

sal representado en la Fig. 144; uno de ellos comunica, por medio de la cadena *c* con la parte exterior de la batería; y el otro está en comunicacion con una cadena *c'*, que se termina en la bola aislada *b*; cuando se quiere producir la chispa, se toma la bola *b* por su mango aislador aproximándole al interior de la batería, y en ese caso parte la chispa y los fluidos se recomponen en todo el circuito *bc'b'c*.

« Un alambre de hierro de algunas pulgadas de longitud, colocado entre los brazos del escitador, se calienta si la descarga es debil, se enrojece con una fuerte, y con otra mucho mas fuerte, ó se funde en globulillos que son lanzados á gran distancia, ó desaparece convirtiéndose en vapores. Con una máquina poderosa de las de Van-Marum se llegaron á fundir cincuenta pies de longitud.

« Con una batería ordinaria se puede volatilizar una laminita estrecha de estaño de tres á cuatro pulgadas de longitud; el vapor se oxida y forma una especie de filamentos flotantes en el aire, que parecen telas de araña.

« Los otros metales pueden tambien calentarse, enrojarse, fundirse y oxidarse; pero si se toman pedazos del mismo diámetro ó iguales en longitud, no experimentan los mismos efectos aun cuando la causa ó potencia de la batería en este caso, sea idéntica para todos ellos; los malos conductores como la platina y el hierro, sufren en esas circunstancias efectos de calor mas considerable que el oro y el cobre, considerados como los mejores conductores.

« Las hebras de seda doradas presentan un fenómeno singular que demuestra la rapidez con que la electricidad ataca á las moléculas de los cuerpos conductores: el oro que las cubre se volatiliza y oxida, sin que el calor rompa la hebra de seda. Para que el experimento sea de mayor efecto se sujeta un pedazo al hilo de seda, y despues del choque se advierte una mancha pardusca. Del mismo mo-

do se puede quitar el dorado á un libro ú otro cuerpo mal conductor, con tal que su superficie no sea muy considerable.

« Aplicase esa propiedad para hacer los *grabados eléctricos*: *depr* (Fig. 145) es un pedazo de papel al que están pegadas dos láminas de estaño en el que se recorta un retrato<sup>1</sup> ú otro cualquier objeto. Por un lado se cubre con una hoja de oro que toque al estaño por los bordes, y por el otro con un pedazo de raso; para asegurarse de que hay contacto se coloca todo ese sistema en la prensa *pp'* (Fig. 146). En seguida se establece la comunicacion de las dos láminas de estaño con la parte exterior é interior de la batería y por todas las aberturas del recorte pasan el oro volatilizado al pedazo de seda en donde deja una mancha pardusca.

« Las grandes descargas hacen grande impresion en las masas metálicas. Priestley ha observado que licuan la superficie en el punto en que las atraviesan; si el metal no es muy fusible, despues que la chispa ha pasado, no se advierte mas que un círculo de fusion de una ó dos líneas de diámetro; pero si es muy fusible, como el plomo y el estaño, se advierten al rededor del círculo central tres anillos *de fusion* concéntricos y separados á distancia de una línea unos de otros.

« Cuando la chispa atraviesa un líquido, brilla como si estuviera en el aire; el líquido por lo general es lanzado por todas partes á gran distancia,

« Inflama tambien la pólvora: para ese experimento se elijen cartuchos de dos ó tres líneas de diámetro, y de quince á veinte de longitud; se meten por cada uno de sus extremos unos alambritos que penetren casi hasta el cen-

<sup>1</sup> En todos los gabinetes de física, se hace por lo general el experimento con el retrato de Franklin, célebre químico, de quien tendremos, en breve, ocasion de hablar.— N. del T.

tro pero sin que lleguen á tocarse, y entonces al pasar la chispa de uno á otro es cuando la pólvora se inflama.

Es tan considerable la expansion que la chispa produce en los gases, que se puede lanzar una balita por medio del *mortero eléctrico* representado en la Fig. 147. Kirsnerseley, que fué el primero que observó este fenómeno, inventó un aparato para medir la intensidad; es un tubo de vidrio cerrado por los dos extremos segun se ve en la Fig. 148: la chispa pasa de una á otras de las bolas, *b* y *b'*, y la expansion se mide en el tubo lateral *tt'*. Este aparato se llama el termómetro de Kinnnersley.

La descarga de una fuerte batería agujerea ó rompe los malos conductores; una piedra de yeso queda agujereada lo mismo que una placa delgada de vidrio: del mismo modo se puede hacer pedazos un cilindro de madera de dos ó tres pulgadas de diámetro y de media pulgada de espesor, haciendo pasar su descarga en el sentido de sus fibras.

« La chispa eléctrica deja en la superficie de algunos cuerpos un rastro luminoso que brilla durante varios segundos y algunas veces mas de un minuto: esta especie de fosforescencia es de color rojo violeta en la creta, verdosa en el azucar, en algunos espatos calizos cristalizados y en la arenisca de Fontainebleau.

« Para matar pájaros, conejos y aun animales mayores, no es necesario una batería muy poderosa; perecen instantáneamente, sin que las observaciones anatómicas hayan podido hasta el dia descubrir los órganos que son atacados; sin embargo, segun las convulsiones que experimentan cuando el choque no es considerable para matarlos súbitamente, puede creerse que el sistema nervioso queda violentamente atacado. »

## De los electroscopios.

481. Sirven los electroscopios para descubrir las pequeñas porciones de electricidad, y su construccion se funda en la propiedad que tienen de repelerse los cuerpos electrizados del mismo modo.

El mas simple de todos es el péndulo de que nos hemos servido en una porcion de ocasiones. Consta de una bolita de médula de sauco colgada de una hebra de seda sin retorcer y atada á un soporte de vidrio (Fig. 149).

Se han inventado una porcion de electroscopios. Ordinariamente se componen de dos pajitas ó dos láminitas de oro, ó bien de dos alambres terminados en dos bolas de sauco sumamente ligeras (Fig. 150). Se las coloca generalmente en un frasco cuadrado, cuyo cuello se barniza con goma laca y en una de las caras se traza la division. Se dan vueltas al vástago vertical en que se reunen los alambres hasta que esos queden paráalelos á la division, y segun que la amplitud es mayor ó menor, tanto mayor es tambien el grado de electricidad; pero como la gravedad tiende siempre á poner los alambres verticalmente, se sigue que la fuerza repulsiva de las bolas no es proporcional á su separacion. Estos instrumentos no sirven para medir exactamente, segun lo dicho, la energía de la electricidad, para cuyo fin es necesario acudir á la balanza eléctrica<sup>1</sup>.

482. Supongamos ahora que se trata de averiguar la naturaleza de la electricidad de que un cuerpo está cargado. Se empieza por cargar las bolas de una electricidad cono-

<sup>1</sup> M. F. Bary, dice que se puede estender el uso de los electroscopios ordinarios á mediciones exactas. (Véase la nota publicada por dicho profesor, *Annales de Chimie et de Physique*, t. 59, p. 57).

cida, operacion que se ejecuta aproximando al vástago que las sostiene una barra de vidrio frotada con un trapo de lana.

Las electricidades naturales de las bolas y del vástago se descomponen; la positiva del vidrio atrae la electricidad negativa y repele la positiva; de manera que si se toca el vástago con el dedo pasará la positiva á los cuerpos circunvecinos, y si en seguida se retira el dedo y el vástago de vidrio, queda libre la electricidad negativa y las bolas se separan.

Ahora bien, todo cuerpo electrizado que colocado delante de las bolas aumente la divergencia, estará con evidencia electrizado negativamente; todo cuerpo que las haga unirse, lo estará positivamente.

185. Entre todos los electroscoios hasta el dia inventados hay uno cuyos efectos son independientes de la accion de la gravedad; tal es el de Coulomb.

Es muy semejante á la balanza eléctrica, segun se advierte en la Fig. 151.

Cc es una hebra de seda de cuatro pulgadas de longitud, que se mantiene tirante por medio del alfiler *ab* que pesa tres granos, y ambos están atados con un hilo de goma laca; *pel* es una aguja de goma laca á cuyo extremo hay un círculo de oropel *l*. En la pared de la campana y á la altura de la aguja se fija un alambre de metal *qr* metido dentro de un tubo sellado con goma laca. En la estremidad del alambre interior se coloca una aguja de sauco cubierta con una hojilla de oro. Ademas hay un círculo de papel graduado y sujeto al vidrio, en el cual se miden las distancias del oropel movable *l* á la bola fija *r*. Con un micrómetro colocado en la tapadera se coloca la seda en una posicion determinada poniendo al mismo tiempo el círculo movable á una distancia fija de la bola *r*. Si se aproxima al extremo del hilo una barra de lacre electrizada negativamente, es decir, frotada con una piel

de gato, la aguja, que previamente estaba cargada negativamente, será repelida al instante, y cuando se retira dicha barra cesará naturalmente la repulsion. Si se desea que la repulsion sea permanente se toca con el dedo el extremo *q* retirando en seguida la barra; la esplicacion de esa repulsion se acaba de dar en el número precedente. La pesantez en el caso presente no influye en lo mas mínimo en la repulsion eléctrica.

184. El electroscoio de Behrens, perfeccionado por M. Bohnenberger, es el instrumento mas sensible que en su clase conocemos; consta de dos pilas secas (Fig. 152) compuestas cada una de 400 discos de papel dorado y plateado de tres lineas de diámetro contenidos en un tubo de vidrio barnizado. Cada pila se termina por la parte inferior en un anillo de laton remachado á la cubierta de la vasija, de modo que una parte sale al exterior. La tapadera es de laton y el vaso de vidrio; y por la primera sale á la parte exterior un tubo barnizado interior y esteriormente; dentro de él hay un alambre de laton terminado en bola por la parte exterior, y en una laminita de oro batido por su extremo inferior.

La hojuela de oro se halla en estado natural, y es atraida con igual energia por ambas pilas, de manera que no se advierte ningun movimiento. Pero cuando está electrizada, una la atrae y otra la repele, de manera que se precipita sobre una de ellas.

El electroscoio de que se trata tiene la doble ventaja de ser muy sensible y de indicar inmediatamente la naturaleza de la electricidad, la cual es siempre contraria á la del polo hácia el cual se dirige la hojuela. Verdad es que para manejarlo es necesario cierto hábito, porque las pilas secas son generalmente irregulares. (Véase mas adelante las *Pilas secas*).

Para aumentar la sensibilidad del instrumento que nos

ocupa se puede ligar la bola de latón á uno de los discos del condensador.

Electroscopio condensador.

184. Volta, reuniendo en un solo aparato un electroscopio y el condensador, formó un nuevo instrumento designado bajo el nombre de *electrometro-condensador* (nos parece sin embargo mas conveniente el de electroscopio-condensador). Con este instrumento determinó la naturaleza de la electricidad que se desarrolla por el contacto de los cuerpos (Fig. 155). La parte que hace el oficio de electroscopio, se compone de dos pajitas *ab* y *cd* suspendidas de dos alambres muy finos terminados en gancho y atados al extremo de una pieza de metal que por una de sus puntas está soldada al platillo metálico *CD*. Esa pieza á que están sujetos los alambres se atornilla en el obturador del frasco; la cara superior del platillo está cubierta con una capa ligera de barniz, y de su parte inferior, sale un alambre terminado por la bolita *K*. Se le ha dado el nombre de *colector* porque su oficio es recoger las cortas porciones de electricidad que acumulándose llegan á hacerse sensibles. Sobre ese platillo hay otro que comunica con el suelo por medio del vástago metálico *sv*, y al cual está sujeto un cilindro de vidrio *jh*. No sería tan conveniente que el vástago *sv* partiera del platillo inferior por las razones espuestas al tratar del condensador.

Supongamos ahora que se trata de acumular en las pajillas del instrumento, una corta cantidad de electricidad de un fenómeno cualquiera. Lo primero de todo, es tocar el botón *K* con el cuerpo que se supone electrizado, y en ese caso el fluido se esparcirá en el platillo de que ese botón forma parte. Supongamos que la electricidad es positiva; en ese caso el fluido natural del platillo natural se

descompondrá; el fluido positivo pasará al suelo por el vástago *sv*, y el negativo será atraído por el positivo que habia recibido el botón *K*. Podrá repetirse el contacto cuantas veces se quiera, y levantando en seguida el platillo superior, quedará libre el fluido positivo del platillo inferior, y en consecuencia se separarán las pajas. Este instrumento, aunque mas sensible que el condensador de Volta, no lo es tanto como el multiplicador (Véase *fenómenos electro-dinámicos*).

De la luz eléctrica.

185. Se ha advertido, desde hace mucho tiempo, que un cuerpo electrizado es luminoso en la oscuridad y que da, al aproximarle un dedo ú otro cuerpo conductor, una chispa tanto mas brillante cuanto mayor es la facilidad con que conduce la electricidad.

¿Cual es la causa de ese desprendimiento de luz? A principio se creyó que el fluido eléctrico era luminoso por sí mismo. Trátose despues de explicar el fenómeno por el choque súbito que experimenta el aire cuando el fluido eléctrico le atraviesa. Veamos primeramente, si el aire es chocado en tales circunstancias. El instrumento que se emplea para esa prueba es invencion de Kinnersley y está representado en la figura 148. En el tubo mayor se coloca un líquido colorado, y como al descargar en el vástago superior una botella de Leyden se advierten ciertas oscilaciones en el tubo lateral, concluimos que el fluido eléctrico choca al aire al pasar de una á otra bola, de las dos que hay en el interior del tubo mayor, pero como al mismo tiempo hay desprendimiento de luz, puede añadirse que esa luz es efecto de la condensacion de una *parte del aire*; y decimos solamente una parte, porque parece ser un hecho demostrado que la combinacion de las dos elec-

triccidades contribuye tambien al desprendimiento de luz.

Se sabe por sir H. Davy que, si se reunen por medio de un carbon los dos extremos de una pila enérgica, se enrojece y vuelve incandescente. Mas como el experimento se verifica del mismo modo cuando al aire se sustituye el gas, resulta que ese efecto no puede ser atribuido á su combustion; puesto que el cuerpo combustible no experimenta la menor alteracion en su aspecto exterior. Ese desprendimiento de calor y de luz es, pues, el resultado de la reunion de las dos electricidades. Puede añadirse que cuando se aproxima al conductor electrizado un cuerpo en estado natural, se combinan siempre entre sí la electricidad del primero y la de naturaleza opuesta del segundo.

El aumento de intension de luz que se observa, á medida que el aire se condensa, no es una objecion de peso contra la opinion que acabamos de emitir.

Electricidad producida en el vacío.

186. « Se observa<sup>1</sup> el tránsito de la electricidad por el vacío, en un tubo de vidrio cerrado con dos guarniciones metálicas, atravesada cada una por un vástago terminado en bolas, una exterior y otra interior; se hace el vacío con la mayor perfeccion posible atornillando á la máquina neumática una abertura con su correspondiente llave. En seguida se coloca este aparato de manera que uno de sus extremos comunique con el suelo y que la bola de la guarnicion opuesta permanezca á una cierta distancia del conductor de la máquina eléc-

<sup>1</sup> Hemos tomado la esplicacion adjunta del *Curso de Física de la Escuela Politécnica*, t. II, p. 57 y siguientes. — N. del T.

trica. Cuando en la oscuridad se hace funcionar la máquina se advierte en cada chispa que parte del conductor, un destello de luz blanca y pálida que ocupa todo el interior del tubo vacío. Pero si en tal estado se aproxima al tubo un cuerpo conductor que comunique con el suelo, parece que la luz eléctrica es atraída y brilla con mas intensidad en la pared mas próxima á dicho conductor. Este efecto es debido á la reaccion de la electricidad latente que se acumula sobre el conductor á causa de la influencia del tubo electrizado.

« En vez del tubo largo y cilindrico del experimento anterior, se emplea otras veces un vaso elíptico y cerrado llamado *huevo eléctrico* fig. 155; para hacer el vacío en ese vaso puede emplearse el método inventado por Rumford, con el objeto de probar la irradiacion del calor al traves del vacío.

1. « La luz eléctrica en ese caso se trasforma en destellos curvos é interrumpidos que van de una á otra de las

<sup>1</sup> He aquí la esplicacion del método que cita el autor. El aparato se reduce á un globo ó matraz de vidrio con dos aberturas diametralmente opuestas, por una de las cuales se introduce el termómetro (pues que aquí nos referimos al experimento de la irradiacion citado en el testo), cuya bola ó receptáculo debe ocupar el centro de la vasija, ya sea globo, ya matraz; y el tubo se suelda perfectamente á la embocadura de la vasija, de manera que por esa parte quede el aparato herméticamente cerrado. En la abertura opuesta, se suelda un tubo muy estrecho y de mayor longitud que los que ordinariamente se emplean para barómetros. Llénase de mercurio el aparato, y se sumerge la punta del tubo en un baño del mismo metal. Por lo dicho, al tratar del barómetro, el mercurio tanto de la vasija como del tubo, descende hasta que su altura en ese último equilibra á la presion atmosférica que se ejerce en la superficie del baño de metal. El matraz queda, con evidencia, completamente vacío, y si en tal estado se funde y cierra con la lámpara y el soplete, por encima del nivel del mercurio, y se rompe el tubo por un poco mas abajo, se obtendrá una cavidad completamente vacía, y sin la menor comunicacion con el aire. Si se sumerge entonces el matraz en un baño de agua

dos bolas interiores formando una especie de haz luminoso hácia la bola mas inmediata al manantial, y una especie de foco luminoso mas brillante á una corta distancia de la que comunica con el suelo.

« Para explicar esos fenómenos debe advertirse que las máquinas neumáticas no producen casi nunca un vacío perfecto y que el mismo vacío barométrico contiene siempre un poco de vapor de mercurio; siendo, por consiguiente, lícito atribuir la luz, en esos vacíos imperfectos, al calor que se desarrolla durante la súbita condensacion de los fluidos, que, aunque muy dilatados siempre contienen.

« La causa de los cambios de color de la luz eléctrica es todavía mas oscura. Se sabe únicamente que la humedad puede alterarlos, porque las chispas eléctricas tienen colores diferentes segun el estado higrométrico de la atmósfera.

187. « Influye tambien en el color de la chispa la naturaleza de los cuerpos sometidos á la descarga; efecto debido, segun parece, á que el fluido eléctrico arrastra consigo partículas de los cuerpos de donde se desprende, como lo demuestran los hechos siguientes señalados por Farinieri. Ha probado este físico que la chispa que procede una fuerte descarga, partiendo de un globo de laton ó de plata, arrastra consigo parte del metal fundido. Si entre el globo de plata y la bola del escitador se coloca oblicuamente una lámina de cobre, la plata que la chispa trasporta perfora la lámina de cobre, aun cuando sea de varios centímetros de espesor, se deposita en parte sobre ese canal oblicuo y el resto penetra en la bola del escitador. Lo mismo sucede con el oro, y una lámina de plata. Cuando entre dos bolas de dos metales diferentes, oro y

caliente, sube el mercurio del termómetro; lo que prueba que el calor se trasmite en el vacío, etc. — N. del T.

plata por ejemplo, se desprende una chispa eléctrica de alguna consideracion, parte de la plata es trasportada al cobre, y este á su vez envia á la plata una porcion de su propia sustancia; cada partícula metálica trasportada forma dos cavidades opuestas, una en la bola de donde ha salido y otra en la bola que ha penetrado; porque cada grupo de cavidades correspondientes contiene el mismo metal en fusion<sup>1</sup>.

« De esos hechos resulta que la chispa, producida por una descarga entre dos cuerpos conductores, arrastra consigo partículas de esos cuerpos, las cuales atraviesan el aire en estado de fusion y se queman superficialmente si son fácilmente oxidables. Sin duda alguna la incandescencia y combustion de esas partículas trasportadas, es la causa de la luz viva y refulgente y de sus diferentes colores.

« Esta causa parece muy probable por varios hechos de que se hablará al tratar de las diversas imágenes que produce la luz eléctrica al traves de un prisma.

188. « La fuerza que destaca las partículas que despues la electricidad trasporta, es probablemente debida al fluido libre acumulado en cierta cantidad en la superficie del conductor, puesto que las moléculas ponderables, comprendidas en el espesor de esa capa, deben repelerse tanto mas cuanto mas considerable sea la carga eléctrica, y esa repulsion puede ser bastante enérgica para vencer la fuerza de agregacion. Considerando el fenómeno bajo ese punto de vista, el calor desprendido será

<sup>1</sup> Para hacer esos experimentos en los gabinetes de física, se emplea la vasija representada en la fig. 155, y en cada una de las bolitas interiores se colocan pedazos de los metales que se quieran experimentar, haciendo que los vástagos por su parte exterior, con relacion á la vasija, comuniquen con los alambres de los polos de una pila enérgica. (Véase mas adelante la explicacion de la Pila.) — N. del T.

efecto de la separacion de las moléculas superficiales, y la luz de que va siempre acompañada esa separacion, podrá esplicarse del mismo modo que las chispas por el choque del cuero con el pedernal.

« Un gran número de experimentos prueban, en efecto, la existencia de una fuerza de expansion que tiende á alejar de un cuerpo conductor las partículas de su superficie, cuando es atravesado instantáneamente por una gran masa de electricidad libre. Priestley observó que al descargar una batería eléctrica poderosa sobre una cadena gruesa de metal, se desprendía de la última un polvillo negruzco que ensuciaba los cuerpos de su inmediacion; y como la cadena habia perdido una cierta porcion de su peso, concluyó que el polvo negruzco era la porcion del metal en un estado de tenue subdivision. Colocada la cadena, durante la operacion, sobre una placa de vidrio, se notó que las manchas tenian la anchura y color de cada eslabon; se puede quitar la parte superior de esas manchas, pero la inferior queda siempre formando cuerpo con el vidrio. Si se ejecuta la descarga al traves de un pedazo de carbon colocando sobre un carton el sitio competente del escitador universal, se reduce el carbon á un polvo que penetra y rasga el carton.

« Segun lo dicho, cuando la electricidad pasa instantáneamente al traves de un cuerpo conductor, aun cuando siempre desagrega la capa superficial, produce dos efectos muy distintos; ó dividirlos en varias partes como en el experimento de Fusinieri, ó reducirlos á polvo como en el de Priestley. Es tanto mas difícil asignar la causa que determina uno de esos efectos con preferencia al otro, cuanto que pueden producirse á la vez en el mismo cuerpo conductor, segun lo indican los hechos siguientes. Priestley descargó en el centro de una placa de metal pulimentada una batería de cuarenta pies cuadrados; en la placa advirtió manchas circulares compuestas las unas de puntas

brillantes y de ciertas cavidades que indicaban una especie de fusion, y las otras de un polvo negro poco adherente; y esas dos especies de manchas concéntricas se sucedian alternativamente, siendo siempre la central de las de la primera especie. El mismo fenómeno se produjo en láminas pulimentadas de todos los metales, pero el número y magnitud de los círculos concéntricos, como asimismo la profundidad de las cavidades, variaron en cada uno de los metales.

« Todos esos efectos, cualesquiera que sean sus diferencias, concurren á probar que la electricidad libre, instantáneamente acumulada en ciertas partes de un cuerpo sólido, tiende á destruir la fuerza de agregacion ó la atraccion molecular.

« Puede preverse, segun eso, que un líquido electrizado debe parecer mas fluido ó menos viscoso, y experimentar efectos capilares menos enérgicos por parte de las paredes sólidas que los contengan, que otro líquido en estado natural. Los experimentos hechos al intento confirman cuanto acabamos de decir. Si por medio de una cadena se suspende al conductor de la máquina metálica un vaso lleno de agua del que salga un tubo ó caño capilar de modo que el líquido fluya gota á gota, se advierte que cuando la máquina funciona, empiezan las gotas por disminuir de dimensiones y se suceden despues con gran rapidéz, hasta que en fin sale un chorro muy fino y continuo, siendo siempre la cantidad la misma en ambos casos, pues que no depende mas que de la altura del líquido en la vasija. Este efecto es con evidencia debido, tanto á la viscosidad del agua, como á la atraccion capilar que ejercen las paredes del orificio obre el líquido. (Lamé).

189. « Para <sup>1</sup> multiplicar las chispas de un aparato eléctrico, basta multiplicar las soluciones de continuidad del

<sup>1</sup> Elementos de Física, por C. Person, t. II, p. 628. — N. del T.

cuerpo conductor, mediante el cual pasa el fluido al receptáculo comun. Todos los juegos que se ejecutan con la luz eléctrica se fundan en ese principio; pero para que el efecto se produzca es necesario hacer los experimentos en la oscuridad.

« Llámense *tubos centellantes* á unos losanges de hoja de estaño que se pegan (Fig. 456) á una vasija ó placa de vidrio, de modo que sus puntas se hallen á cortas distancias entre sí; cuando se desprende la chispa todos los losanges y el tubo ó matraz aparecen iluminados.

« Se hace el *cuadro centellante* pegando en un cristal (Fig. 457), unas tiritas de papel de estaño que comunicando entre sí vengán á formar un conductor continuo desde lo mas alto hasta lo mas bajo del vidrio; y si con un instrumento cortante se forman á lo largo de ese conductor pequeñas soluciones de continuidad, siguiendo los contornos de un dibujo cualquiera, ese dibujo será luminoso en la oscuridad si se hace pasar una corriente eléctrica de un extremo al otro del conductor de estaño.

« El *cuadro mágico* está dispuesto de otro modo; una de sus caras está cubierta con una hoja de estaño y la otra con una especie de barniz particular, que contiene mucha venturina: cuando la chispa se desprende se advierten en la superficie de venturina, unas ráfagas de fuego que serpentean en todos sentidos. » (Person)

Electricidad de las nubes.

490. En el año de 1752 descubrió Franklin que la electricidad ordinaria y la de las nubes eran totalmente idénticas; este descubrimiento y la invencion de los rayos han inmortalizado su nombre en las ciencias.

Antes de él, ya se sospechaba alguna analogía entre los

efectos de nuestras máquinas y los del rayo, pero jamas físico alguno pensó en la posibilidad de descargar á las nubes de su electricidad, y entre otro el mismo abate Nollet, uno de los físicos mas célebres del último siglo, no creía que las puntas metálicas sirvieran para descargar á las nubes de su electricidad (Carta 7<sup>a</sup>, 1752).

Los efectos de nuestras máquinas son enteramente semejantes á los del rayo. Los animales muertos con nuestras baterías se pudren con la misma rapidez que los heridos por el rayo. Los efectos mecánicos son los mismos, idéntica la acción de dos electricidades sobre un cuerpo; la forma de las chispas, todo en fin es semejante.

Queriendo Franklin observar si sus ideas estaban conformes con los resultados de la esperiencia, lanzó en las inmediaciones de Filadelfia, hácia una nube electrizada, una cometa armada de una punta metálica. Permaneció la cometa algun tiempo en presencia de la nube y sin dar muestras de electricidad; desesperaba ya Franklin del éxito. En tal estado sobrevino una lluvia abundante, y mojándose la cuerda de cáñamo, con que sostenia la cometa, se hizo buen conductor, propagando una cantidad de electricidad suficiente para sacar algunas chispas. (Mes de junio de 1752.)

No contento con eso, colocó encima de su casa una barra de hierro con unas cuantas campanillas (véase mas adelante), para que le advirtieran al momento en que la barra se hallaba completamente electrizada. El primer ensayo en que se obtuvo un resultado satisfactorio fué el 12 de abril de 1753.

Mientras Franklin continuaba esos estudios en América, los físicos europeos ejecutaban numerosos ensayos sobre el mismo asunto.

Dalibard hizo construir en Marly-la-Ville, cerca de París, una cabaña aislada por su parte inferior; en la superior colocó una barra de hierro de 40 pies de longitud la cual



produjo un ruido semejante al del trueno al tiempo de pasar una nube; esta pasaba cerca de su parte superior, daba chispas tocándola con el dedo, del mismo modo que los conductores de una máquina. Este notable experimento contribuyó poderosamente á establecer la identidad de que vamos hablando (Carta 7<sup>a</sup>).

La lluvia impedía que las barras estuviesen bien aisladas, porque el agua, humedeciendo á los cuerpos, los hace conductores. Para evitar ese inconveniente imaginó Canton, físico inglés, colocar una caperusa de metal encima del apoyo aislante, de cuyo uso conservaba la barra toda la electricidad que habia robado á las nubes ó al aire. Por medio de este aparato llegó á observar que ciertas nubes estaban cargadas de electricidad positiva y otras de fluido negativo; comprobando tambien de ese modo que la lluvia y la nieve electrizan asimismo la barra. Para ahorrarse el trabajo de visitar continuamente la barra y las mas veces sin fruto alguno, agregó á la barra un aparato muy ingenioso llamado *campanario eléctrico*<sup>1</sup>. Se compone de tres campanas A, A' y A'' (Fig. 158), colgadas de un mismo vástago metálico. A, está suspendida de una hebra de seda, y A' y A'' de dos cadenas metálicas; el primero comunica con el suelo, y las bolitas *a* y *b*, que son de metal, están suspendidas de hebras de seda. La electricidad de la barra pasa inmediatamente á las campanas de los extremos; estas atraen las bolitas *a* y *b* para descomponer su fluido natural; pasada esta descomposicion repelen las campanas á las bolitas que inmediatamente son atraídas por el timbre A; este las descarga conduciendo su electricidad al receptáculo comun. Naturalmente esas idas y venidas de las bolitas hacen sonar las campanas, que

<sup>1</sup> Suele darse al experimento el nombre de repique eléctrico. — N. del T.

advierten al observador de la presencia de la electricidad.

M. de Romas, hácia la misma época (1755), hacia el experimento de la cometa con mas perfeccion. En la cuerda entrelazaba un alambre de hierro (Charles preferia una cuerda metálica), y para ponerse á cubierto de descargas imprevistas ponía al extremo de la cuerda un cordon de ocho á 10 pies. Sacaba las chispas con un escitador de mango aislante, haciendo que una de las bolas tocase el suelo y la otra tocase á la cuerda. Dirigió su aparato hácia una nube tempestuosa y llegó á sacar centellas de mas de diez pies de longitud que producian un estrépito parecido á la descarga de una pistola. Véase los términos en que dió cuenta de su experimento al abate Nollet (Academia de ciencias de París, 26 de agosto 1756). En la actualidad se podria hacer comunicar la cuerda de la cometa con el alambre de un multiplicador.

Los experimentos con la electricidad de las nubes deben hacerse con mucha precaucion. Sabido es que el célebre profesor de San Petersburgo, M. Richemann quedó muerto en el acto de aproximarse á un vástago de metal aislado que habia colocado sobre su casa (en 1755).

#### Electricidad atmosférica.

191. Los físicos, y particularmente Saussure han observado que las nubes están siempre mas ó menos cargadas de electricidad; que esta electricidad de la atmósfera es mayor en un punto elevado que en la superficie de la tierra; que es generalmente positiva en los tiempos serenos<sup>1</sup> tanto en

<sup>1</sup> Los señores Biot y Gay-Lussac han hecho una observacion que parece estar en oposicion con ese hecho. En su ascension areostática, de-