sensible á la vista. Esta agitacion , esta especie de hervor del agua , se parece al que se nota en la superficie del mar á las inmediaciones de la manga ; y es efecto de la elevacion del agua producida por la atraccion ó repulsion eléctrica. Si el experimento se hace en la obscuridad, se ve la pequeña columna de agua luminosa interiormente.

Cuando se mueve el cilindro metálico á que está suspendida la gota de agua , el montecillo que se eleva sigue la misma direccion en una marcha absolutamente igual ; por este medio puede imitarse la movilidad de las mangas y tifones. Si se pasea el cilindro metálico sobre una platina, en donde se

hayan colocado algunos cuerpos ligeros, como pedacitos de oro batido, aserrin &c., serán sucesivamente atraídos y repelidos, como lo son los objetos terrestres por las mangas que los encuentran en su tránsito. En una palabra, no existe ningun fenómeno producido por las mangas terrestres ó marinas, ascendentes ó descendentes, que no pueda representarse por medio de experimentos.

En vista de todo lo que hemos dicho al establecer la teoría de los para-rayos, no causará maravilla el que se asegure que la misma doctrina nos conduce á la idea de los para-mangas terrestres, que es una consecuencia natural. Oigamos á un ilustre físico: »El medio de libertarnos de los terribles efectos de las mangas terrestres, dice Mr. Buissart, llamará sin duda un dia la atencion de los físicos: los esfuerzos que han hecho para aniquilar el rayo y hacer impotente su violencia, ora salte de la tierra, ora se lance de las nubes, lo que han imaginado para impedir la formacion del granizo, y de los volcanes y terremotos; todos estos trabajos multiplicados de algun tiempo á esta parte, y coronados todos con el éxito mas brillante, hacen concebir las mas lisongeras esperanzas.

»Los conductores eléctricos ascendentes y descendentes de Mr. Bertholon, nos harán probablemente un dia este servicio: estas máquinas ingeniosas colocadas de trecho en trecho, mas elevadas, ó

en mayor número , tanto en las ciudades como en los campos , podrán guarecernos de los estragos ocasionados por las mangas.” Y mas abajo , despues de haber citado algunas pruebas de la electricidad de las nubes, que tan pronto es negativa como positiva, sacadas de la *electricidad del cuerpo humano* , dice: »Estas observaciones que refiere Mr. Bertholon, tienen demasiada relacion con el objeto de que tratamos para dejar de enriquecer con ellas nuestra memoria ; pues demuestran del modo mas evidente que las mangas , segun hemos dicho , deben ser unas veces ascendentes y otras descendentes , y que los admirables efectos que producen, reconocen por causa primera á la electricidad , que tira á restablecer el equilibrio (1).

1 Memoria leida á la Acad. de Arras , sobre algunas mangas observadas en el Artois el 3 de Abril de 1780.

en mayor número, tanto en las ciudades como en los  
campos, pues los extranjeros de los estratos inferiores  
vienen por las montañas. Y en el campo de batalla  
por el lado de las montañas, la batalla se libró en  
un lugar que era muy estrecho y peligroso como se ve en  
el mapa de la zona. El ejército español se defendió  
de las operaciones que intentó el ejército de los  
indios. La batalla terminó con el triunfo de los españoles.  
Los indios fueron derrotados y se retiraron a sus  
montañas. Los españoles se quedaron en el campo de batalla  
y se celebró una gran fiesta. Los indios que quedaron  
en el campo de batalla fueron castigados y se les  
quitaron sus tierras. Los españoles se quedaron en el  
campo de batalla y se celebró una gran fiesta.

---

# QUINTA PARTE.

---

## DE LOS METÉOROS AÉREOS.

**A**unque los metéoros aéreos no sean tan numerosos como los ígneos y ácueos, no por esto son menos temibles, porque sus espantosos efectos, repetidos con sobrada frecuencia, derraman por do quiera la desolacion.

### CAPITULO PRIMERO.

*Del viento, de sus especies y causas.*

**E**s el viento una agitacion sensible del aire, que transporta de un lugar á otro una parte de este fluido con una celeridad y una direccion determinadas; de donde se sigue que hay tantas clases de vientos como grados existen en el horizonte; mas en el uso que ha prevalecido no se cuentan ordinariamente sino treinta y dos rumbos. Divídense en cardinales y colaterales, y estos últimos toman nombres relativos á los vientos que forman sus límites y entre los cuales reinan. Si se consideran los vientos con rela-

cion á sus causas , se reducen á tres clases ; á saber, vientos generales , periódicos y variables.

Bajo el ecuador y entre los trópicos reina constantemente un viento general de Este á Oeste, el cual se hace menos sensible á medida que nos aproximamos á los polos. Los vientos periódicos comienzan y acaban en épocas fijas y determinadas : tales son los que se llaman anuales y monzones, tan útiles á la navegacion y al comercio , pues que su aparicion periódica se verifica constantemente en el mismo tiempo del año. En los mares de la India , por ejemplo , corre el Nordeste durante los meses de Octubre , Noviembre , Diciembre , Enero , Febrero, Marzo y Abril ; y desde Abril hasta Octubre reinan constantemente los monzones opuestos.

Los vientos variables , segun su mismo nombre indica , son absolutamente irregulares , tanto en su direccion , como en su duracion y fuerza , lo cual proviene de que las causas que los producen son muy diversas y numerosas.

El viento general de Este , que corre principalmente entre los trópicos , debe atribuirse en parte al movimiento diurno de la tierra de Occidente á Oriente , y tambien concurre la atraccion que el sol y la luna egercen sobre la tierra , y de consiguiente sobre su atmósfera , como lo probó Mr. d'Alembert en su memoria premiada por la academia de Berlin en 1747.

Los vientos periódicos anuales, dependen principalmente del movimiento anual del sol, modificando en algunos puntos sus efectos las circunstancias locales y algunas otras causas secundarias.

Las causas de los vientos variables son, como ya se ha dicho, muchas y muy diversas: el calor del sol, la producción de todos los meteoros ígneos como el rayo, los globos, los terremotos, las lluvias y otros meteoros acuosos, el descenso de las nubes, y en general todo lo que puede aumentar ó disminuir el resorte del aire, produce vientos variables; y de consiguiente las causas capaces de enrarecer ó condensar la masa del aire, deben producir vientos; esto es, una agitación sensible de la masa del aire con determinada dirección y celeridad. Las circunstancias locales modifican también las causas generales de los vientos variables, y parece que multiplican las especies, por lo que no puede menos de recomendarse que se fije particularmente la atención en las montañas, bosques, ríos, cavernas &c. que se hallen inmediatos á los puntos en donde se observan los vientos.

Fuera de las causas de los vientos variables conocidos hasta aquí, existen otras íntimamente enlazadas en los últimos descubrimientos de los físicos; hablo de los gases, de los cuales daré una idea antes de tratar de la electricidad como causa de los vientos. Se sabe que los gases son de ordinario el

producto de ciertas efervescencias , de algunas fermentaciones, y aun de la sola accion del fuego ó del calor ; que en el seno de la tierra se hallan en abundancia las materias propias para producir estos efectos ; y que la naturaleza las une y las combina de mil modos distintos , como consta por la formacion y composicion de las diferentes substancias de los tres reinos que se hallan en el seno de la tierra. De donde resulta que debe producirse una enorme cantidad de diversos fluidos aeriformes , dando origen á vientos variables mas ó menos fuertes.

Si alguno , poco instruido en esta materia , dudase de la grande eficacia de esta nueva causa de los vientos , bastaria decirle que el célebre Hales consiguió sacar de una pulgada cúbica de guisantes, trescientas noventa y seis pulgadas cúbicas de gas : de una pulgada cúbica de tártaro , quinientas cuatro ; de una de puntas de cuerno de gamo , doscientas treinta y cuatro ; de una de carbon de piedra , trescientas sesenta ; de cuarenta y dos pulgadas de cerveza , seiscientas treinta y nueve pulgadas cúbicas de gas ; de veinte y seis pulgadas cúbicas de manzanas machacadas , novecientas sesenta y ocho pulgadas de gas, &c. &c. De estas esperiencias no puede dejar de concluirse que las diferentes sustancias animales , vegetales y minerales que componen nuestro globo terrácueo , combinadas por la naturaleza pueden producir una cantidad prodigiosa de dife-



rentes gases ó fluidos aeriformes. Mas unos volúmenes considerables de estos diversos fluidos, no pueden producirse sin dar origen á diferentes vientos; pues entonces se aumenta la masa del aire y se destruye el equilibrio, y esta nueva produccion ocasiona necesariamente una agitacion sensible en la masa del aire y el transporte local de una porcion mas ó menos grande del aire atmosférico.

Formados asi estos diversos gases por la combinacion ó descomposicion de las diferentes sustancias de los tres reinos de la naturaleza, se escaparán de muchos modos del seno de la tierra, ya por las grietas, ya por la abertura de las cavernas y cuevas subterráneas, ya tambien por las grietas de las peñas y por las hendiduras que se hallan en los montes. Entre los vientos que provienen de la produccion de los gases, deben contarse los que se han observado en muchas minas metálicas, en las minas de sal, en los parages piritosos, en los lugares en donde nacen fuentes de aguas minerales en esas cavernas interiores, en donde grandes masas de animales y vegetales destruidos, han sido envueltos por hundimientos ó por esas violentas convulsiones de la tierra que ocurren con tanta frecuencia.

Si se quisiese representar por medio de experimentos de física la formacion de los vientos gaseosos, deberán encerrarse en diferentes botellas de vidrio de cuello angosto los materiales que sirven

para producirlos, y se observará que durante el tiempo de la efervescencia, se percibe un verdadero viento gaseoso, que sale por el orificio con una celeridad y una duracion proporcionada á la fuerza de la efervescencia y á la cantidad de las materias empleadas. En la série de esperimentos que sobre este objeto tengo hechos, he obtenido verdaderos vientos gaseosos fijos, inflamables, flogísticos, ácido-vegetales, ácido-marinos, ácido-vitriólicos y alcalinos de diversas clases.

Estos vientos en su salida hacian algunas veces las erupciones como una ráfaga, como muchos vientos que se observan en la naturaleza: las efervescencias del ácido-vitriólico con la sal amoniaco, la sal marina &c. son las que presentan principalmente este fenómeno.

Se observará que estos diversos vientos artificiales tenian casi siempre bastante fuerza para hacer dar vueltas á unos molinetes colocados en el orificio de los matraces, ú otras vasijas de vidrio empleadas en estos esperimentos. La eolípila mirada hace tanto tiempo como un instrumento propio para esplicar la formacion de los vientos, no produce unos efectos mas señalados que los de que acabo de hablar.

Ni se crea que esta especie de vientos duran poco tiempo cuando son producidos por la naturaleza; porque unas grandes masas de materias combinadas,

deben exhalar por largo tiempo una gran cantidad de emanaciones elásticas: una pequeña dosis de sal marina, por ejemplo, mezclada con el ácido vitriólico concentrado, exhala por espacio de muchos dias un gas ácido; y cierto causa maravilla la enorme cantidad que despide.

Es ocioso decir que los gases que no son absorbidos por el agua derramada en la atmósfera, ó que lo son poco, influyen con mas energía que los otros, y que hay en los fenómenos que producen algunas variaciones relativas á las diversas naturalezas de dichos gases. Y tambien parece superfluo añadir, que las diferentes materias que tienen la propiedad de absorber el aire de la atmósfera, ó los gases que contiene, son tambien, aunque en sentido opuesto, causas eficaces de los vientos.

La electricidad, cuyo poder, propiedades y admirables efectos son tan conocidos, es tambien otra causa de los vientos de que ninguna idea tuvieron los antiguos. Suponiendo por la brevedad que se tienen todas las nociones ordinarias sobre esta materia, nos limitaremos á lo que tiene una relacion directa con el objeto que nos ocupa. Un cuerpo electrizado es un cuerpo lleno de fluido eléctrico, y cuando la abundancia de éste ha llegado á su último punto, ya no puede recibir mas; pero cualquiera que sea el estado de este cuerpo, si contiene algunos grados mas de electricidad que

la que corresponde á su naturaleza , el exceso de este fluido propende á escaparse y repartirse entre los cuerpos circundantes mas inmediatos. La experiencia prueba la verdad de esta proposicion ; porque en el momento en que se presenta un cuerpo cualquiera á una sustancia electrizada, se ve una chispa eléctrica que parte de éste y se lanza al momento sobre aquel ; y si este último estuviese aislado , se sacaria igualmente una chispa : prueba evidente de que el fluido eléctrico , para restablecer el equilibrio , propende siempre á derramarse con igualdad en todos los cuerpos , segun lo exigen las leyes propias de todos los fluidos.

Si el cuerpo electrizado está en una atmósfera seca, y no hay en sus inmediaciones ningun cuerpo aneléctrico en su esfera de actividad , ó en los límites de la chispa , no se verá explosion ; mas el fluido eléctrico no propenderá menos á derramarse con igualdad. Entonces en lugar de una chispa hará sentir la impresion de una telaraña ó la de un viento fresco ; lo que puede esperimentarse aproximando la megilla ó el dorso de la mano. Este efecto es aun mas sensible delante de las puntas que pueden colocarse sobre la superficie de un conductor. El viento fresco que se siente en aquellas circunstancias en que el cuerpo electrizado está demasiado distante del que se le presenta , resulta naturalmente de la emision espontánea del fluido eléctrico superabun-

dante en cualquiera materia electrizada ; porque dicho fluido no puede escaparse de una sustancia para dirigirse á otra , sin hacer una impresion sensible, y producir un choque determinado como todo fluido que se mueve. Este movimiento determinado es un verdadero viento eléctrico, y los que sienten su impresion no pueden dejar de darle el nombre de viento fresco.

La esperiencia prueba aun á la vista que este viento es efecto de la erupcion espontánea del fluido eléctrico. Colóquese una punta sobre el conductor de la máquina eléctrica , y cuando al presentar el dorso de la mano (1), se sienta la impresion del viento , háganse cerrar las ventanas para procurarse obscuridad , y se verá al momento un penacho luminoso , cuya base corresponderá á la parte de la mano que siente la impresion del viento : prueba innegable de que este es producido por la erupcion del fluido eléctrico. Como las leyes de la naturaleza son generales , y los mismos efectos deben ser producidos por las mismas causas , no puede dudarse que cuando el fluido eléctrico está reunido ó acumulado en ciertas partes de la atmósfera , como sucede muchas veces , produce vientos por su erupcion espontánea , consecuencia necesaria de las leyes del equilibrio propio de todos los fluidos. Si el exceso

1 La esperiencia es tambien muy sensible en la palma de la mano , particularmente en ciertas personas.

de electricidad se halla en la tierra ó en alguna de sus porciones, nacerá el viento de las cumbres de los montes, de las puntas de las rocas, de lo mas elevado de los bosques; en una palabra, de todas las grandes eminencias y asperezas que cubren la superficie de la tierra. Si el exceso del fluido eléctrico está en el aire de la atmósfera, ó en una de sus partes, como las nubes &c., cuando se hallen á distancia proporcionada de la tierra, nacerá el viento en dichos puntos y se lanzará sobre la tierra, que suponemos no estar electrizada ó contener menos cantidad de este fluido. Esta esplicacion nueva, es tanto mas admisible, cuanto que se funda en la experiencia y en las leyes que observan los fluidos; es independiente de las causas particulares, y no puede dejar de admitirse cualquiera que sea el origen de la electricidad de la tierra ó de la atmósfera.

Acabo de decir que mi sistema es independiente del origen que quiera atribuirse á la electricidad de la atmósfera ó de la tierra; porque en física basta por lo comun explicar los fenómenos mostrando las relaciones necesarias que tienen con algunos hechos, cuya existencia está bien probada; y de consiguiente basta aqui deducir el viento de la electricidad que reina en la atmósfera ó en la tierra, electricidad cuya existencia está perfectamente demostrada por los curiosos experimentos de los físicos modernos, universalmente conocidos, y que hallán-

dose en todos los libros modernos deben darse por sabidos. Las esperiencias de Marli-la-ville, San German, Montmorenci, del observatorio de Petersburgo, de Lóndres y de Turin, hechas por los Dalibart, Lemonier, Bertier, Cassini, Nollet, Richman, Canton, Beccaria &c., son conocidos de todos y demuestran claramente la realidad de la electricidad que reina constantemente en el aire. Mas de esta electricidad superabundante de la atmósfera (cualquiera que sea su causa), se sigue necesariamente una erupcion espontánea, un restablecimiento de equilibrio, una division del exceso del fluido que se dirigirá á la tierra ó á las nubes, segun que unas ú otras se hallen menos electrizadas; lo cual no puede verificarse sin producir un viento sensible mas ó menos fuerte á proporcion del exceso del fluido eléctrico, segun hemos visto en los esperimentos que se han referido al principio de este capítulo. A lo cual añadiremos que no solo el fluido eléctrico moviéndose de este modo formará el viento, sino que le aumentará impeliendo á una porcion de aire correspondiente á la estension de la nube, ó de la porcion del globo en donde haya tenido su origen la electricidad, arrastrando una masa de aire y los vapores acuosos que esta atraiga, y quanto mayor sea la masa movida y transportada, será el viento mas fuerte y sensible.

Sin embargo, si fuese necesario señalar una cau-

sa primera de la electricidad de la atmósfera, no nos costaría gran trabajo, pues la hallaríamos fácilmente en la naturaleza misma de las cosas. El aire es por sí mismo un cuerpo idio-eléctrico, y no aneléctrico; pues de otro modo, aun en tiempo seco, no podríamos obtener ningun efecto eléctrico de nuestras mejores máquinas, ni de las cometas ni de los grandes conductores, pues en la hipótesis que refutamos, la electricidad sería absorbida tan pronto como producida.

No es menos cierto el principio siguiente: Si se frotan uno contra otro dos cuerpos, de los cuales sea uno idio-eléctrico y otro aneléctrico producen electricidad, y en este principio constante se funda la construcción de nuestras máquinas. El globo, ó disco de cristal frotado con la mano, ó con unas almohadillas de diferentes materias aneléctricas ó conductoras, hacen nacer y desarrollan el fluido eléctrico. De estos dos principios se sigue que cuando por diferentes causas generales ó particulares se produce el viento en la tierra, hay necesariamente una frotación mas ó menos considerable entre dos cuerpos, uno idio-eléctrico, cual es el aire, y otro aneléctrico, que es la tierra considerada con relación á la mayor parte de las materias de que se compone. Esta frotación debe dar origen á la electricidad, pues que esta no deja jamas de producirse por la de un cuerpo naturalmente eléctrico y una substancia con-



ductora ; y esta electricidad debe dar ocasion á un nuevo viento distinto del que tiene su origen en las diferentes causas que dejamos señaladas.

He dicho que la tierra estaba compuesta en gran parte de substancias conductoras ; pues que la tierra húmeda , el agua , los metales , y la mayor parte de los vegetales y de los animales , son otras tantas substancias aneléctricas ; pero la arena , las tierras arenosas , las tierras secas y áridas espuestas al ardor del sol , señaladamente en los desiertos de la Libia y de la Arabia , en la Guinea , en la Negrícia y en las regiones sujetas á igual temperamento , las masas de cuarzos , esquitas , amiantos , asperones , granitos , y muchas especies de rocas , betunes , carbones de piedra , y bosques de árboles resinosos que se hallan esparcidos sobre la superficie del globo en diferentes puntos ; todas estas substancias son idioeléctricas , y siendo frotadas , deben producir la electricidad , pues es propio de su naturaleza el dar signos de electricidad despues de una fricción proporcionada , que antes debe ser ligera que fuerte. Estas masas diferentes recibiendo del aire puesto en movimiento (cualquiera que sea la causa de este) una frotacion , deben producir electricidad , y de esta , segun los principios establecidos , resultará un viento , cuyo origen se deberá á la electricidad del globo de la tierra , ó mas bien de las materias terrestres.

Esta teoría que enteramente nos pertenece, es, por no decir mas, sobremanera verosímil, pues que se deduce de los principios de electricidad apoyados en la esperiencia; y me parece preferible á todo lo que se ha escrito hasta aqui. Hace algunos años que se dijo de un modo vago que la tierra, que en el espacio de veinte y cuatro horas recorre en el ecuador un círculo de cerca de nueve mil leguas, se electriza por la frotacion de los rayos del sol, cual se electriza un globo de vidrio cuando se frota con la mano ó con los cojinetes. Se compara la tierra á un globo eléctrico de vidrio; mas esto en general es un error, pues la tierra en gran parte se compone de materias aneléctricas ó conductoras, que no pueden electrizarse por frotacion, como lo es la vasta estension de los mares, que ocupa los dos tercios del globo y la tierra húmeda que ocupa la otra porcion cubierta tambien de mares mediterráneos, rios caudalosos, bosques inmensos &c. Solo hay en los continentes algunas regiones particulares que se compongan de materias idio-eléctricas como hemos dicho. Aun sin estas razones la comparacion establecida me parece absolutamente viciosa, porque precisamente debe decirse lo contrario. No es el globo de la tierra el que representa el globo eléctrico de vidrio, sino el aire de la atmósfera; y la tierra en general será la mano y el cojinete; porque la comparacion debe hacerse entre materias eléctricas

por naturaleza, ó bien entre materias conductoras. Ahora pues, siendo de una misma naturaleza el vidrio y el aire, y la tierra, en su mayor parte igualmente anelétrica que la mano y el cojinete, ha debido hacerse una comparacion enteramente opuesta. El físico á quien refutamos se deslumbró porque sin atender á la naturaleza de las materias, se fijó únicamente en sus formas y disposicion, lo cual es de todo punto indiferente, porque nada influye que sea el globo el que gire, ó que lo haga el cojinete.

El modo como hemos espuesto el origen de la electricidad de la atmósfera, no es el único que existe, pues dicho fluido no solamente se engendra por la frotacion de una ó muchas corrientes de aire sobre la superficie de la tierra, que es en gran parte conductora; no solo es producido por los vientos ó corrientes de aire que frotan rápidamente la superficie de las materias idio-eléctricas que se hallan en muchos cuerpos del globo, sino que nace tambien del rozamiento recíproco de dos ó muchos vientos y corrientes de aire que existen á un mismo tiempo en una region cualquiera. Esta asercion se funda en el principio de que el rozamiento de dos sustancias idio-eléctricas excita la virtud eléctrica en ellas y en sus superficies, que es una de las principales diferencias que se notan entre los cuerpos idio-eléctricos y anelétricos; porque estos últimos,

cualquiera que sea el rozamiento, fuerte ó ligero, continuado por mucho ó poco tiempo, no pueden jamas producir el fluido eléctrico.

Habiendo Hauxsbee colocado sobre el recipiente de la máquina neumática un aparato eléctrico frotado sobre unos pedazos de tubo de vidrio, hizo el racio, y observó una luz eléctrica considerable; su color, dice, era semejante al de un vidrio enrojado al fuego; y este color brillante no solo aparecia en las partes frotadas, sino tambien en las estremidades de los tubos que el globo no tocaba. Dejando entrar el aire por grados, no sufrió la luz ningun detrimento sensible, ni dejó de distinguirse su color. Metido en el agua el aparato de que hemos hablado, á la primera frotacion del globo sobre los tubos, se vió igualmente una luz muy viva que iluminó toda el agua del recipiente. MM. Bernouilli y Cassini han probado que un diamante frotado sobre el vidrio produce una luz eléctrica. M. Dufay ha observado que diversas piedras preciosas frotadas sobre la seda y sobre la lana, se impregnaban de una luz que se conservaba por espacio de algunos minutos. Frotando dos telas de seda y de lana, dos vidrios planos &c., se produce la electricidad; lo cual resulta de los experimentos de MM. Symer, Cygná, Wileke, Oepino &c. Estos diversos experimentos, de cuya certeza no puede dudarse, prueban que el rozamiento de unas materias idio-eléctri-

cas con otras de la misma naturaleza , produce la electricidad. De donde resulta con evidencia que dos corrientes de aire y dos vientos movidos el uno contra el otro , de cualquier modo que se verifique el rozamiento , ocasionarán un desarrollo del fluido eléctrico , y de consiguiente un nuevo viento que provendrá inmediatamente de la ruptura del equilibrio eléctrico.

Por la misma razon se verá nacer otro semejante, cuyo origen será , no como en las circunstancias precedentes , un viento producido en la atmósfera , sino un viento dependiente de una electricidad terrestre. Con efecto, un viento cualquiera que bate sobre rocas , cuarzos , esquitas , asperones , granitos , basal-  
tos , lavas , materias volcánicas de naturaleza vitrificable ó semivitrificable , vetas de carbon de piedra , materias bituminosas , bosques de árboles bituminosos , tierras secas y arenosas &c. , este viento batiendo sobre estas diferentes sustancias , las electrizará y producirá por consecuencia una superabundancia de fluido eléctrico , que al tiempo del restablecimiento del equilibrio ocasionará precisamente una especie de movimiento progresivo ; esto es, un verdadero viento que egercerá mas ó menos su actividad en la atmósfera , segun que su causa sea mas ó menos intensa. Si hubiese quien dudase de la certeza del principio en que me apoyo , le recordaria la esperiencia harto conocida de un vasito de cristal

que se electriza con solo el viento que sale de unos fuelles. El aire que frota el cristal lo electriza hasta el punto de hacerle capaz de atraer y repeler los cuerpos ligeros que se le presentan; esto es, de dar señales inequívocos de electricidad. Muschembroeck ha probado que el viento de unos fuelles dirigido muchas veces sobre la tormalina, la electriza por los dos lados; y que el aire que se inyecta por medio de un fuelle, cuyo tubo esté encendido, hace este efecto mas sensible. MM. Henley y Nairne electrizaron por este medio el ámbar hasta el punto de hacerle atraer un hilo á media pulgada de distancia. El célebre M. Hales observó que un cañonazo disparado en el parque de san James electrizaba los cristales de las ventanas del tesoro. ¿Por que pues el viento, que produce tambien una frotacion no ha de ser una causa de electricidad, siendo como es capaz de excitar el fuego y producir incendios, que mas de una vez han abrasado bosques y cañaverales? Como esta verdad debe parecer chocante, creemos oportuno citar el testimonio de un gran número de autores que hablan de ella (1).

Esta teoría tiene la ventaja de hallarse confirmada por la esperiencia, y es tanta la multitud de

1 V. Sanchon, apud Euseb. pag. 35, A. — Thucyd. lib. III, n. 77, pág. 147. — Lucret. lib. 4. v. 896 &c., lib. VI, v. 1097. — Vitruv. lib. II. cap. 1. — Diod. lib. III. pág. 217. — Plin. lib. XII, sect. XLII. pág. 669. — Stud. tom. I., pág. 629. — Mem. de Trev. Jen. 1749. pág. 129.

hechos que vienen en apoyo de nuestra doctrina, que ciertamente nos embaraza la eleccion. En la actualidad está demostrado que las nubes tempestuosas que contienen el rayo, como tambien los truenos, el granizo, las mangas &c., son fenómenos que provienen de la electricidad: esta verdad se ha llevado á tal punto de demostracion, y está ademas tan universalmente reconocida, que seria del todo inútil entrar en los pormenores de las pruebas que la establecen. Nos bastará pues demostrar que donde quiera que se observan metéoros eléctricos, hay vientos que son efectos suyos, producidos de consiguiente por la electricidad de la atmósfera.

El 17 de Enero de 1768, dice Mr. de Bongainville en su viage al rededor del mundo, fue el dia mas tempestuoso que todos los anteriores. En el canal del puerto de Galant elevaba el viento remolinos de agua hasta la altura de las montañas, viéndose algunas veces muchos que corrian á un mismo tiempo en direcciones opuestas. Cerca de las diez pareció que el tiempo cedia un poco; mas al medio dia un trueno, único que oimos en el estrecho de Magallanes, fue como el señal de volver á empezar el viento con mas furia aun que por la mañana. El P. Beccaria ha observado que el viento sopla siempre del punto de donde viene la nube tempestuosa, y asegura que en esta observacion están conformes todos los marineros; y »que este viento es mas ó

menos fuerte á proporcion de la prontitud , de la apariencia de la nube tempestuosa , de la rapidez de su expansion y de la celeridad con que se le reunen otras nubes contrarias. La condensacion súbita de una cantidad tan prodigiosa de vapores , debe apartar el aire impeliéndole por todos lados (1).” Este sabio llegó á imitar en cierto modo este efecto del trueno , ó al menos produjo una circulacion de todo el aire de una pieza por la electrizacion continua de su cadena.

No dudo , dice Mr. Cadwalader Colden en sus observaciones , que habreis visto muchas veces pasar una nube aislada , de donde partia un viento muy fuerte pero de poca estension. Yo observé un ventarron de esta especie que hizo un camino de algunas millas al traves de los bosques , dejando el suelo sembrado de árboles arrancados , todo en una latitud de diez cadenas á lo mas ( la cadena de Nueva Yorck compone cuatro perchas ó sesenta y seis pies ).

El 31 de Diciembre de 1778 , cerca de las diez y media de la noche , se levantó en Bourmont un viento tan impetuoso , que se temia no arrancase los techos y derribase las chimeneas. En seguida sobrevino un granizo no muy copioso , y habiendo caido sobre el fuego algunos granos que se entraron por las

1 Lettere dell'Electricismo , pág. 339 y sig.



chimeneas, chispearon como si se hubiese echado salitre. Un instante despues se vió formar por poniente una nube densa, de la cual salió en el momento un relámpago sobremanera vivo, que habiéndose anunciado por una especie de silbido, corrió toda la ciudad, y fue inmediatamente seguido de un gran trueno, cuyo estampido semejaba al de una bomba. Habiendo caido un rayo en las primeras gradas del pórtico de la colegial que se halla á la punta septentrional del monte, á cuyo lado está fundada la ciudad, descendió hasta la distancia de cincuenta pasos. Este globo de fuego se dividió en tres partes: una se elevó en el aire, y precipitándose en seguida á los corrales de las casas vecinas, se derramó en llamas ardientes; las otras dos se dividieron mas abajo, y fueron descendiendo hasta la calle mayor, de donde se elevaron igualmente y volvieron á caer la una en el jardin de las Anunciadas y la otra en diferentes puntos de la ciudad, acompañadas de tantas llamas, que se creyó que toda la ciudad estaba ardiendo. Luego sobrevino otro relámpago, seguido tambien de un gran trueno. Entonces pareció que la nube se alejaba; mas no por esto se disminuyó la violencia del viento, ni se calmó tampoco hasta el dia siguiente despues de medio dia. Esta relacion es certísima, como que fue redactada en los mismos puntos por testigos presenciales, y hemos creido oportuno transcribirla en los mismos términos en que se

publicó en aquel tiempo , con todas sus circunstancias , porque nos parece que prueba perfectamente las verdades que hemos establecido.

Me parece que sería inútil referir mas hechos sobre esta misma verdad , y puedo asegurar que segun las observaciones de diversos autores y viajeros , como tambien las mias continuadas por espacio de muchos años , no se verifica casi nunca el que las nubes tempestuosas , los truenos y los rayos dejen de producir vientos , pues estos , segun hemos probado , son efectos de la superabundancia del fluido eléctrico.

Lo mismo sucede con los granizos y las lluvias tempestuosas : cuando la lluvia sobreviene tras de una bonanza , y se experimentan en seguida algunos señales de electricidad , es un presagio cierto , dice Muschembroeck de que va á levantarse un viento impetuoso. El 19 de Mayo de 1781 á las tres horas de la tarde , hubo una tempestad que devastó catorce parroquias de la eleccion de Amiens , estendiéndose en una longitud de cuatro leguas sobre legua y media de latitud. Por espacio de un cuarto de hora cayó gran copia de granizo de tamaño prodigioso , acompañado de un viento impetuoso y seguido de una lluvia considerable que dejó arrasadas las tierras.

En ciertas regiones de la tierra se experimentan algunos vientos que parece deben su origen á la electricidad de la atmósfera , pues que tienen todos

los caractéres propios para atribuirlos á esta causa. Como quiera que sea , hay algunos vientos muy peligrosos y muchas veces mortales que desde el 15 de Junio hasta el 15 de Agosto , suelen reinar en la Arabia Petrea , en el Jrac Arabi , á las orillas del golfo Pérsico &c. En aquellas regiones casi todas las aguas están tan impregnadas de azufre , que no es posible beberlas. » Despues de una noche fresca cuando sale el sol con las apariencias del mas hermoso dia , sucede que el espectáculo de la naturaleza se cambia súbitamente : agítase el aire , y el cielo aparece como encendido , señal cierto de que está pronto á soplar el viento funesto llamado Samyel. Entonces los viageros se echan prontamente en el suelo , pegando el rostro á la tierra , y teniendo en la mano la brida de los caballos , que por un instinto natural ponen la cabeza entre las piernas y la bajan hasta el suelo. Un momento despues se oye una especie de silbido semejante al ruido de un fuego que chispea , y seguido de un viento Este , que dura cerca de un cuarto de hora ; tras la cual se calma el aire y recobra el cielo su primera serenidad. Este viento singular mata en el momento á todos los que le respiran ; pero no obra su efecto sino á cierta distancia de la tierra. Los que quedan sofocados por él , parece que solo se hallen adormecidos : y al verles creeria cualquiera que están gozando las delicias de un profundo sueño ; mas como están abrasa-

dos interiormente, sus miembros se desprenden en el momento de tocarlos, y sus brazos se quedan en las manos de los que tiran de ellos para despertarlos." Chardin trae muchos egemplos (1). Thevenot refiere que en cuatro dias perecieron por causa de este viento cuatro mil hombres. Todas las personas á quienes este viagero habló del particular, conviniéron en que cualquiera que respira este viento cae al instante muerto; si bien algunos han tenido tiempo para decir que se sienten devorados por un fuego interior. Boullaye-le-Gouz dice que las personas que respiran este viento, se quedan con la boca abierta y mueren como rabiosas. Segun Thevenot, los que perecen por causa de este viento, se quedan negros como el carbon; mas segun la relacion de Chardin no mudan de color: diferencia que proviene sin duda de los parages en que hicieron sus observaciones estos dos viageros. Se pretende que este viento contiene un fuego muy sutil y que solo mueren los que le tragan. Este fuego volante proviene de los vapores sulfúricos de que dicho viento se impregna al barrer las montañas sulfurosas que se hallan á las inmediaciones del Tigris. Se dice que este viento forma un remolino y dura poco tiempo; que no mata los animales de pelo &c. Véase lo que dicen tambien MM. Ruset,

1 Viages de Chardin, tom. 4.

Michaelis, Busching &c. En mi concepto no pueden darse señales mas evidentes de electricidad; un fuego sensible y sutil, efectos sobre el cuerpo humano análogos á las del rayo, olor de azufre, materias sulfúricas ó eléctricas en las regiones de que hablamos, los animales de pelo preservados por su misma ropa que es idio-eléctrica, aquel ruido, aquel chisporroteo, aquel silbido seguidos de viento, efectos que presenta un conductor eléctrico, me parecen otras tantas pruebas de la electricidad del Samum ó Samyeli; ó Samyel que no son mas que un viento.

Asi que, habiendo probado la observacion que la mayor parte de los metéoros que dependen de la electricidad de la atmósfera van acompañados de vientos mas ó menos impetuosos, y que la electricidad lo produce siempre como resultado necesario de su tendencia á recobrar el equilibrio, no puede dudarse que el fluido eléctrico es otra de las causas del viento.

Y ¿habrá un medio para preservar un pais de los vientos? Parece no puede dudarse de la posibilidad de encontrarle, porque unas puntas metálicas levantadas de trecho en trecho, son muy propias para atraer el fluido eléctrico, que por su acumulacion en un punto suele producir los vientos y las tempestades. Negar esta verdad, es negar los brillantes descubrimientos que ilustran la mitad de este siglo, y cuya realidad está tan universalmente reconocida.

## CAPITULO SEGUNDO.

*De los huracanes y mangas de aire.*

No tratamos de escribir un largo capítulo sobre los huracanes y mangas de aire, que referimos á los vientos; porque nos parece que son modificaciones suyas y que dependen de las mismas causas; esto es, primeramente de las causas ordinarias que ya hemos indicado llevadas á un alto grado de energía, y en segundo lugar, en ciertas ocasiones, de una ruptura de equilibrio del fluido eléctrico. Para dar á conocer los huracanes y las mangas de aire, bastará referir aqui una ó dos observaciones sobre cada uno de estos metéoros.

El huracan que se esperimentó en Malta el 29 de Octubre de 1759, y de que todavía queda memoria en aquel pais, es uno de los mas furiosos que se han conocido. La descripcion siguiente está traducida de un librito que se publicó en aquella época. »A las doce y tres cuartos de la noche apareció al Sudeste de la ciudad una gran nube negra, que al paso que se aproximaba iba mudando de color, hasta quedar semejante á una gran llama mezclada con una humedad negra. A su llegada se oyó un ruido terrible que sobresaltó á toda la ciudad. Pasó por un rincon del puerto, y cayendo primeramente sobre un bu-

que ingles , lo destrozó al instante sin dejar mas que la cala , y se llevó á gran distancia una parte de la arboladura , velamen y jarcia ; y tambien estrelló y echó á pique las lanchas y falúas que encontró al paso. Creció el ruido y se hizo mas horroroso. Espantado un centinela , corrió á guarecerse en la garita ; pero el viento arrebató uno y otro , y los trasportó al mar , donde pereció el soldado. Atravesó en seguida una gran parte de la ciudad , y redujo á escombros todo lo que se opuso á su furor. Muchas casas quedaron enteramente destruidas , y ni siquiera dejó en pie un solo campanario de cuantos encontró á su paso. Se llevó tambien muy lejos algunas campanas y cúpulas , desplomando al mismo tiempo los techos de las iglesias. Si este accidente hubiese sucedido de dia , hubiera ocasionado la muerte de casi todos los habitantes , porque todos se hubieran refugiado en las iglesias.

El huracan se dirigió despues al Nordeste de la ciudad , y habiendo derribado el fanal , se dice que se elevó con un ruido espantoso ; cruzó el mar y llegó á Sicilia , en donde arrancó de raiz muchos árboles y causó otros daños de poca consideracion : su principal fuerza habia estallado sobre Malta. Hubo cerca de doscientos hombres entre muertos y heridos , habiendo quedado destruidos muchos buques , casas y templos." Mr. Brydone que estuvo en aquellos puntos algunos años despues , dice que se escribieron muchos tratados para esplicar este fenómeno ;

pero que no ha hallado ninguno satisfactorio , en lo cual tiene razon. Todas las causas á que se han atribuido hasta ahora los huracanes son insuficientes, pues solo el fluido eléctrico es el que puede producir unos efectos de esta naturaleza.

Por lo que hace á las mangas de aire solo diremos que guardada la debida proporcion, puede aplicárseles todo lo que queda dicho de las ordinarias , que pudieran llamarse mangas de agua.

En carta á Mr. Collison asegura Francklin haber visto en el Mariland un torbellino que tenia la figura de un cono invertido , el cual al principio elevó la seroja de que estaba sembrado el suelo , encorbando despues á medida que aumentaba , y haciendo girar circularmente árboles muy robustos con estraordinaria fuerza y celeridad. Aunque el movimiento progresivo del torbellino no era tan vivo que no pudiese seguirlo un hombre á paso regular, el circular tenia una rapidez asombrosa.



---

## SEXTA PARTE.

---

DE LOS INSTRUMENTOS PROPIOS PARA OBSERVAR LA  
ELECTRICIDAD DE LA ATMÓSFERA, Y DE ALGUNOS  
OTROS OBJETOS RELATIVOS A LA ELECTRICIDAD-  
METÉORO.

### CAPITULO PRIMERO.

*De los instrumentos propios para observar la electri-  
cidad de la atmósfera.*

#### ARTICULO PRIMERO.

*De los conductores atmosféricos.*

Los primeros instrumentos que se hicieron para conocer la electricidad que reina en la atmósfera, fueron los grandes conductores atmosféricos; espresion que designa unas barras de hierro aisladas que se elevan perpendiculares al horizonte y cuyo extremo superior termina en punta.

Dichas barras asi elevadas y aisladas, no eran

sino unos conductores dispuestos para el momento, ó si asi puede decirse, unos conductores estemporáneos. Mas en estos últimos tiempos los que han querido levantar aparatos de este género, han tratado de hacerlos permanentes. Describiremos en pocas palabras su construccion, porque son muy útiles para hacer observaciones sobre la electricidad del aire y conocer las variaciones que en este punto sufre la atmósfera.

Ante todo debe colocarse sobre la parte mas alta de la casa un gran mástil, cuidando de fijarle con solidez. A la parte superior del mástil se adaptará un tubo de vidrio macizo, ó mas bien un cilindro de madera secado al horno, frito con aceite y cubierto de un barniz de espíritu de vino. Este tubo de vidrio ó este cilindro de madera preparado del modo que se ha dicho, servirá para aislar una barrita de hierro terminada por una aguja de cobre dorada á fuego.

Para que el cilindro de madera ó de vidrio aislante no se moje en tiempo de lluvia, se colocará á la union del hierro y de dicho cilindro un casquete de hoja de lata en figura de embudo, con lo cual no se podrirá la parte superior del poste de madera, que es la mas espuesta á absorber el agua de las lluvias.

De la base de la barrita de hierro aislada, partirá una cadenilla de hilo de hierro que atravesará el aire para dirigirse, por ejemplo, al agujero que debe ha-

berse practicado en un vidrio de la ventana del observatorio, adonde se trate de conducir la electricidad del aire. Dicha cadenilla estará sostenida dentro del observatorio por unos cordones de seda á efecto de no destruir el aislamiento; y de su extremo colgará una bola de cobre. A algunas pulgadas de distancia de esta bola se colocará una barra de hierro no aislada, que prolongándose hasta introducirse en el agua, ó al menos en la tierra húmeda, transmitirá el fluido eléctrico al depósito comun: esta barra de hierro asi dispuesta, es un verdadero descargador muy necesario para impedir que el aparato sea peligroso en ciertas circunstancias.

#### ARTICULO SEGUNDO.

##### *De la construccion de las cometas eléctricas.*

**L**a cometa eléctrica es un aparato moderno, cuya invencion se debe á Mr. de Romás, asesor de la jurisdiccion de Nerac: ya se ha visto la historia de su descubrimiento, los experimentos que este célebre físico y otros muchos han hecho despues de él, y las observaciones generales sobre la electricidad de la atmósfera que de ellos han resultado. Este instrumento en cuanto á la forma general se construye como los que se remontan por diversion, con la sola diferencia de que para la cometa eléctrica se

usa de tafetan sencillo, ó mucho mejor encerado. A la verdad pudiera tambien usarse del papel; pero entonces seria preciso darle una mano de aceite para evitar los efectos de la lluvia, á que este aparato puede estar espuesto en tiempo de tempestad. La cruz que sostiene el tafetan debe formarse con ballenas, que siendo mas ligeras y flexibles que las maderas, están menos espuestas á romperse. En caso de necesidad podrian suplirse con juncos. Las estremidades de dichas ballenas ó juncos deben guarnecerse con unas virolitas de cobre. A la parte superior de la cometa se adapta una punta de cobre muy aguda de cuatro á cinco pulgadas de largo; y aun algunos ponen una á cada extremo de la cruz. Con la cuerda de la cometa debe hilarse sin ninguna interrupcion un hilo de alambre, el cual es un escelente conductor que transmite en toda su longitud el fluido eléctrico que la punta atrae; y asi debe cuidarse de que una porcion de este hilo metálico comuniqué con la punta de cobre que está á la estremidad superior de la cometa. Al extremo inferior de la cuerda puede atarse un cordon de seda á fin de aislarla é impedir que el fluido eléctrico se trasmita hasta el suelo. Tambien puede procurarse este aislamiento clavando en tierra un largo piquete de madera que termine por la parte inferior en una horquilla de hierro, y por la superior en un tubo de cristal armado de un gancho de cobre, cuyas dos últimas piezas deben

estar unidas por medio de virolas del mismo metal.

Tambien se usa con ventaja de una devanadera para dar mas ó menos cuerda á la cometa , sobre todo en tiempos tempestuosos , en que los medios precedentes podrian ocasionar algun peligro. Dicha devanadera consiste en un cilindro movido por un manubrio y sostenido por un armazon de madera bien seca y propia para aislar por la preparacion que se la habrá dado secándola al horno , impregnándola de aceite y cubriéndola en seguida de barniz: cuatro pilares de vidrio bastante gruesos podrán tambien servir para aislar el armazon de la devanadera. Mas en todos estos casos es necesario colocar encima de los pilares que aislan unos casquetes de hoja de lata ó de cobre , á efecto de que la lluvia no pueda mojarlos y destruir el aislamiento.

A algunas pulgadas de uno de dichos casquetes será prudente colocar un descargador delante de uno de los pies del armazon que lleva la devanadera , á fin de que si en la cometa y en la cuerda hubiese un exceso de fluido eléctrico , pueda recibirlo el descargador y trasmitirlo al seno de la tierra , con la que se comunica por medio de una varilla de metal.

A cierta distancia de la primera devanadera se coloca otra , tambien con su manubrio , la cual tiene un cordon de seda atado igualmente á la primera , y rollado en él de tal modo , que dando vueltas al manubrio de la segunda , gire la primera en sentido

contrario al que lo hace cuando se remonta el cometa. La primer devanadera sirve para dar cuerda descogiéndola, y la segunda para rollarla, disminuyendo sucesivamente su longitud, y aproximando por consecuencia la cometa hasta bajarla á tierra sin precision de tocar la cuerda, lo que podria ser peligroso en las ocasiones en que se halla la atmósfera muy cargada de electricidad.

Las cometas llevan grandes ventajas sobre los conductores atmosféricos; porque están mucho mas elevadas, y la electricidad, como ya hemos probado, es mayor en proporcion de la elevacion de los aparatos.

#### ARTICULO TERCERO.

##### *De las flechas eléctricas.*

**L**as flechas eléctricas son un instrumento muy ingenioso y propio para hacer sensible en ciertas circunstancias la electricidad del aire; mayormente cuando falta viento, ó cuando éste es demasiado impetuoso, pues en uno y otro caso es imposible remontar las cometas. Despues de haber atado á la flecha un hilo metálico de longitud suficiente para poder trasmitir el fluido eléctrico de la atmósfera, se arroja por medio de un arco, y cuando vuelve á caer en el suelo puede conocerse si hay efectiva-

mente algun exceso de fluido eléctrico en el aire de la atmósfera.

Del mismo género es el aparato siguiente inventado por un físico moderno : consiste en un braman- te compuesto de tres hebras de plata de cincuenta á sesenta pies de largo. Al un extremo se fija una bala de plomo de tres ó cuatro onzas , y al otro una sortija de metal entreabierta. Se pasa ésta por un gan- cho adaptado á lo alto del electrómetro , de modo que la sortija permanezca alli cuando ningun impul- so la obligue á salir ; pero que pueda escaparse al menor esfuerzo. »En la mano izquierda , dice , ten- go el electrómetro con la sortija prendida á su gan- cho , al mismo tiempo que con la derecha arrojo la bala en el aire á la mayor elevacion que puedo. La bala se lleva consigo el hilo metálico , y en el mo- mento en que llega á una distancia igual á la longi- tud del hilo , la bala y el hilo se hallan en el aire y perfectamente aislados , pues que la estremidad in- ferior del hilo solo tiene contacto con la sortija , que asimismo está aislada por el electrómetro , en cuyo gancho está pasada ; pero continuando en ale- jarse la bala , se lleva el gancho , le desprende y deja el electrómetro cargado de la electricidad que reina en la atmósfera.» Con la mano puede arrojarse la bala á cincuenta ó sesenta pies de elevacion , lo cual basta para obtener signos marcados de electricidad aun en los dias mas serenos. No debe olvidarse que

en tiempos tempestuosos no seria prudente tener el electrómetro en la mano , porque habria peligro de provocar el rayo.

#### ARTICULO CUARTO.

##### *Del ceraunógrafo.*

**E**l ceraunógrafo , segun indica su mismo nombre, es un instrumento imaginado por el Padre Beccario para medir la electricidad contenida en las nubes tempestuosas. Puede representarse figurándose una punta de hierro que se comunica con un para-rayo aislado , y á muy corta distancia otro hilo de hierro no aislado que saca chispas del primero. Entre estos dos hilos se mueve por medio de un reloj un carton muy delgado provisto de unas hebras muy sutiles de cáñamo. La disposicion de este instrumento es tal , que las chispas no pueden pasar de un hilo de hierro al otro sin hacer un agujero en el carton. El número pues y la magnitud de estos agujeros indican la fuerza de la electricidad , y su posicion el momento en que han sido formados. En fin, la elevacion de las hebras de cáñamo , sirve tambien para medir la electricidad aérea.



## ARTICULO QUINTO.

*De los globos.*

Los globos son tambien unos instrumentos propios para dar á conocer la electricidad del aire, tanto mas ventajosos, quanto que pueden subir á mucha mas elevacion que los mas altos conductores, y aun que las flechas y cometas eléctricas. Un balon aereostático, cualquiera que sea la materia de que se haga, luego que se le une un hilo metálico se convierte en un instrumento eléctrico. Para este efecto debe sujetarse con un cordon de seda el extremo inferior del hilo; porque este transmite el fluido eléctrico de la atmósfera en toda su longitud, y el cordon de seda sirve para aislarle á efecto de que la materia eléctrica no se disipe en la tierra, que es el depósito comun. Para obtener mas facilmente el fluido eléctrico de la atmósfera, convendrá armar el globo con una ó muchas puntas que comuniquen con la estremidad superior del hilo metálico.

## ARTICULO SEXTO.

*De los pequeños electrómetros sensibles y de otros instrumentos semejantes.*

**T**odos los instrumentos que acabamos de describir, tienen un aparato imponente, y no es extraño que en muchas circunstancias produzcan efectos maravillosos. Mas hay otros que en pequeño volúmen tienen gran virtud, y son propios para hacernos conocer los mas pequeños grados de electricidad. Mr. Canton, es sin duda el primero que concibió esta idea; su electrómetro se conoce hace largo tiempo, y parece haya servido de modelo á todos los que despues se han construido: consiste en una cajita angosta con cubierta de corredera, dentro de la cual se colocan dos bolitas de corazon de saúco, y de consiguiente muy ligeras; estas bolas están libremente suspendidas á una pequeña punta por medio de unos hilos de lino muy finos; y cuando se elevan á una distancia mayor ó menor, hacen conocer por su separacion la electricidad de la atmósfera y de los otros cuerpos á que se les aproxima. Esta especie de electrómetro ha sufrido en su construccion diferentes variaciones, que le han perfeccionado extraordinariamente, haciéndole muy sensible á las menores impresiones. Describiremos en pocas palabras la

construcción del electrometro sensible mas usado: instrumento que debe conservar este nombre, porque indica la electricidad mas débil, que los otros electrómetros no alcanzan á señalar. Compónese pues de una especie de botella de cristal sin suelo y de cuello largo. La abertura inferior de esta botella se cierra con una platina de cobre, y el cuello lleva una especie de tapon atravesado por una varilla de metal, en cuyo extremo inferior habrá dos agujeros, de donde penderán dos hilitos metálicos muy sutiles paralelos entre sí, á cuyas puntas colgarán dos bolitas de corazon de saúco. Dicha varilla se enroscará por su extremo superior á una tuerca practicada en lo interior de una pieza de cobre, construida con corta diferencia como un dado, pero cuya superficie deberá estar muy lisa. A cada uno de los lados de la botella se elevan dos hojas de estaño, á las que puedan aproximarse las bolitas cuando se separen. Estas hojas tocando en el fondo del metal, sirven para deselectrizar el interior del instrumento.

En medio del dado puesto á la parte superior del aparato, puede enroscarse una punta de cobre muy fina y de bastante longitud, que podrá tambien componerse de muchas piezas que entren unas en otras. A corta distancia encima de la botella se coloca una cubierta en forma de ambudo, á efecto de que la lluvia no moje el vidrio y destruya el aislamiento.

Este pequeño aparato puede servir para conocer con mucha facilidad la presencia del fluido eléctrico en el aire á diferentes alturas, desde la superficie de la tierra en donde puede colocarse primeramente, hasta otras elevaciones progresivamente mayores. Algunas veces la electricidad no es sensible á una pequeña elevacion, al paso que lo es á mayor altura: estos efectos son muy variables y provienen al parecer de la mayor ó menor cantidad de vapores que se hallan esparcidos cerca de la superficie de la tierra y hacen el aire menos aislante. Para conocer la naturaleza de la electricidad, se ha inventado un tubo de cristal cubierto de lacre hasta la mitad de su longitud, y tambien se ha imaginado aplicar un arco de círculo sobre el cual están marcadas algunas divisiones para poder juzgar de la intensidad del fluido eléctrico. Mr. Cavallo parece haber sido el primero que encerró las dos bolas de Mr. Canton en un cilindro de vidrio colocado sobre una platina de metal; mas la parte superior termina en una especie de dado de cobre, y no en una punta metálica, cuya eficacia hace este instrumento de un uso mas general.

Mr. Ronayne, que hizo en Irlanda muchos experimentos curiosos sobre la electricidad de las nieblas, se sirvió no solo del electrómetro de Mr. Canton, sino tambien de un pedazo de corcho suspendido á un hilo medianamente grueso de seis á siete

pulgadas de longitud, y dispuesto de modo que el viento no pudiese cambiar la direccion. Despues de haber colocado el aparato á la parte exterior de una ventana de lo mas alto de la casa, dicho sábio por medio de un grapon muy sencillo sujetó el otro extremo á una de las jambas de la ventana. Otra pieza de madera servia para fijar un tubo de vidrio y una barrita de lacre. En esta disposicion excitaba uno de dichos conductores y le aplicaba á la superficie del pedazo de corcho para determinar con mas precision la especie de electricidad que podia sobrevenir.

Mr. Henley se servia para sus observaciones sobre la electricidad de las nieblas de una varita de siete pies de largo, con una cajita que contenia dos bolas de corcho suspendidas de unos hilos de cáñamo de siete pulgadas de largo: dicha varita estaba adaptada á una pieza de madera proporcionada, y se colocaba en una ventana muy elevada. Nuestro físico tenia ademas otra varita de igual longitud con una especie de muesca de estaño, por donde corria una larga barra de lacre, y frotando esta y sacándola fuera de la ventana á la proximidad de las bolas, era muy facil determinar la especie de electricidad de la atmósfera. Si se hace el experimento al aire libre, es inútil este aparato, y se le substituye el electrómetro de Mr. Canton, que como se sabe, contiene dos bolitas muy ligeras.

De lo dicho hasta aqui resulta que las observaciones meteorológicas serán muy imperfectas entre tanto que á las del barómetro, termómetro, higrómetro, anemómetro, udómetro &c., no se unan observaciones sobre la electricidad de la atmósfera, de la lluvia, de la nieve y de los otros metéoros.

#### ARTICULO SEPTIMO.

*De los medios propios para distinguir la especie de electricidad que reina en la atmósfera.*

La electricidad que reina en el aire, es algunas veces positiva y otras negativa: y así despues de haberse asegurado de la existencia del fluido eléctrico, suele ser útil conocer si la especie de electricidad que reina es en mas ó en menos; lo cual puede conocerse por diferentes medios. El primero es presentar á los cuerpos ligeros electrizados por un conductor atmosférico, un tubo de vidrio frotado: si los cuerpos ligeros son repelidos por el vidrio, es prueba de que la electricidad de la atmósfera es positiva; pero si son atraídos por al tubo frotado, la electricidad del aire es negativa. Si en lugar del tubo de vidrio se emplea una barrita de lacre, serán los efectos opuestos; porque es un principio que los cuerpos que tienen la misma especie de electricidad se repelen, y los que la tienen diferente se atraen.

El segundo medio es presentar al conductor atmosférico una punta. Si ésta hace brillar un penacho luminoso, la electricidad es negativa; si solo se percibe un punto luminoso, es positiva. Para distinguir mas fácilmente la diferencia de estos signos, se ha imaginado colocar en un cilindro, obscuro por todas partes, excepto en un parage, una punta de cobre y una plancha que por medio de un tornillo puedan aproximarse mas ó menos una á otra, y que descansan sobre unas barritas aisladas. Puede presentarse al conductor atmosférico el extremo de la punta ó de la plancha, y poniendo una cadena al lado opuesto del que está en contacto, se ve muy distintamente el penacho ó el punto luminoso.

## CAPITULO SEGUNDO.

### *De la electricidad negativa de la atmósfera.*

Cuando muchos físicos observan atentamente la naturaleza y sus diversos fenómenos, no es de admirar que sus trabajos sean recompensados por los mismos descubrimientos; porque las leyes de la naturaleza son en todas partes constantes é invariables. Al principio solo se conoció la electricidad positiva de la atmósfera; pero multiplicándose en todas partes las observaciones, se notó que la electricidad del aire comunicado á los aparatos levantados para reco-

gerla, era de una especie diferente; esto es, negativa. MM. Francklin en América, Canton en Inglaterra, y el padre Beccaria en Italia, descubrieron con corta diferencia á un mismo tiempo la electricidad negativa de las nubes y de la atmósfera.

Para que se forme una idea clara de la electricidad negativa; conviene conocer los diferentes estados de los cuerpos relativamente á la cantidad de fluido eléctrico que contienen. Todos los cuerpos tienen cierta cantidad de electricidad que les es natural: si se aumenta esta dosis, están electrizados positivamente, y cuando se la disminuye, es su electricidad negativa. Cuando la electricidad es positiva, el fluido eléctrico se halla en un estado de condensacion; cuando es negativa se halla enrarecido. Aunque en la práctica puede electrizarse un cuerpo negativamente; esto es, despojarle de una parte de su cantidad natural de electricidad; sin embargo, no es posible despojarle de toda la cantidad que le es natural, porque se oponen á ello muchas circunstancias.

Se ha reconocido que el vidrio y las resinas producen dos electricidades opuestas, pues el primero, y todo lo que le era análogo, daba una electricidad positiva, y las segundas producian electricidad negativa. Y de ahí es que una máquina eléctrica de globo ó disco de vidrio, luego que se la pone en movimiento, comunica la electricidad positiva al con-



ductor y á todo lo que comunica con este ; al paso que una máquina de disco ó globo de azufre ó resina, produce una electricidad negativa. Cuando la electricidad es positiva , el conductor despide chispas hácia los que se aproximan , y por el contrario la recibe de estos en las mismas circunstancias si la electricidad es negativa.

Es imposible poner en duda la realidad de esta distincion de electricidad positiva y negativa , pues los cuerpos electrizados á la manera de los azufres y resinas , atraen á los que están electrizados por el vidrio ; al paso que se repelen entre sí y recíprocamente , y los primeros terminados en punta no hacen brillar sino puntos luminosos , mientras los segundos producen en iguales circunstancias penachos eléctricos. Se sabe tambien que un conductor colocado entre dos discos de máquina eléctrica , formado el uno de almáciga resinosa y el otro de cristal ; cuando los dos , que se suponen iguales , giran á un mismo tiempo , no dá ninguna chispa ; siendo asi que cada uno de ellos produce una de naturaleza contraria cuando se hacen obrar sucesivamente los dos aparatos. Tambien está probado que si la superficie interior de una botella de Leyden está cargada positivamente , lo está la exterior negativamente.

La observacion viene tambien en apoyo de la misma verdad : porque MM. Romás , Francklin , Beccaria y Canton , y despues de ellos otros muchos físi-

eos, han observado algunas nubes privadas de electricidad (1). En el mes de Setiembre de 1752 elevó Mr. Francklin sobre su casa una barra de hierro para atraer el fuego del rayo y hacer algunos experimentos relativos á este objeto, adaptando á dicho aparato dos campanillas para que le advirtiesen el tiempo en que se comunicaba la electricidad; y observó que las campanillas sonaban algunas veces sin haber precedido relámpago ni trueno, sino solamente una nube obscura encima de la barra. » Algunas veces, despues de un relámpago, se detenian de repente; otras sin haber sonado antes, empezaban á hacerlo de improviso despues del relámpago; la electricidad era algunas veces muy débil, de suerte que despues de haber sacado una chispa pasaba mucho tiempo sin poder repetirlo; otras veces se sucedian las chispas con una rapidez extraordinaria, y cierto dia observé una corriente continua de una campana á otra del grueso de una pluma de cuervo; y durante la misma tempestad hubo variaciones muy considerables (2).”

Los primeros experimentos que hizo este ilustre físico para descubrir si las nubes estaban electrizadas positiva ó negativamente, tienen la fecha del mes de Abril de 1753. Durante una tempestad muy fuer-

1 Transacciones filosóficas, tomo 48, pág. 356.

2 Obras de Francklin, tom. 1. página 117.

te y de bastante duracion , cargó una botella de Leyden con el fuego eléctrico transmitido por el relámpago á la varilla de hierro; y otra botella recibió una carga igual con el globo de vidrio eléctrico por medio del primer conductor. En seguida habiéndolas aproximado una á otra despues de haber suspendido entre ellas una bola de corcho por medio de una hebra de seda , vió que la bola se agitaba con precipitacion del uno al otro gancho , lo cual era efecto de las atracciones y repulsiones que se sucedian , y probaba que la electricidad de la atmósfera comunicada por la varilla de hierro á una de las botellas era negativa. Habiéndose repetido muchas veces este experimento , y siempre con el mismo éxito , se persuadió Francklin que la electricidad de las nubes era siempre negativa ; pero sin embargo conoció muy pronto que habia tambien algunas nubes electrizadas positivamente : el 6 de Junio en una tempestad que duró desde las cinco hasta las siete de la tarde , halló una nube electrizada positivamente , sin embargo de que otras que habian pasado antes por encima de su aparato se hallaban en estado negativo.

Era importante asegurarse por la esperiencia y por medio de un método seguro de que la electricidad de una de dichas nubes era positiva , al paso que la de las otras era negativa ; y para ello , ademas del medio de que anteriormente hemos hablado , empleó Francklin otro : oigámoslo de su misma boca:

»Al mismo tiempo, dice, hacia otro experimento, que he repetido muchas veces, para asegurarme del estado negativo de las nubes: mientras sonaban las campanillas, tomé la botella cargada por medio del globo y apliqué el gancho á la varilla, discurriendo que si las nubes estaban electrizadas positivamente, la varilla que recibia su electricidad, lo estaria del mismo modo, en cuyo caso la electricidad positiva añadida con la botella haria sonar con mas fuerza las campanillas; pero que si las nubes se hallaban en estado negativo, debian absorber el fluido eléctrico de la varilla y reducirla al mismo estado negativo en que se hallaban; y que entonces el gancho de la botella cargada positivamente, dando á la varilla lo que le faltaba (y que sin esto habia de sacar de la tierra por medio de la botella de cobre suspendida entre las dos campanas), cesaria el repique hasta que la botella estuviese descargada. De este modo descargué enteramente en la varilla muchas botellas que habian sido cargadas por medio del globo de vidrio, pasando el fluido eléctrico desde el gancho á la varilla, hasta que el gancho no sacaba chispas del dedo. Entre tanto que la botella comunicaba electricidad á la varilla, permanecian silenciosas las campanas; pero continuando en aplicar el gancho de la botella á la varilla, apuré la cantidad natural de la superficie interior de las botellas, ó para expresarme á mi modo, las cargué negativamente. En fin,

mientras estaba cargando una botella con el globo para repetir el experimento, se detuvieron por sí mismas las campanas, y despues de una corta pausa empezaron á tocar de nuevo: pero cuando aproximé á la varilla el gancho de la botella cargada, en lugar de la corriente ordinaria del gancho á la varilla (que yo esperaba), no hubo ni una sola chispa, sin embargo de haberlos puesto en contacto. Entre tanto continuaban sonando fuertemente las campanillas, lo que me hizo conocer que la varilla estaba electrizada positivamente y en el mismo grado que el gancho de la botella; y por consiguiente que la nube particular que se hallaba entonces encima de la varilla, estaba en el mismo estado positivo. Esto sucedia al concluirse la tempestad." (1).

Mr. Kinnersley, que observó despues por algun tiempo con el aparato precedente, halló en sus primeras observaciones que la electricidad de las nubes era mas á menudo negativa; pero tambien las halló algunas veces en estado positivo. En el mes de Marzo de 1754 notó por dos veces que las nubes habian pasado en algunos minutos del estado negativo al positivo; y en el mes de Abril siguiente, reinando un viento fuerte de Sudeste, y habiéndose vuelto al Nordeste, se cubrió el cielo de nubes densas y observó cinco ó seis tránsitos sucesivos del estado negativo

1 Obras de Francklin, tom. 1. pág. 119.

al positivo, y del positivo al negativo, deteniéndose las campanillas un minuto ó dos entre cada variacion.

»El padre Beccaria, dice Priestley, habia ya descubierto que las nubes tempestuosas se hallaban unas veces en estado negativo y otras en el positivo, antes de haber oido decir que el doctor Francklin ni otra persona alguna hubiese hecho la misma observacion. Una misma nube, pasando por encima de su observatorio, electrizaba el aparato ya positiva, ya negativamente. La electricidad permanecia mas ó menos tiempo de la misma especie á proporcion que la nube tempestuosa era sencilla y uniforme en su direccion; mas cuando la tempestad mudaba de lugar, sucedia comunmente un cambio en la electricidad de su aparato." Cambiaba súbitamente despues de un fuerte estampido; pero la mudanza era gradual cuando el trueno era moderado y lento el progreso de la nube tempestuosa (1).

Mr. Canton, uno de los primeros que repitieron en Inglaterra el hermoso experimento de Marly-la-Ville, dirigió en seguida sus miras muy particularmente hácia este objeto interesante, y por una série de observaciones descubrió á mediados del año 1755, que las nubes tempestuosas no estaban todas electrizadas de un mismo modo; sino que en unas habia

1 Lettere dell'Ellettricismo, pág. 138, 167 &c., Priestley, tom. 2.º pág. 188 &c.

una electricidad positiva, al paso que en otras se notaba únicamente la negativa, y que los tránsitos de un estado á otro solian ser tan frecuentes, que en menos de media hora cambió cinco ó seis veces la electricidad de su conductor. El mismo físico observa que en un tiempo seco su aparato »permanecía electrizado diez minutos ó un cuarto despues de que las nubes habian pasado por el zénit, y algunas veces hasta que habian llegado á mas de la mitad del camino del horizonte; que la lluvia, señaladamente cuando las gotas eran gruesas, debilitaba comunmente el fuego eléctrico, y que en verano nunca dejaba de haber granizo." Su conductor fue tambien electrizado por una nevada el 12 de Noviembre de 1753.

En una tempestad que hubo en Lóndres en el verano de este año, se electrizó de tal modo su aparato, que el repique de las campanillas que habia suspendido para anunciar el principio de la electricacion, fue detenido por la corriente casi constante del fluido eléctrico que pasaba con abundancia de una campanilla á la bola de cobre que servia de martillo para herirla. En los meses de Enero, Febrero y Marzo de 1754, observó que »su aparato se electrizó lo menos 25 veces, ya positiva, ya negativamente por la nieve, como tambien por el granizo y la lluvia, y casi con tanta fuerza cuando el termómetro de Farenheit se hallaba entre 28 y 34 grados,

cual nunca le habia visto en el verano, fuera de los tiempos tempestuosos.”

Hace muy poco que habiéndose elevado un físico á una gran altura por medio de un globo, observó distintamente uno de los signos característicos de que ya hemos hablado. » Llegada la noche, dice Mr. Tetú, me bajé un poco, y me hallé en medio de las nubes mas ó menos cargadas de electricidad. Mi bandera que llevaba las armas de Francia doradas chispeaba de luz. Siguiendo despues la elevacion adonde me dirigia, conocia la electricidad positiva, ó negativa, por medio de una punta de hierro colocada en la góndola, de la cual salia una gavilla de fuego cuando la electricidad era positiva; pero si me elevaba un poco mas, no ofrecia la punta sino un punto luminoso, porque la electricidad entonces era negativa. Tres horas permanecí dentro de la nube tempestuosa, sin experimentar otro accidente que la pérdida de una parte de dorado de la bandera, que quedó agujerada por la fuerza de la electricidad natural.”

A la elevacion de setecientas setenta y ocho toesas se encontró Mr. Tetú en las nubes eléctricas, en cuya ocasion señalaba el termómetro cinco grados bajo cero: los costados de la góndola estaban cubiertos de nieve y granizo, que se veia precisado á recoger y arrojar por el mucho peso que añadian. » Habiendo llegado la noche, dice, me bajé un poco, y me hallé en medio de las nubes, que despedian á



cada instante relámpagos acompañados de truenos horrorosos, y fui sucesivamente atraído y repelido.”

### CAPITULO TERCERO.

*De la influencia de la electricidad metéoro, sobre los animales y vegetales, con una observacion muy curiosa del Abate Toaldo.*

Este seria el lugar propio para tratar de la influencia de la electricidad de la atmósfera sobre el hombre, sobre los animales y sobre los vegetales, sino hubiésemos llenado ya este objeto en dos obras que hemos publicado sobre estas interesantes materias; á saber la *Electricidad del cuerpo humano en el estado de salud y enfermedad* y la *Electricidad de los vegetales*. En el primero de estos dos tratados hemos establecido la influencia de la electricidad de la atmósfera sobre el cuerpo humano, y el modo como se le comunica; esponiendo en seguida con la posible estension los efectos de la electricidad de la atmósfera sobre las funciones vitales y animales: influencia que no dudamos afirmar que está demostrada por un gran número de observaciones de los físicos mas célebres, como son, Deluc, Steiglenhner, Cotte, Bridone, Wan-Swinden, Toaldo, Athanase, Cavalli, La Cepede, Sarti &c.

En los doce capítulos que forman la primera

parte de la *Electricidad de los vegetales*, hemos probado la influencia de la electricidad de la atmósfera sobre los vegetales; y en los diez y ocho de la segunda hemos tratado por menor de los efectos de esta misma influencia. En la tercera parte se proponen los medios prácticos que puede proporcionar la electricidad para facilitar el medro y la multiplicación de los vegetales. Allí se ve la invención de un electrómetro; esto es, un instrumento de física sublime propio para reunir el fluido eléctrico esparcido por el aire, y verterle, si así puede decirse, sobre los vegetales.

En la misma obra se ve la influencia de la electricidad de la atmósfera sobre los vegetales, establecida principalmente por la de los metéoros, que son fenómenos eléctricos; y se prueba con muchas observaciones: 1.º Que las lluvias tempestuosas producen efectos maravillosos sobre las plantas, muchas de las cuales prosperan mas en los años en que hay tempestades. 2.º Que la nieve y el granizo, en razon de su grande afinidad con el fluido eléctrico, deben tener una influencia muy útil sobre los vegetales. 3.º Que las nieblas influyen tambien en el reino vegetal; que lo mismo sucede con los terremotos, las mangas y las auroras boreales. Esta multitud de observaciones y de objetos, no pueden presentarse aqui en compendio, pero deben leerse en la misma obra. Estas verdades están pro-

badas por la observacion , pues es constante que los años fecundos en metéoros eléctricos son mas fértiles en todo género de producciones: hasta los mismos insectos son en ellos mas abundantes.

Luego que vió la luz pública esta obra , tuvimos la satisfaccion de que muchos sábios la honrasen con sus elogios , y confirmasen con sus experimentos las principales verdades que en ella se establecen. Nos limitaremos á trasladar una observacion muy interesante que nos comunicó en una de sus cartas el célebre abate Toaldo.

»Hace muchos años que el Sr. Senador Quirini colocó un conductor ó para-rayos en su casa de campo de *Altichiero* , quinta magnífica situada á la orilla del Brenta. Dicho aparato , compuesto de un mástil, sobre el cual se eleva hasta mucho mas arriba del techo una barra de hierro , se halla colocado en un ángulo entrante á espaldas de la casa á la parte que mira al Nordeste ; esposicion la mas húmeda para nosotros , y la mas espuesta á las corrosiones de la humedad , de las heladas &c. , por cuya razon cae con mucha facilidad el enlucido de las paredes. Para ocultar la vista desagradable de esta ruina se acostumbra plantar árboles de los que se conservan siempre verdes , y cuyas ramas se estienden en todas direcciones ; y el Sr. Senador ha hecho plantar una hilera de jazmines silvestres , que en dos ó tres años se han elevado hasta la altura del primer piso , cu-

briendo todo este espacio desde el suelo hasta la cornisa.

» Dos de estos jazmines que se hallan contiguos á la cadena del conductor en el punto en que éste penetra en la tierra, se han elevado á una altura extraordinaria; de modo que en dos años han pasado el techo de la casa á treinta pies de elevacion, al paso que los otros cultivados con el mismo cuidado apenas tienen cuatro pies. Estos dos arbustos que se han enredado al mástil y á la cadena del conductor, son tres veces mas gruesos que los otros; dan flores antes y con mucha mas abundancia que los demas; y continúan dándolas todavía muchas semanas despues que aquellos. Ved aquí confirmado lo que decis en vuestro libro (1), de que las plantas que se crian inmediatas á los para-rayos crecen mejor y son mas vigorosas.” La multitud de estrangeros, añade el abate Toaldo, que vienen á ver esta hermosa casa de recreo, pueden atestiguar este fenómeno. Nada puede decirse mas decisivo que esta hermosa observacion.

1 Electricidad de los vegetales, pág 402.

## CAPITULO CUARTO.

*De la electricidad comparada con el magnetismo.*

Algunos fenómenos del magnetismo que tienen cierta semejanza con los de la electricidad, dieron ocasion á que muchos físicos discurriesen que existia una analogía, y aun cierta especie de identidad, entre los dos fluidos que se miran como causas de estos fenómenos. Estos efectos son curiosos é interesantes en sí mismos, y creemos oportuno hacerlos conocer aqui, para que pueda juzgarse de este objeto con mas seguridad.

Se ha observado que la electricidad natural y la artificial, ora producen el magnetismo en los cuerpos que son susceptibles de ello, ora cambian su direccion: hechos de que no puede dudarse, porque se hallan demostrados por los esperimentos mas constantes. Comencemos pues por las pruebas que ha suministrado la electricidad natural.

1.º Las transacciones filosóficas refieren que hallándose Mr. Haward en un buque que se dirigia á las Barbadas, en compañía de otro que mandaba Mr. Groston de la nueva Inglaterra, á la altura de las Bermudas oyeron un trueno espantoso que rompió el palo de mesana del segundo buque, rasgó las velas y causó algun daño en la caballeria. Pasado el ruido

y el peligro, Mr. Haward, cuyo buque no habia padecido, notó con admiracion que sus compañeros de viage habian cambiado el rumbo que hasta entonces habian llevado; es decir, que habian tomado el opuesto al que antes seguian: al principio creyó que el espanto les habria hecho perder el rumbo y que no tardarían á notar este error; mas viendo que continuaban, y no pudiéndoles hablar por la distancia, tomó el partido de seguirlos, y luego que pudieron hablarse, le manifestaron que no tenian otro objeto que continuar el viage comenzado; y con efecto Mr. Haward reconoció que Mr. Groston seguia exactamente el rumbo que le indicaba su brújula; pero los polos de la aguja se habian cambiado de tal modo, que el boreal se habia hecho austral y el austral boreal. Se volvió la flor de lis con el dedo, poniéndola directamente al Norte; mas luego que quedó en libertad recobró su nueva direccion hácia la parte de de Mediodia. Todas las brújulas del buque se encontraron del mismo modo, sin que tan extraño y súbito accidente pudiese atribuirse á otra cosa que al relámpago y rayo de que hemos hablado.

Mr. Haward prestó á Mr. Groston una brújula para acabar su viage, y no tuvo noticia de que las que habian sufrido la accion del rayo hubiesen vuelto ya á recobrar su primera direccion (1). Se sabe

1 Transacciones filosóficas, 1655, núm.º 122.

tambien que habiendo caido un rayo en el buque del capitan Waddel, se cambiaron los polos de las agujas magnéticas, volviéndose al Sur la punta del Norte.

A estas pruebas puede añadirse un fenómeno conocido hace mucho tiempo por los marineros, los cuales han notado muchas veces movimientos irregulares en la aguja de la brújula en tiempos tempestuosos; y en algunas ocasiones ha sido tan fuerte la causa de estas agitaciones, que la aguja ha dado algunas vueltas sobre el cuadrante.

Ademas, nadie ignora en el dia que en tiempo de auroras boreales (que son incontestablemente fenómenos eléctricos, segun ya hemos probado en esta obra), las agujas magnéticas son mas ó menos agitadas de diversos movimientos, y experimentan variaciones admirables. Las observaciones de muchos físicos alemanes, ingleses y franceses, no nos permiten dudar de esta verdad, y yo mismo he observado tambien este fenómeno muchas veces durante la aparicion de diferentes auroras boreales. Citaré una del Padre Cotte: el 17 de Setiembre de 1770, viendo este habil físico una agitacion continua en su aguja magnética, que de un momento á otro variaba de quince á veinte minutos, se creyó autorizado para anunciar una aurora boreal para la noche de aquel mismo dia; lo que efectivamente se realizó no solo en París, sino en la mayor parte de los reinos

de Europa. Posteriormente anunció otras muchas con el mismo éxito.

Este exacto observador notó constantemente que las variaciones de la aguja magnética, eran mucho mas frecuentes al acercarse los tiempos tempestuosos. Yo he observado tambien en algunas circunstancias que al pasar las nubes tempestuosas sobre un edificio armado de un gran conductor atmosférico, sufrían grandes agitaciones unas agujas magnéticas muy buenas y bien suspendidas.

Uno de los primeros que discurrieron que el magnetismo debía ser un efecto de la electricidad, fue Mr. de Buffon, el cual tuvo esta idea mucho antes de saber las conjeturas del físico de Filadelfia. A principios del año 1752, ya encargó dicho ilustre sabio á Mr. de Alibard, que le mandase construir seis agujas de acero, para probar á magnetizarlas por medio de un golpe de electricidad; y he aqui el método que siguió este último físico: Habiendo preparado para el experimento de Leyden una gran cucurbita de vidrio y un matraz, colocó una aguja á la que se habia quitado la chapa, entre dos vidrios planos, uno mas largo y otro mas corto, á fin de que los dos extremos de la aguja sobresaliesen de este. Colocado todo en una prensa hecha al intento, y puesto en seguida en el círculo eléctrico, se descargó el golpe fulminante al traves de la aguja; y desmontado en seguida el aparato, colocada de nue-



vo la chapa , y puesta la aguja sobre su quicio , tomó la direccion de Norte á Sur , y fue vivamente atraida por el hierro que se le presentó ; en una palabra , quedó perfectamente magnetizada.

De estas y otras pruebas han inferido algunos físicos que la electricidad y el magnetismo eran una misma cosa ; pero nos parece que se equivocan ; porque lo que únicamente resulta es que la electricidad en ciertas circunstancias produce el magnetismo. Y puede ser tambien que este efecto dependa antes del fuerte sacudimiento y violento choque con que el fluido eléctrico obra en la conmocion , que de una virtud particular ; porque si bien es cierto que existen algunos puntos de semejanza entre la electricidad y el magnetismo , no lo es menos que son muchas mas las diferencias que establecen anomalias esenciales. Entre ellas indicaremos solo algunas, pero que ciertamente parecerán decisivas.

El fluido eléctrico aparece bajo la forma de penachos ó chispas luminosas ; y jamas ha podido obtenerse la mas débil luz por medio del fluido magnético.

El fluido eléctrico se hace sensible por choques, sacudimientos y conmociones muy violentas ; y nada de esto ha podido producirse por medio del iman.

El fluido eléctrico obra de un modo ó de otro sobre todos los cuerpos ; lo que no sucede con el fluido magnético , pues aquel se comunica facilmen-

te á todos los metales y semimetales, al paso que este obra únicamente sobre el hierro; pues que nunca por ejemplo ha podido magnetizarse una aguja de plata.

Existiendo pues, diferencias tan notables entre el magnetismo y la electricidad, no puede decirse que reina entre ellos identidad, ni aun analogía; porque de otro modo serian análogos los séres mas desemejantes, pues se observan entre ellos algunas relaciones de semejanza clásica y genérica, que no basta para establecer una analogía particular.

---

## SÉPTIMA PARTE.

---

### DE LOS METÉOROS LUMINOSOS.

**L**os metéoros luminosos no dependen de la electricidad, ni pertenecen en manera alguna á una obra que tiene por objeto la electricidad-metéoro: esta clase de metéoros que resultan únicamente de una combinacion de la luz con los vapores y las exhalaciones derramadas por la atmósfera, pertenece directamente á la óptica; pues estos metéoros consisten en ciertas apariencias que dependen en la reflexion de la luz. Cuando tratemos de la óptica en otra obra, hablaremos de ellos con la estension suficiente; contentándonos por ahora con decir únicamente dos palabras en razon de que este objeto, como ya hemos indicado, es extraño á la materia principal que nos hemos propuesto discutir.

El arco iris, los halos ó coronas, las parasele-  
nas, las paelias, y otros fenómenos de este género,  
son las principales especies de metéoros luminosos;  
porque la aurora boreal y la luz zodiacal son verda-  
deros metéoros eléctricos.

1.º El arco iris solar es un metéoro tan brillante

por la variedad de sus colores, que siempre que aparece excita la admiracion. Se sabe que por lo comun se distinguen dos arcos concéntricos, y rara vez tres; que los mas bellos y brillantes colores resplandecen en este metéoro, y que es necesario para su aparicion que el observador se halle de tal manera colocado, que mire por una parte á una nube que se resuelve en lluvia, y tenga á las espaldas el sol, elevado sobre el horizonte menos de 32 grados.

Este fenómeno proviene de la refraccion y reflexion de la luz en las gotas de lluvia, y de la diferente refrangibilidad de los rayos luminosos: los rayos rojos, naranjados, amarillos, verdes, azules, color de índigo y violados, en los cuales se descompone la luz, son diferentemente refrangibles y reflexibles, como resulta de las profundas investigaciones y decisivos experimentos de Neuton.

Todo el mundo conoce el experimento de una bola de cristal llena de agua y expuesta de un modo conveniente á los rayos del sol, la cual presenta sucesivamente todos los colores del arco iris cuando se le dan diferentes grados de elevacion. Dicha bola pues, representa unas gotas de agua, que haciendo el oficio de un prisma, descomponen la luz y hacen aparecer los siete colores prismáticos. Disponiendo circularmente muchas bolas semejantes y muchas séries concéntricas de ellas, se veria un arco, y aun muchos, coloridos y bien formados. El iris se ve en el

cielo en forma de arco , porque el ojo del espectador es realmente la cúspide de un cono , cuya base está bajo de la nube que se resuelve en lluvia.

2.º Arco iris lunar. El arco iris no siempre es efecto de la luz del sol , pues algunas veces lo produce tambien la de la luna. Esta especie de arco iris se semeja mucho al solar , del que solo difiere en la intensidad de los colores , que es mucho menor en el que depende de la luna. La causa de los iris lunares es la misma que la de los solares ; esto es , la refraccion y descomposicion de los rayos de luz ; pero los colores , segun ya se ha dicho , son mas débiles.

En muchas ocasiones suelen verse tambien en los prados iris terrestres , formados por la refraccion de los rayos del sol , refractados por las gotas del rocío.

3.º Los halos ó coronas , se ven con bastante frecuencia al rededor de la luna , algunas veces al de las estrellas , y con menos frecuencia al del sol. Cuando se perciben círculos luminosos mas ó menos coloridos , sus colores son siempre apagados si se comparan con los brillantes del arco iris. Algunas veces en medio de las sombras de la noche se ve la luna rodeada de un gran círculo de luz , en donde brillan diferentes colores , y cuyo aspecto es muy imponente. Todo el círculo (esto es, toda el área circular inscrita en el anillo luminoso de que hemos hablado) se halla entonces colorido en diversas degradaciones. Este metéoro aparece de ordinario cuando el cielo,

sin estar nebuloso , se halla sin embargo cubierto de vapores ligeros.

Tambien suelen notarse estas coronas al derredor de las estrellas ; pero sus colores son mucho mas apagados , y su diámetro incomparablemente mas pequeño. Las circunstancias en que aparecen son las mismas.

Pocas veces se ven coronas al rededor del sol ; porque no considero como tales aquellas débiles apariencias de halos que no están bien caracterizadas ; hablo solo de aquellos anillos circulares , ó de aquellas áreas igualmente circulares , bastante brillantes y coloridas para que pueda dárseles este nombre , y cuyo centro ocupa el sol.

4.º Las parelias son unas apariencias de sol , llamadas vulgarmente soles falsos. Estos metéoros luminosos aparecen cuando la atmósfera está muy cargada de vapores de tal modo situados , que parece se hallen al rededor de este astro ocupando una grande área circular débilmente colorida : la circunferencia que circunscribe esta área es mas brillante que el espacio inscrito , y siempre se halla el sol en el centro.

Sobre la especie de banda luminosa anular que rodea el círculo de que hemos hablado , suelen distinguirse á las dos estremidades del diámetro horizontal dos falsos soles , entre los cuales está el verdadero. En ciertas circunstancias se ven en estas parelias unas colas opuestas al sol.

Yo he observado muchas veces este metéoro con solos tres soles, y he podido considerar detenidamente todas sus circunstancias. Algunas veces se ven mas soles falsos, segun está probado por las observaciones de muchos físicos.

Como este fenómeno es muy curioso, referiremos una observacion reciente: el 2 de Mayo de 1785 se vió en Petersburgo una de las mas hermosas parellas: á la hora de medio dia, hallándose el cielo muy claro y señalando el termómetro de Reaumur veinte grados, el sol aunque se hallaba en su mayor resplandor apareció rodeado de un círculo luminoso de mediana magnitud: un segundo círculo de mayor diámetro cortaba el disco del astro, y en su circunferencia se veian cinco soles pequeños, dos de los cuales estaban muy inmediatos al verdadero; de modo que el círculo que atravesaba su disco pasaba tambien por el de los dos metéoros. Los otros tres estaban en la parte inferior del gran círculo á corta distancia uno de otro, y el del medio en una línea perpendicular al sol. En esta misma línea y cerca del centro del gran círculo se veia una media luna muy brillante con las puntas vueltas hácia abajo. Dicho fenómeno duró hasta que se puso el sol, despues de lo cual fue desapareciendo poco á poco; pero sin embargo aun se distinguieron los rastros del círculo y de los soles colaterales hasta las seis de la tarde. Lo que caracteriza este fenómeno es únicamente la

brillante media luna de que hemos hablado ; pero hemos trasladado la descripción entera para manifestar que estos fenómenos , vistos en otros tiempos en todo su esplendor, aun aparecen en nuestros dias con igual magnificencia.

5.º En las paraselenas hay apariencia de muchas lunas. Este metéoro solo difiere de los precedentes en que se ven muchas lunas en lugar de muchos soles.

Como los metéoros de que hemos hablado en esta parte no pertenecen al objeto que nos habíamos propuesto tratar , nos hemos limitado á dar una idea sencilla para los que no tenían ninguna noticia.



# APÉNDICE.

---

**P**ublicándose esta obra en una época en que está tan reciente la memoria de los horrorosos terremotos que asolaron tantos pueblos de la huerta y campo de Orihuela, nos ha parecido oportuno añadir la relacion de este acontecimiento espantoso; porque cuando el autor corrobora los principios que establece con la noticia de los fenómenos de esta clase ocurridos en diferentes paises y edades, seria ciertamente extraño dejar en olvido un ejemplo doméstico y contemporáneo, y mas digno sin duda de interesar la curiosidad general y llamar la atencion del hombre observador, por la asombrosa magnitud de sus efectos.

El dia 21 de Marzo lo será en adelante de funesta memoria para los habitantes de Orihuela, Almoradí, Rojasles y demas pueblos de la huerta y campo de Orihuela; porque raro será entre ellos el que no recuerde en él la muerte desastrada del padre, del

abuelo, del esposo, del hijo ó del hermano; y aunque la paternal solicitud del gobierno y la ardiente caridad de todos los españoles, han concurrido de consuno á reparar en lo posible los efectos de tamaña calamidad, largos años pasarán todavía sin que acaben de desaparecer sus horrorosos vestigios. Las noticias que damos á continuacion, están sacadas de los partes y demas documentos publicados por el gobierno, y de cartas escritas por personas de acreditada veracidad en el teatro mismo de los sucesos; es decir, que son las mas auténticas y fidedignas que pudieran apetecerse.

El citado dia pues del año 1829, á las seis y cuarto de la tarde, estando la atmósfera cubierta y encalmada, y la temperatura mas alta de lo que correspondia á la estacion, se sintió en los distritos de Murcia y Orihuela una ligera oscilacion que duró por espacio de dos segundos, y fue como el preludio de tan gran catástrofe. Con efecto, pocos minutos despues, se oyó un ruido semejante al que producirian muchos carruages corriendo á la vez sobre un terreno pedregoso, tras lo cual se experimentó el primer sacudimiento, acompañado de espantoso estrépito, que duró cosa de nueve minutos. Este sacudimiento se estendió en una línea de muchas leguas, como que al mismo tiempo se sintió en Madrid y en Valencia; pero su fuerza estalló principalmente contra las poblaciones situadas sobre

su foco en un radio de cuatro leguas. Este fue el primero y mas violento ; pero la tierra continuó moviéndose á cortos intervalos toda aquella noche y dias sucesivos ; de modo que el 24 de Abril siguiente seguian todavía las oscilaciones con bastante fuerza.

Las desgracias causadas por este metéoro terrible forman un cuadro mas horroroso que cuantos nos ha transmitido la historia de esta calamidad. Oigamos al señor obispo de Orihuela:

» Los pueblos (dice) de Almoradí, Benejuzar, Rafal, Formentera, Torre vieja y Torre la Mata, han sido totalmente asolados, sin que quede de ellos una sola casa habitable, y poco menos sucede á los de Rojas y Guardamar, y en sus huertas y campos, y en las de esta ciudad, se contarán dos mil casas igualmente asoladas ; de modo que en tres ó cuatro leguas de longitud y latitud, incluso los pueblos dichos, se ven arruinadas de tres á cuatro mil casas por lo menos, con sus muebles, artefactos de labor y gran parte de la cosecha de vino y aceite. Diez iglesias parroquiales enteramente destruidas, y otras tantas ruinosas é inservibles. Bajo las ruinas de algunas está todavía sin poderse sacar Jesucristo nuestro Señor Sacramentado, y en todas estas filigresias está colocado en cabañas ó barracas. Han perdido la vida mas de mil personas, é igual ó mayor número son las estropeadas y heridas de gravedad. = Luego

que el domingo 22 recibí los partes de los párrocos, aunque oprimido mi corazón de un modo extraordinario, todavía pude reflexionar que aterrados todos los demás pueblos y sus autoridades, ni podrían, ni aun se acordarían del socorro de los que habían sido enteramente asolados; y conocí también que nadie tenía la obligación que yo de socorrerlos y consolarlos. El lunes 23, acompañado de dos eclesiásticos mis familiares, me puse en camino y me dirigí primero á Almoradí. Allí vi una montaña de escombros formada de sus trescientas casas, hermosa parroquia y convento. Vi algunos centenares de desgraciados regando aquellos mismos escombros con sus lágrimas, buscando entre ellos los cadáveres de sus padres, de sus hijos, de sus mugeres, parientes y amigos. Ya habían hallado ciento sesenta y cinco, y dádoles sepultura, y conceptuaban faltar otros tantos: todos me referían sus desgracias, y un anciano pudo decirme entre sollozos: *señor obispo, ¡ocho hijos tengo sepultados entre esas ruinas!*”

Terrible fue también la tragedia de Torrevieja: setecientas casas nuevas formaban esta hermosa población, y todas se vinieron al suelo en pocos minutos con muerte de más de treinta personas; y aunque en las poblaciones de Dolores, San Fulgencio, San Felipe Neri, San Miguel del Campo y Benijofar, no fue tanto el estrago, muchos de sus edificios quedaron enteramente destruidos y otros inuti-

lizados. La mayor parte de las casas de la huerta y campo de Orihuela fueron tambien arruinadas: quintas de recreo, graneros, pajares, bodegas, almazaras, lagares, algibes, bestias de labor, frutos, muebles, aperos de labranza, todo fue envuelto entre ruinas, todo se perdió, con ruina lamentable de innumerables familias.

Hubo noche de sentirse cincuenta sacudimientos, y como si la furia subterránea se hubiese desencadenado para arrasar enteramente aquel desgraciado pais, se cebaba hasta en las mismas ruinas que habia causado, pues en algunos sacudimientos, acompañados de esplosion, se veian nuevamente arrojados de un punto á otro los escombros, y arrancados de cuajo los edificios, quedaban en su lugar simas horrorosas ó fuentes pestíferas. De estas aparecieron mas de cien en diferentes puntos, y por la mayor parte arrojaban unas aguas negras, fétidas y mortíferas, que infestaban la atmósfera con su hedor, abrasaban las plantas que tocaban, y al entrar en el mar por los cauces abiertos al efecto, mataban inmediatamente los peces. Estas aguas, segun las observaciones de algunos curiosos, tenian en disolucion carbon y azufre, y en su sedimento cenagoso quedaban tambien algunas conchas y otras producciones marinas. Tambien se abrieron otros boquerones que arrojaban llamas, cenizas y arenas metálicas en enorme cantidad.

Por lo que hace á la causa de este espantoso metéoro , parece no puede ser otra que la electricidad; pues ademas de las razones que se han espuesto en esta obra al tratar de los terremotos , concurrieron en el de Orihuela circunstancias particulares que confirman esta opinion.

Con efecto , si se inspecciona el terreno que fue teatro de estas desgracias , se verá que desde Murcia hasta el mar, forma el Segura una cañada por medio de la cual corre hasta mas abajo de Orihuela, ensanchándose estraordinariamente , formando en la parte superior los sitios hondos de las huertas de las dos ciudades ; un banco de creta , cuyo grueso no es conocido , forma el fondo de esta cañada , sobre el que descansa una capa de tierra compuesta de materias de acarreo , cuyo grueso varia , siendo casi nulo en Guardamar y las pias fundaciones , desde las que parte otra cañada angosta, por la que corren las aguas hasta la albufera de Elche.

El Segura, como es sabido, corre sobre las minas de azufre de Hellin , cuya abundancia asombra : su afluente el Mundo lo hace sobre las de calamina de Riopar, la mas copiosa de las conocidas hasta el dia; y en las inmediaciones las hay tambien de hierro, cobre , plomo &c., de todas las cuales en el discurso de los siglos habrá acarreado y depositado en aquel terreno un número prodigioso de partículas, que despues de depositadas se habrán combinado

entre sí de mil modos diferentes. Pues ahora bien: el fluido eléctrico, como hemos visto, con nada se combina tan bien como con las materias sulfurosas, aluminosas, betuminosas, ferruginosas &c., y mayormente habiendo humedad; y si añadimos á esto la observacion de no haberse sentido el terremoto en los pueblos situados fuera de la cañada; si reparamos que durante el gran sacudimiento se vieron en la atmósfera llamas de mucha estension, y en los otros dias varias ráfagas luminosas que cruzaban el aire, columnas de fuego eléctrico, círculos concéntricos en derredor del sol, y otros fenómenos de esta especie; acabaremos de convencernos de que su causa ha sido la que señala nuestro autor á esta clase de metéoros; esto, es la electricidad que acumulada con exceso en las entrañas de la tierra, ha tratado de restablecer el equilibrio, rompiendo con violencia cuantos obstáculos se han opuesto á su paso.

FIN.

en la actualidad, los métodos de enseñanza  
 de la física se basan en la experimentación  
 y en la observación de los fenómenos  
 naturales. Sin embargo, en los últimos  
 años se ha desarrollado un método  
 nuevo, que consiste en el uso de  
 modelos matemáticos para explicar  
 los fenómenos físicos. Este método  
 se basa en la hipótesis de que  
 los fenómenos físicos pueden ser  
 descritos mediante ecuaciones  
 matemáticas. Este método ha  
 permitido el desarrollo de la  
 física teórica, que es una  
 rama de la física que se ocupa  
 de explicar los fenómenos físicos  
 mediante modelos matemáticos.

Este método ha permitido el desarrollo  
 de la física teórica, que es una  
 rama de la física que se ocupa  
 de explicar los fenómenos físicos  
 mediante modelos matemáticos. Este  
 método ha permitido el desarrollo  
 de la física teórica, que es una  
 rama de la física que se ocupa  
 de explicar los fenómenos físicos  
 mediante modelos matemáticos.



---

---

## INDICE.

---

	Pág.
CAP. 3. <i>De la causa de los terremotos y volcanes.</i>	1
CAP. 4. <i>De los para-terremotos y para-volcanes....</i>	66
SECCION 3. <i>De algunos metéoros igneos que se observan en el aire, á diferentes elevaciones, ó sobre la superficie de la tierra.....</i>	100
CAP. 1. <i>De los fuegos de san Telmo, Cástor y Pólux, y de los que se ven algunas veces en los remates de los campanarios y veletas.....</i>	101
CAP. 2. <i>De los fuegos fátuos y lambentes.....</i>	106
CAP. 3. <i>De los fuegos vagos ó estrellas errantes...</i>	113
CAP. 4. <i>De los globos de fuego.....</i>	117

## TERCERA PARTE.

<i>De la aurora boreal.....</i>	129
CAP. 1. <i>Descripcion de una grande aurora boreal y de los principales fenómenos propios de este metéoro.....</i>	132
CAP. 2. <i>De las causas de las auroras boreales, y de su naturaleza fosfórico-eléctrica.</i>	145

## CUARTA PARTE.

<i>De los metéoros ácueos.....</i>	175
<i>CAP. 1. De los vapores y exhalaciones.....</i>	176
<i>ART. 1. De la cantidad de los vapores y exhalaciones contenidas en la atmósfera....</i>	id.
<i>ART. 2. De la elevacion y suspension de los vapores y exhalaciones.....</i>	178
<i>CAP. 2. De las nubes.....</i>	189
<i>CAP. 3. De las nieblas en general.....</i>	203
<i>CAP. 4. De la extraordinaria niebla de 1783.....</i>	213
<i>CAP. 5. De la lluvia.....</i>	222
<i>ART. 1. De la causa de las lluvias y particularmente de las tempestuosas....</i>	id.
<i>ART. 2. Observaciones sobre las lluvias eléctricas.</i>	227
<i>ART. 3. De los para-lluvias de tempestad.....</i>	231
<i>CAP. 6. De la nieve.....</i>	233
<i>CAP. 7. De la piedra y del granizo.....</i>	237
<i>CAP. 8. Del rocío , de la escarcha y del sereno.....</i>	243
<i>CAP. 9. De las mangas.....</i>	249
<i>ART. 1. De las mangas de mar.....</i>	id.
<i>ART. 2. De las mangas terrestres.....</i>	257
<i>ART. 3. De las causas de las mangas.....</i>	265

## QUINTA PARTE.

<i>De los metéoros aéreos.....</i>	277
<i>CAP. 1. Del viento , de sus especies y causas.....</i>	id.
<i>CAP. 2. De los huracanes y mangas de aire.....</i>	302

## SEXTA PARTE.

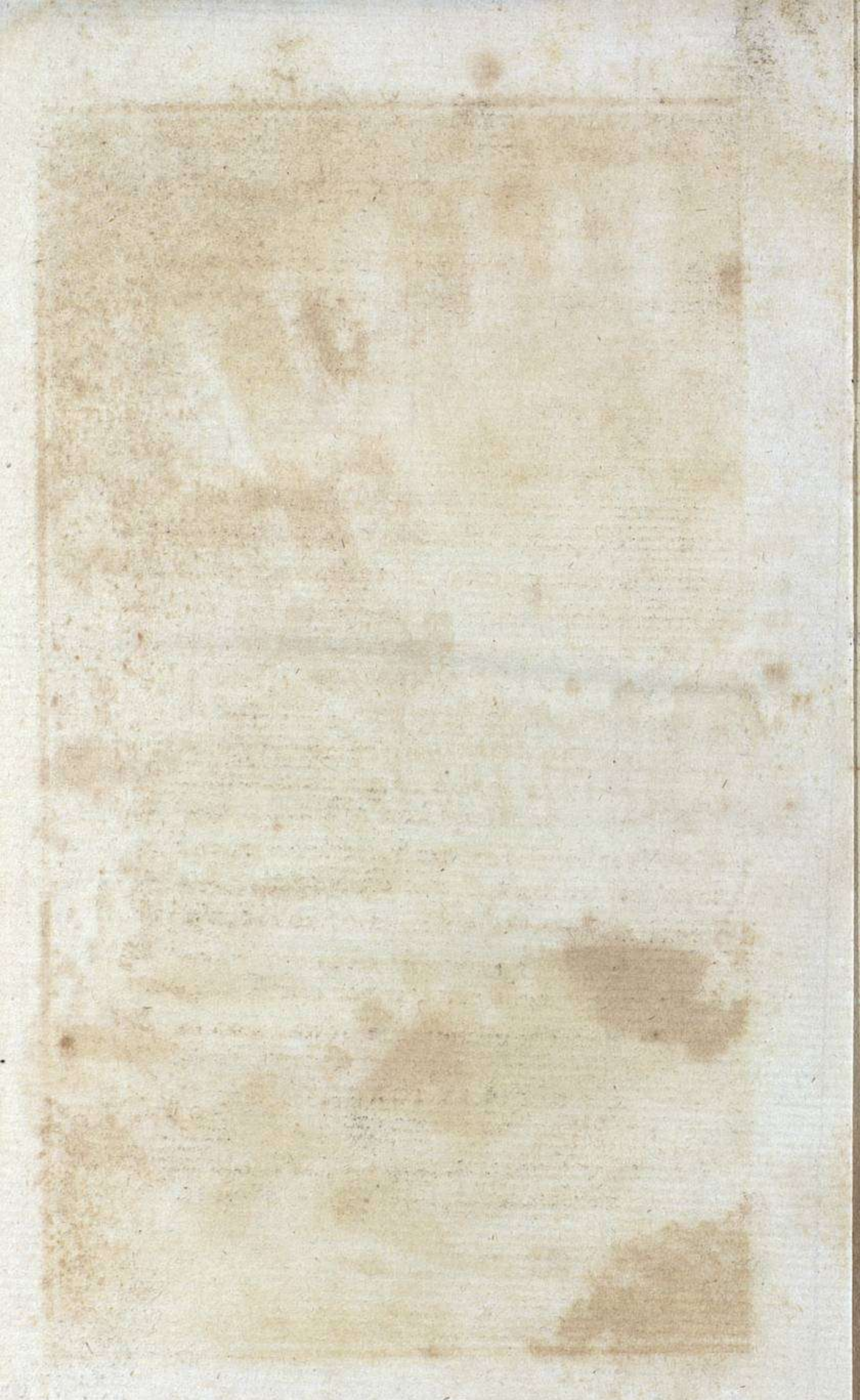
<i>De los instrumentos propios para observar la electricidad de la atmósfera , y de algunos otros objetos relativos á la electricidad-metéoro.....</i>	305
<i>CAP. 1. De los instrumentos propios para observar la electricidad de la atmósfera.....</i>	id.
<i>ART. 1. De los conductores atmosféricos.....</i>	id.
<i>ART. 2. De la construccion de las cometas eléctricas.</i>	307
<i>ART. 3. De las flechas eléctricas.....</i>	310
<i>ART. 4. Del ceraunógrafo.....</i>	312
<i>ART. 5. De los globos.....</i>	213
<i>ART. 6. De los pequeños electrómetros sensibles y de otros instrumentos semejantes.....</i>	214
<i>ART. 7. De los medios propios para distinguir la especie de electricidad que reina en la atmósfera.....</i>	318
<i>CAP. 2. De la electricidad negativa de la atmósfera.</i>	319
<i>CAP. 3. De la influencia de la electricidad metéoro, sobre los animales y vegetales , con una observacion muy curiosa del Abate Toaldo.....</i>	329
<i>CAP. 4. De la electricidad comparada con el magnetismo.....</i>	333

## SÉPTIMA PARTE.

<i>De los metéoros luminosos.....</i>	339
---------------------------------------	-----

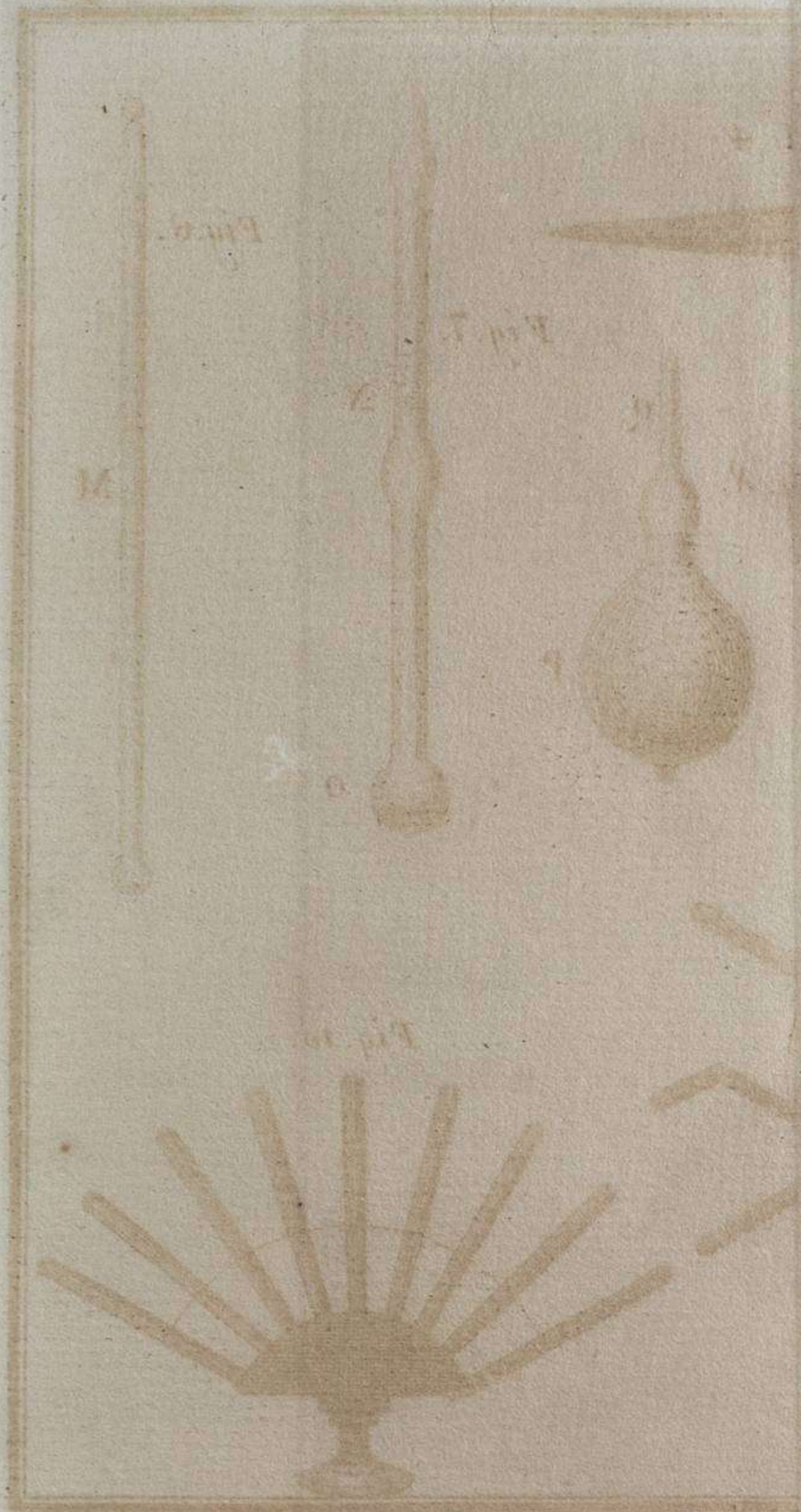




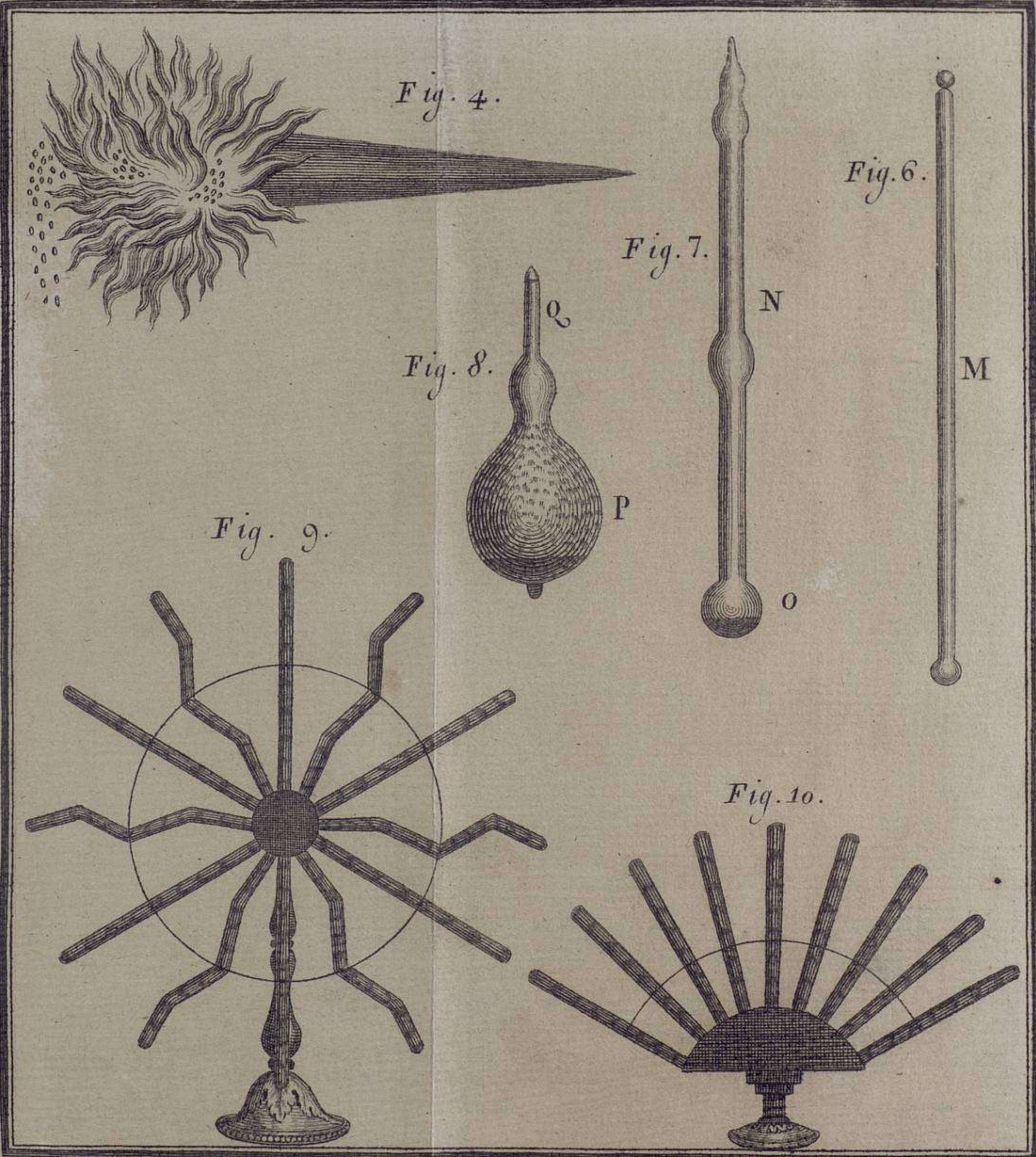
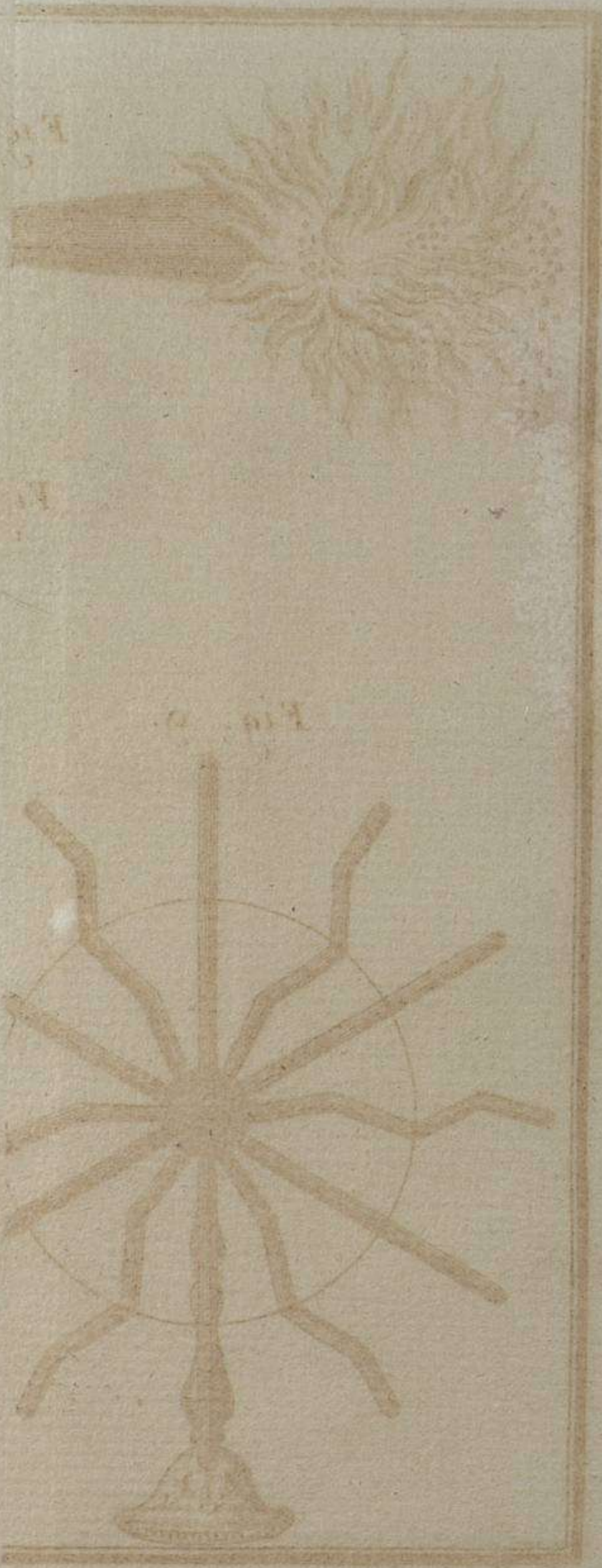




J. Massé del.

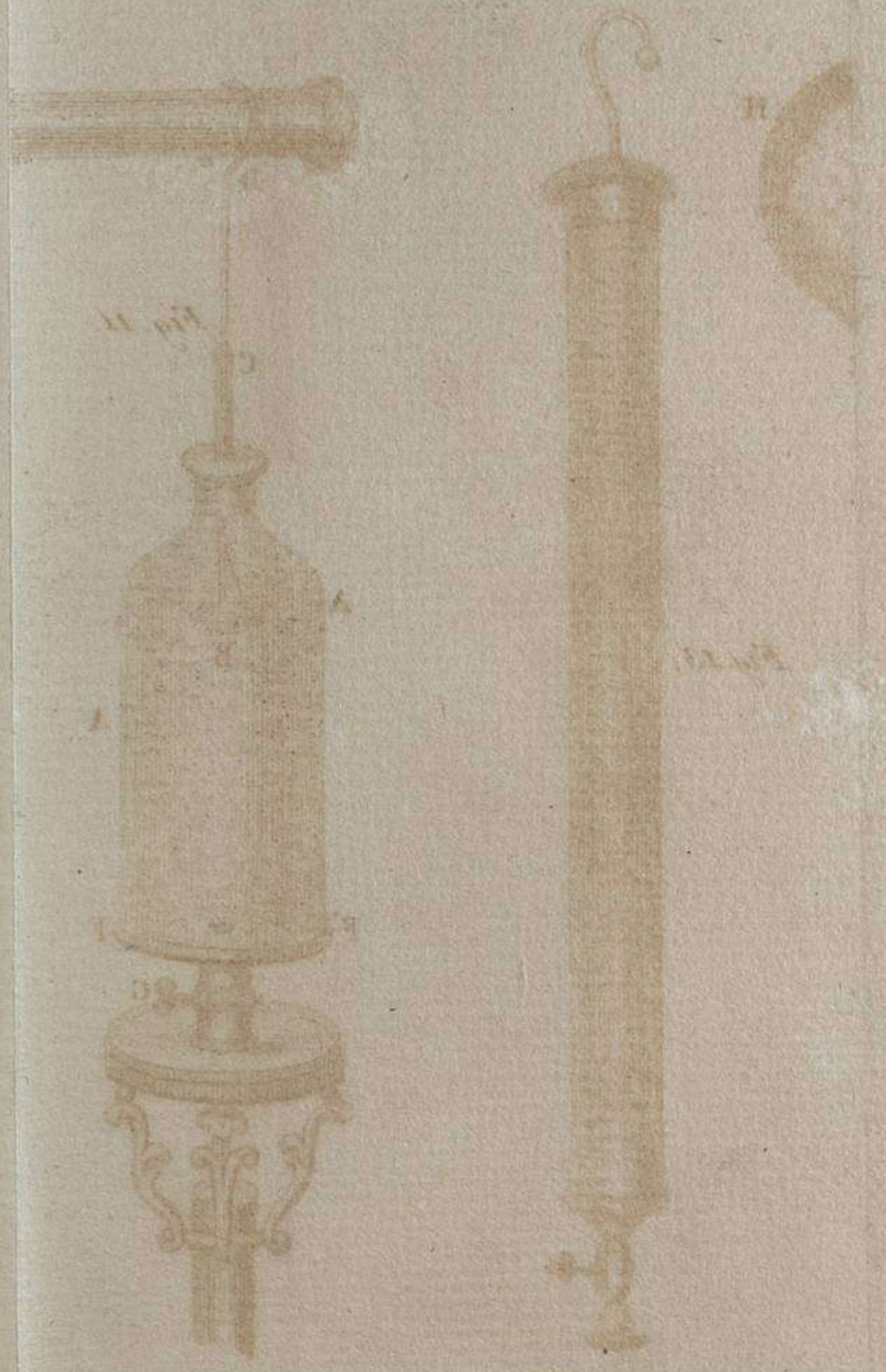


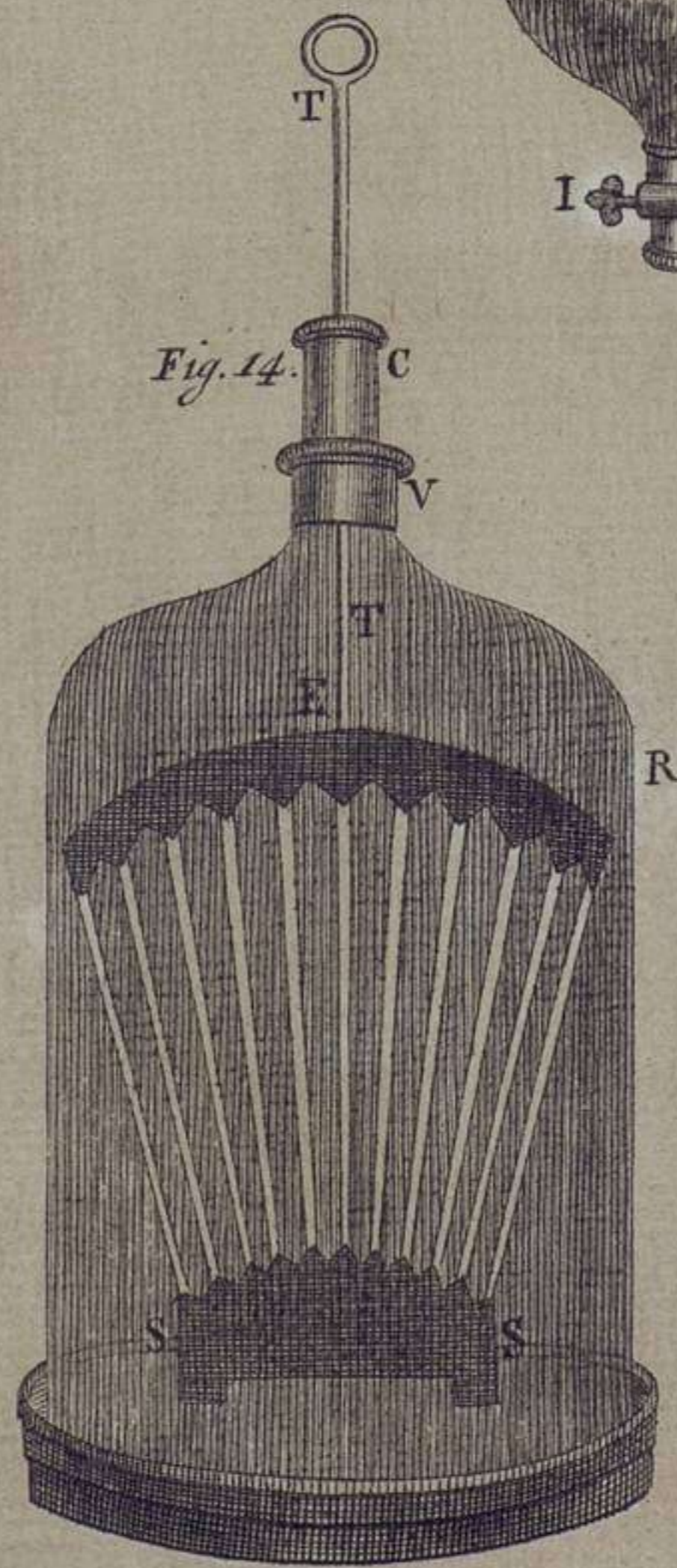
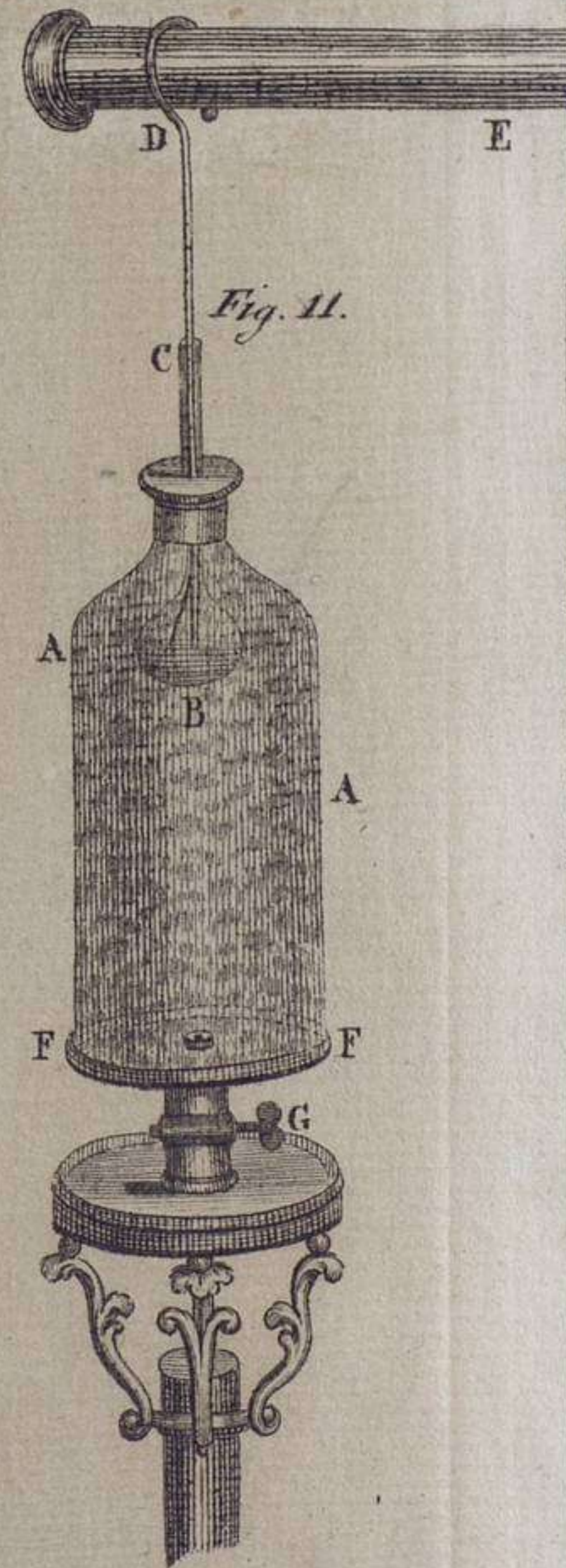
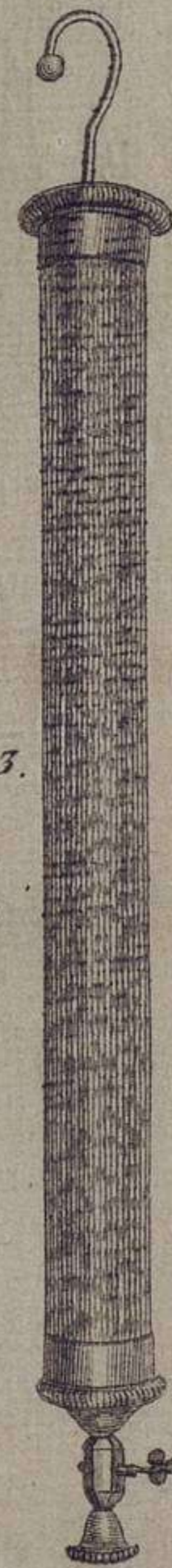
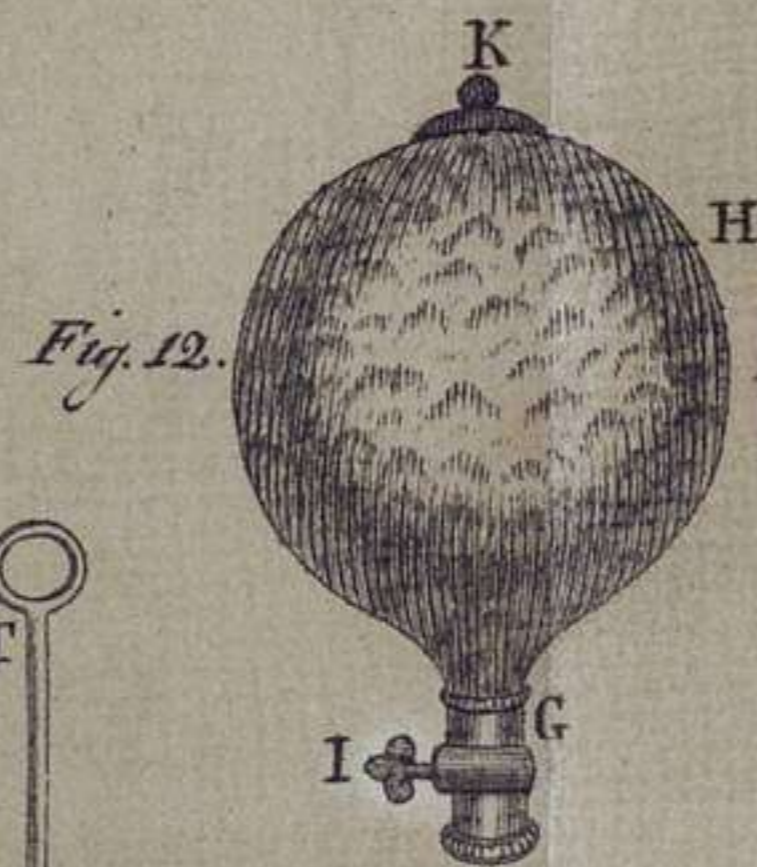
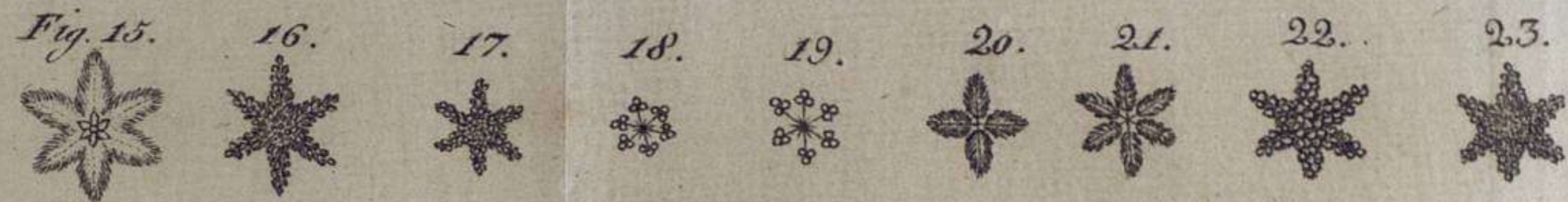




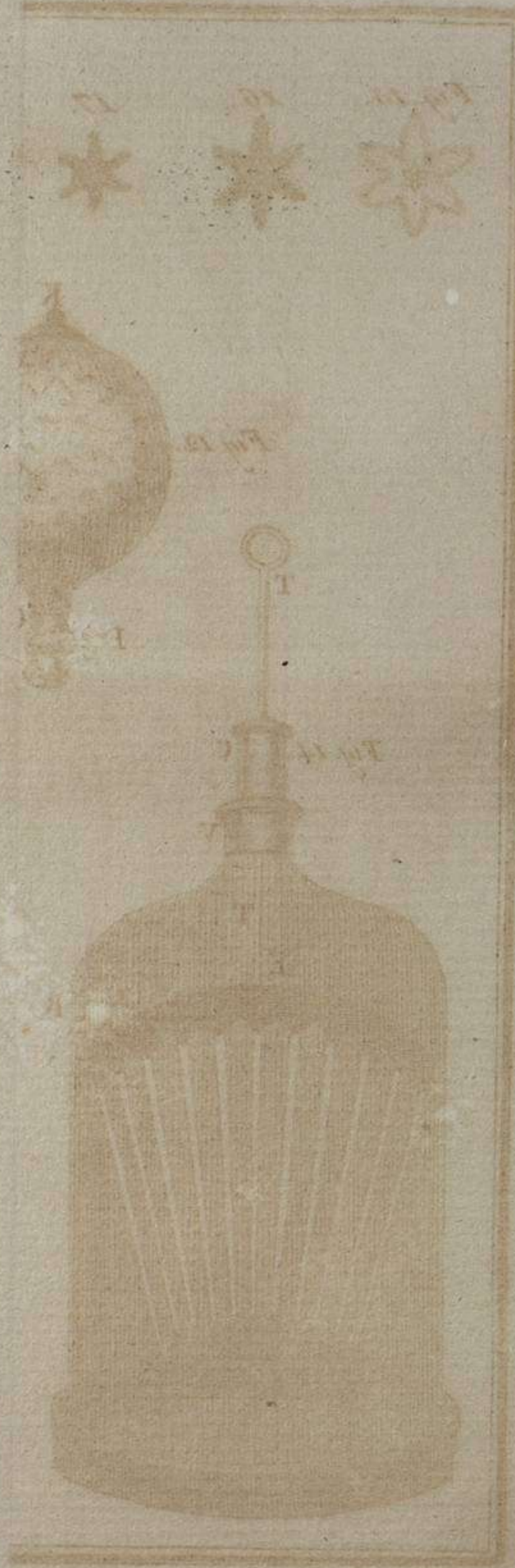
J. Mas la y.<sup>o</sup>

1-38  
2-38  
3-38  
4-38  
5-38

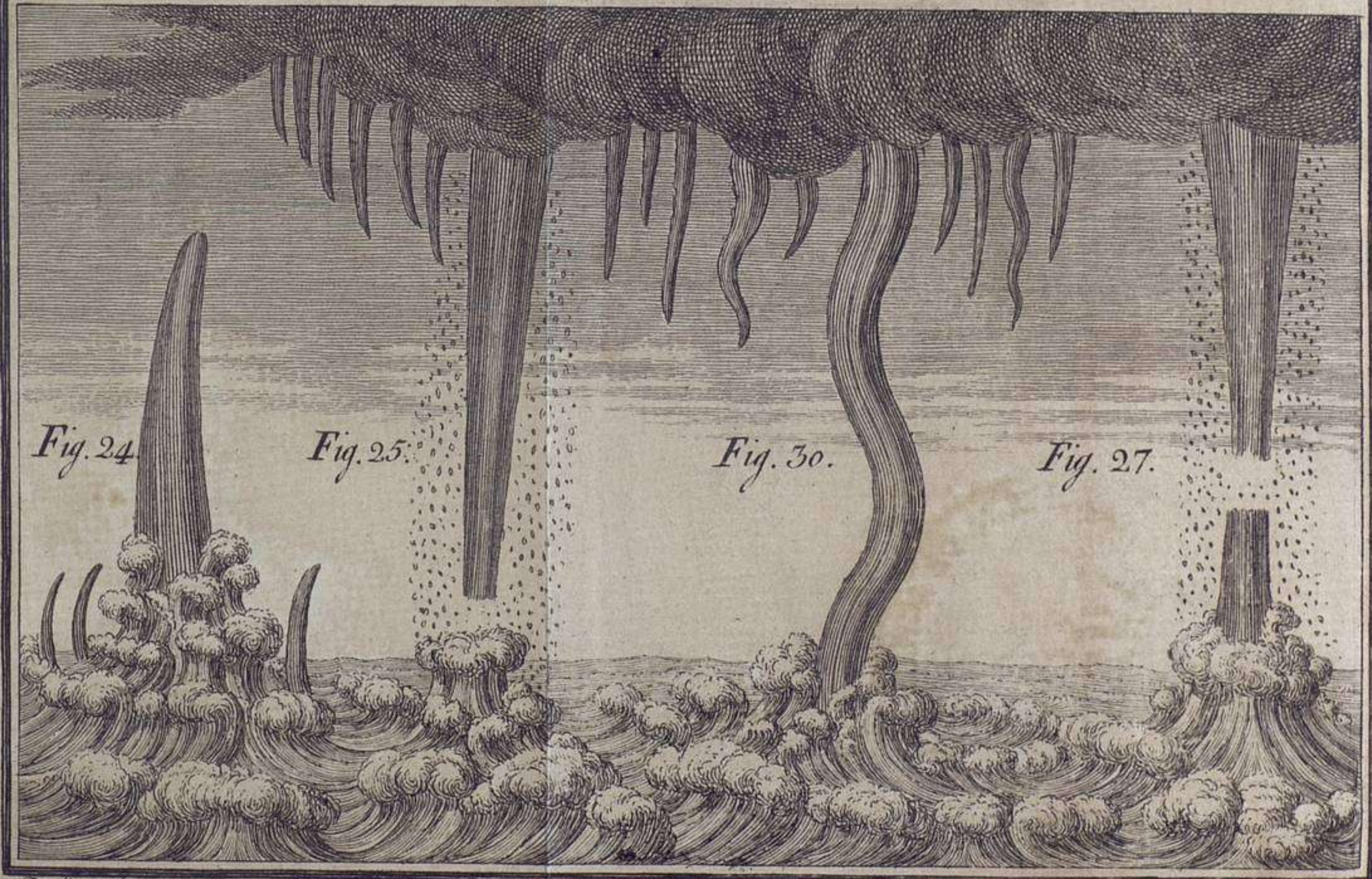
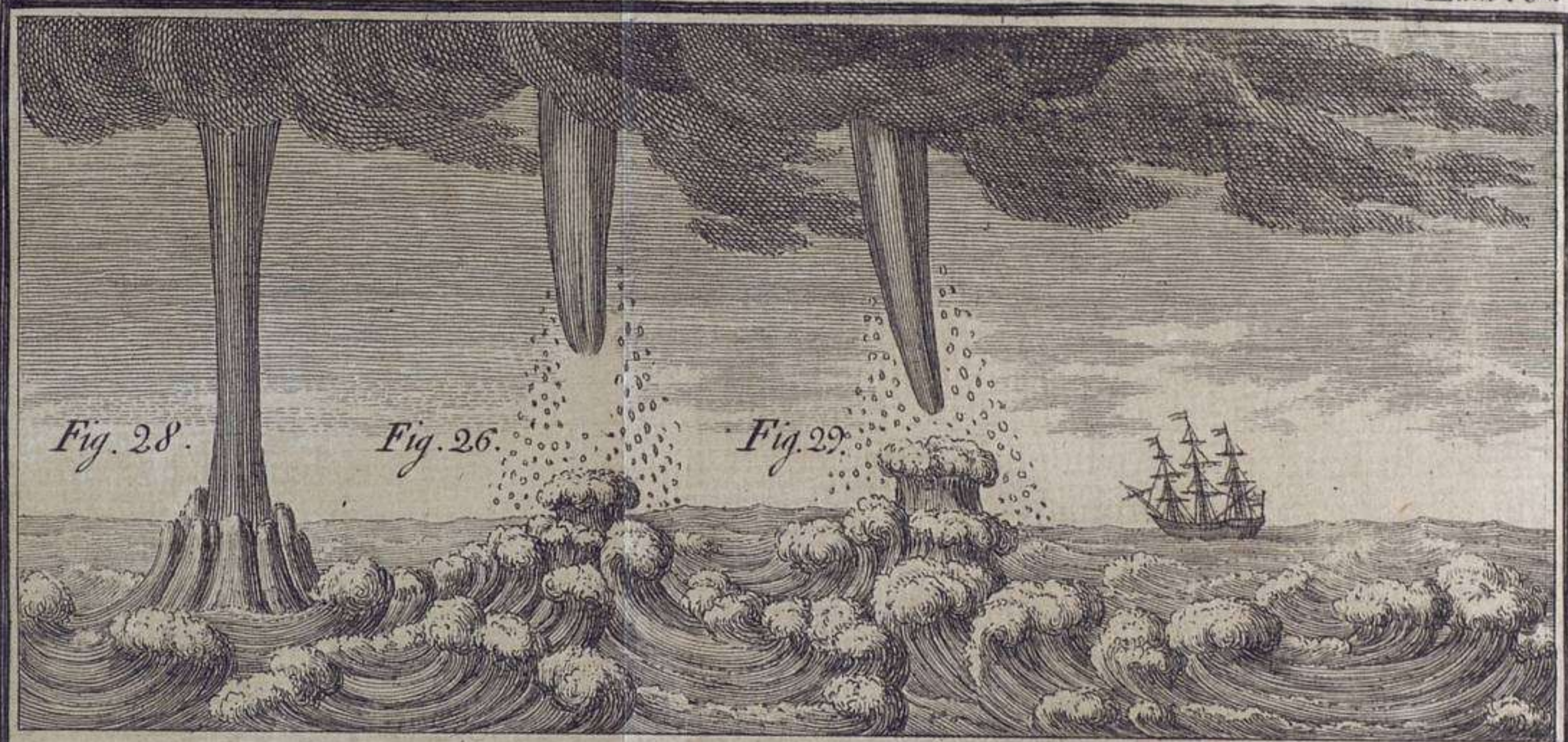




J. Mac la g.<sup>o</sup>







J. Bus. la g.

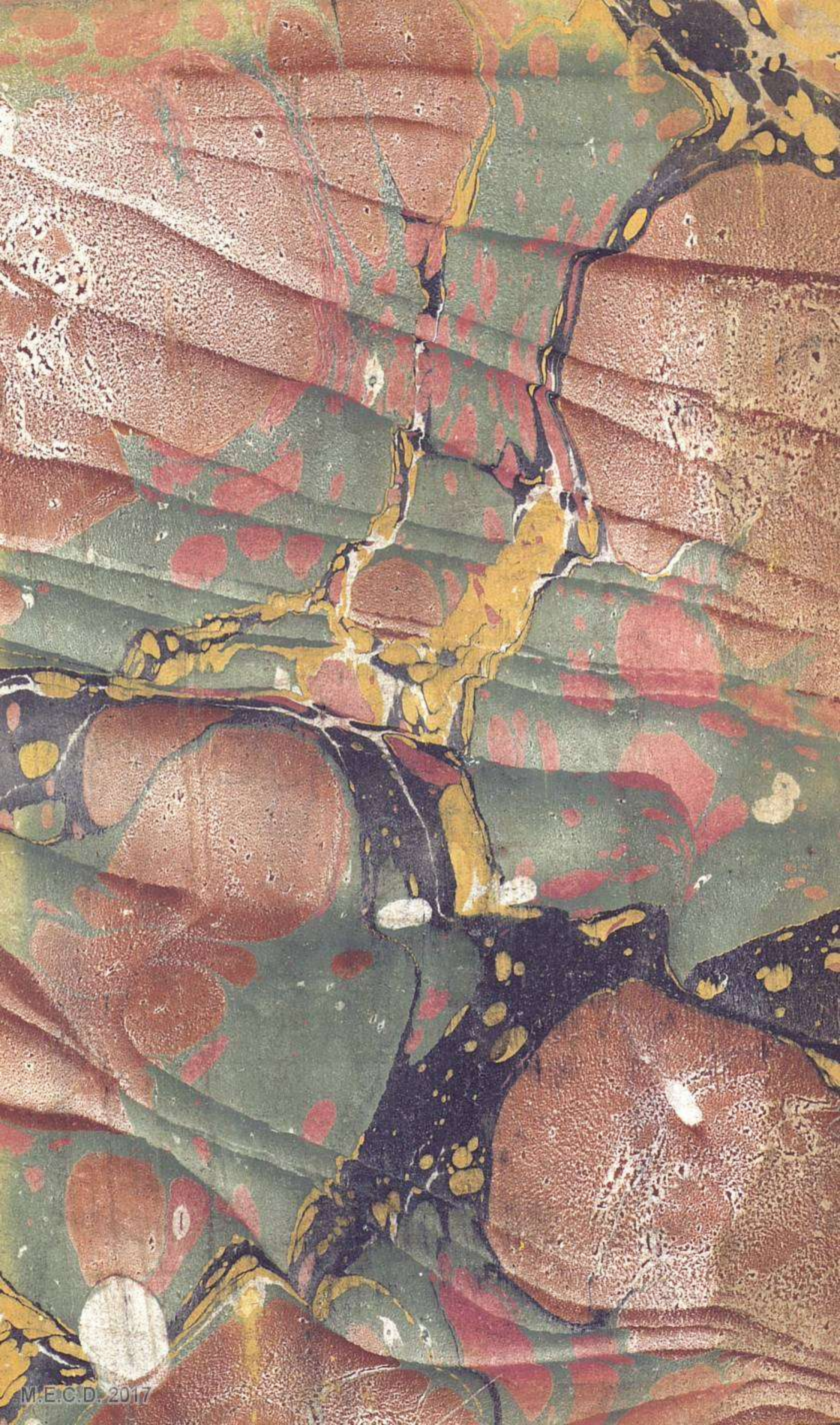
13



87. 60  
6  
720











ELECTRICIDAD  
DE LOS  
METEOROS



2



264



M.E.C.D. 2017