

XVIII.

**Aplicaciones prácticas de la electricidad atmosférica;
medios naturales para libertarse de los estragos de
la chispa eléctrica.**

Las investigaciones relativas á la electricidad atmosférica no solo han contribuido á la perfeccion de las ciencias en el orden especulativo, sino que en el orden práctico han recibido aplicaciones importantes que hacen doblemente recomendable el conocimiento de estas materias. Desde el instante que los físicos reconocieron de una manera indudable que el rayo no era otra cosa que un efecto de la electricidad atmosférica, se hicieron un deber de manifestar que el hombre podía librarse de sus estragos, y que tenia, por decirlo así, el poder de conducir á voluntad el rayo, señalándole camino para que viniese á morir á sus piés. Por esta razon, despues de haber tratado la parte teórica de este fenómeno, vamos á indicar los medios, tanto naturales como artificiales, que deben ponerse en práctica para evitar sus desastrosos efectos.

Conforme á las nociones y principios que llevamos establecidos, el peligro de ser herido por el rayo, aumenta con

la proximidad á los cuerpos an-eléctricos ó buenos conductores y tambien con la aproximacion á los cuerpos elevados. La opinion del vulgo cuando dice que los metales y los árboles atraen el rayo, aunque inexacta en cuanto á la expresion, es verdadera en el fondo; porque si bien no hay verdadera atraccion por parte de dichos cuerpos, es cierto, sin embargo, que corren mayor riesgo de ser siderados, porque la nube tempestuosa ejerce su accion por influencia sobre ellos con mas energía por razon de su mayor conductibilidad. Los cuerpos elevados sobre la superficie, hallándose menos distantes de la nube, están mas expuestos á los golpes del rayo. Hé aquí la razon por qué los hombres y animales son heridos con frecuencia, cuando se hallan en una llanura despejada; pero este peligro será mayor si el terreno que pisan es buen conductor, como sucede si está compuesto de capas metálicas, húmedas, etc. El peligro será menor para un hombre, si en vez de permanecer en pié, se sienta é tiende en el suelo. Tampoco es prudente en tiempo de tronada guarecerse debajo de un árbol, especialmente si este se halla aislado ó separado de otros cuerpos elevados, y en caso de tener precision de cobijarse bajo árboles, deben preferirse los de naturaleza resinosa y gomosa, y evitarse los mas húmedos y elevados.

Para las personas que se hallen en una habitacion, el peligro será menor cuanto mas se aparten de los cuerpos metálicos que en ella se encuentren, de los muebles dorados ó plateados, de las maderas verdes, del agua y en general de todo cuerpo húmedo. Los vestidos de seda, los vidrios y cristales, las maderas muy secas, los cuerpos resinosos y gomosos con todos los demás que hemos señalado como ideo-eléctricos, están menos expuestos á los golpes del rayo. Una persona colocada hácia el medio de la habitacion, y aislada de otros cuerpos que no sean ideo-eléctricos, corre mucho menor riesgo de ser siderada que la que se halla en contacto ó cer-

ca de las paredes, segun hemos indicado ya. La posicion menos expuesta para una persona dentro de cualquier habitacion, será colocarse en el centro sobre cualquier mueble ideoelectrico, y á falta de otra cosa sobre una silla de madera muy seca y, si puede ser, resinosa.

Si se quiere tener mas seguridad, se podrá hacer uso de los medios que propone Franklin, que fué uno de los primeros en prever y aplicar los resultados prácticos de la electricidad atmosférica. «Habrà todavìa mayor seguridad, dice este célebre físico, si colocando en medio de la habitacion dos ó tres colchones de pluma doblados y sobrepuestos entre sí, se coloca encima una silla, porque no siendo estos tan buenos conductores como las paredes, el rayo no seguirá con preferencia un camino interrumpido á través del aire de la habitacion y de los colchones, mientras pueda continuar su camino á lo largo de la pared, que es un cuerpo mejor conductor. Pero si se puede procurar una hamaca ó una cama suspendida por medio de cuerdas de seda á igual distancia de las cuatro paredes, del piso y del techo, se tendrá con esto la situacion mas segura que se puede tomar en cualquier habitacion que sea, y que parece, en efecto, que debe alejar todo peligro de parte del rayo.»

Los antiguos estaban en la persuasion de que algunos árboles y animales tenían el privilegio de no ser heridos por el rayo. Hé aquí cómo se expresa Plinio: «Entre las cosas que la tierra engendra, el laurel no experimenta los golpes del rayo, ni jamás desciende en la tierra á una profundidad mayor que cinco piés. Por eso los miedosos consideran como muy seguras las cuevas profundas ó las tiendas formadas de pieles de becerro marino, porque á solo este animal, entre los marinos, perdona el rayo, así como tambien, entre las aves, al águila, que por esta razon es llamada el escudo de este dardo... En Italia, entre Terracina y el templo de Fero-

nia, se vieron precisados á abandonar la construccion de torres en tiempo de guerra, porque todas ellas eran destruidas por los rayos.» (1)

XIX.

Invencion y construccion de los para-rayos.

Todos saben que la invencion de los para-rayos es uno de los resultados prácticos mas importantes debidos á los trabajos de los físicos sobre la electricidad atmosférica. Su construccion, defectuosa en un principio, se ha perfeccionado sucesivamente hasta nuestros dias, á medida que las propiedades, relaciones y aplicaciones de la electricidad han sido mejor conocidas. Un para-rayos se compone de dos partes principales, que son una barra rectilínea de hierro de ocho á doce varas de altura con cerca de pulgada y media de diámetro en su base, y de un conductor metálico que descendiendo desde la barra dicha, la ponga en comunicacion con el reservorio comun de la electricidad, que es la tierra. Para que el para-rayos sea eficaz, es necesario que su construccion llene las cuatro condiciones siguientes: 1.º el extremo de la barra elevada en los aires debe ser muy puntiagudo é incapaz de oxidarse: 2.º todas las partes principales del aparato deben

(1) Plinio, *Hist. Nat.*, lib. II, cap. LV, pág. 18, edic. de Basilea, 1547.

tener las dimensiones convenientes: 5.^a es preciso que el conductor comunique perfectamente con el suelo: 4.^a desde la punta de la barra hasta el extremo inferior que comunica inmediatamente con el suelo, no deberá existir interrupcion alguna ó solucion de continuidad entre las diferentes piezas del aparato.

Para llenar exactamente la primera condicion, á la barra de hierro, cuyo diámetro disminuye gradualmente desde la base hasta la punta, se adapta una varilla de laton de 20 á 22 pulgadas, la cual se une perfectamente con la barra, segun exige la cuarta condicion, por medio de un tornillo que entre en las dos piezas. La punta de la varilla de laton debe terminar con otra punta mas aguda de platino, ó mejor aun, de cobre rojo, que es mejor conductor, la cual se unirá á la varilla por medio de una soldadura de plata, y convendrá que dicha soldadura se cubra con un cilindro ó manguito de cobre. Aunque se puede formar el conductor con una barra cuadrada unida á la barra elevada en el aire por medio de un collar roto en charnela, es preferible usar para conductores de cables ó cuerdas de alambre, semejantes á las que se usan en los puentes colgantes. Los hilos de cobre rojo son preferibles á los de hierro, por ser mejores conductores. El extremo superior de la cuerda metálica que sirve de conductor debe unirse y adaptarse con toda exactitud mediata ó inmediatamente á la base de la barra puntiaguda, y el extremo inferior se divide en varios ramales, sumergiéndolo, si es posible, en un pozo de aguas permanentes. A falta de pozo se abrirá un hoyo en la tierra hasta una profundidad en que nunca falte el agua, y si esta condicion no se puede llenar fácilmente, bastará cubrirle bien con cisco de panadero y por medio de una caja larga, llevarle hasta un terreno húmedo. Aun en los casos en que el conductor se pone en comunicacion con el agua, será conveniente que antes de entrar

en el pozo ó agujero pase por conductos, ó cortes abiertos en tierra llenos de dicho cisco; pues de esta manera, además de aumentar el contacto con la tierra, se aumenta tambien la conductibilidad.

Si el aparato que acabamos de describir se halla rodeado de cuerpos buenos conductores, como de grandes masas metálicas, por ejemplo, si el edificio sobre el cual se coloca, está cubierto con planchas de metal, ó tiene grandes canales de hoja de lata ó armaduras de hierro, la accion por influencia de la nube sobre estas masas podrá ser bastante enérgica para que descomponiendo su electricidad natural y acumulando la de nombre contrario en la parte superior, se sigue la explosion de la chispa entre la nube y dichos cuerpos á pesar del para-rayos. Algunos prácticos se imaginan que para evitar este peligro, basta aislar todo el aparato, colocándolo sobre cuerpos ideo-eléctricos ó malos conductores; pero esta es una práctica peligrosa y en contradiccion con la experiencia y la teoría del para-rayos. Esta teoría enseña, por el contrario, que el verdadero medio de evitar dicha explosion, es poner en comunicacion la armazon metálica del edificio con el conductor del para-rayos, comunicacion que se puede establecer por medio de alambres ó cadenas que saliendo de las piezas metálicas vayan á parar al conductor, porque una vez tomada esta precaucion, cuando la nube colocada sobre el edificio descompone por influencia las electricidades naturales de las planchas y canales, los fluidos se escurren por los alambres hasta el conductor, en donde el de nombre contrario es atraído á la punta del para-rayos, y el del mismo nombre repelido al suelo, y de esta suerte el aparato obtendrá la eficacia necesaria para proteger el edificio por mas que en él abunden las masas metálicas.

Si en la construccion del aparato no se observan exactamente las condiciones prescritas, el para-rayos no solo per-

derá de su eficacia, sino que se hará mas ó menos peligroso conforme sea la condicion que se eche de menos. Si la punta está embotada y oxidada, no habiendo ningun otro defecto en lo restante del aparato, el peligro no es tan grande; pues entonces, si cae el rayo, fundirá mas ó menos la punta, pero seguirá la barra y el conductor sin causar estragos en el edificio. Si hay solucion de continuidad ó si el conductor comunica imperfectamente con el suelo, el riesgo será mayor. El aparato se carga entonces de electricidad en virtud de la accion descomponete de la nube, pudiéndose sacar chispas de él aproximando el dedo, como sucede en un conductor, electrizado con una máquina. En este caso, si el rayo cae, no solo podrá fundir una parte mayor ó menor de la barra, sino que no hallando el camino expedito para llegar hasta el suelo, se dirigirá lateralmente sobre los cuerpos an-eléctricos cercanos cuando llegue á los puntos del aparato en que hay solucion de continuidad; pero aun cuando el rayo no caiga, no por eso cesa el peligro, porque hallándose el para-rayos sobrecargado de electricidad por la influencia de la nube, y no pudiendo trasportarse el fluido hasta la punta para salir libremente por ella, esa electricidad descompuesta y libre que tiende á comunicarse á los cuerpos cercanos, y que ejerce su accion descomponete sobre los que son buenos conductores, podrá adquirir la tension suficiente para que salte la chispa entre el para-rayos y algun otro cuerpo no muy distante, siendo muy fácil que las personas situadas cerca del aparato sean sideradas en esta explosion, como sucedió á Mr. Richmann. Luego si es cierto que un para-rayos que lleve perfectamente las condiciones señaladas protege con seguridad, no lo es menos que un aparato defectuoso aumenta el peligro. El espacio protegido por un para-rayos está representado por un círculo cuyo radio sea doble de la altura de la barra elevada en el aire, de manera que si esta tiene diez

varas de alto, quedarán preservados de la explosion los cuerpos que disten de la misma menos de veinte varas. De aquí se infiere que para preservar un edificio grande de los efectos del rayo, es preciso colocar varios aparatos á convenientes distancias.

XX.

Teoria del para-rayos.

La teoría de los para-rayos es muy sencilla, y está fundada sobre la electrizacion por influencia y sobre el modo de acumulacion de la electricidad sobre las diferentes superficies de un cuerpo. Cuando una nube cargada de electricidad se aproxima al para-rayos, ejerce su influencia sobre él, y descomponiendo los fluidos neutros de la barra, del conductor y del suelo con el cual comunica, repele la electricidad de la misma especie hácia la tierra, y atrae la de nombre contrario hácia la parte superior de la barra. Como la electricidad desarrollada en un cuerpo se acumula y adquiere mayor tension en las partes angulosas de la superficie, resulta de aquí, que la electricidad contraria á la de la nube, descompuesta y acumulada por esta en la parte superior de la barra, vence fácilmente la resistencia del aire, saliendo en consecuencia de la punta del para-rayos un chorro continuo de electricidad contraria á la de la nube, cuyo fluido, pasando á través del aire hasta dicha nube, se combina con su electricidad y la neutraliza en todo ó en parte. Así, pues, el efecto principal del

para-rayos, es dar libre salida por la punta á la electricidad á medida que es descompuesta por la influencia de la nube. Además del efecto principal, el para-rayos tiene otro que podremos llamar secundario; porque si el fluido negativo, por ejemplo, que sale por la punta, no es en suficiente cantidad para neutralizar todo el positivo de la nube, suponiendo á esta cargada de electricidad positiva, podrá seguirse la explosion; pero es evidente que en este caso la chispa eléctrica se dirigirá mas bien sobre el para-rayos que sobre cualquiera otro cuerpo cercano, ya por su elevacion, ya especialmente por hallarse compuesto de piezas metálicas que son los mejores conductores. Franklin, á quien se debe el descubrimiento del poder de las puntas, creia que el para-rayos impedia la explosion de la chispa atrayendo la electricidad de la nube; pero la teoría que acabamos de presentar manifiesta que sucede cabalmente lo contrario, y que mas bien se debe decir que la electricidad del para-rayos es atraída por la nube. Tambien se debe tener por errónea la opinion de muchas personas cuando piensan que este aparato atrae los rayos; pues esta atraccion solo puede admitirse en un sentido impropio en cuanto al efecto secundario, siendo fácil reconocer por lo que llevamos dicho, que el fin y efecto principal en la construccion del para-rayos es dar fácil salida al fluido desarrollado por la accion descomponete de la nube, para que reuniéndose y combinándose el fluido que sale por la punta del aparato con el contrario existente en la nube, constituya á esta en estado neutro, ó disminuya cuando menos su intensidad eléctrica.

XXI.

Conclusion.

Antes de terminar nuestro trabajo, echemos una rápida ojeada sobre el camino que acabamos de recorrer. Despues del famoso experimento de Marly-la-Ville debido á la inspiracion del genio de Franklin, y despues que este célebre fisico fué á buscar la causa del rayo y sorprender el secreto de su existencia en la misma nube tempestuosa, se convirtieron en certeza para los físicos las vagas sospechas que ya existian acerca de la identidad del rayo con la electricidad, y fué preciso abandonar las antiguas hipótesis que trataban de explicar su formacion y efectos por medio de efervescencias y combinaciones químicas operadas en la atmósfera. Una vez dado este primer paso y despues de los grandes descubrimientos que han puesto de manifiesto y deslindado las propiedades y fenómenos de la electricidad, la existencia del relámpago, del trueno y del rayo, con la mayor parte de los fenómenos relativos especialmente á sus variados efectos, incomprensibles é inesplicables antes de este gran descubrimiento, se ofreció naturalmente á los ojos de los físicos, como una consecuencia de las propiedades y fenómenos eléctricos. Puede decirse que en esta materia, mas que en ninguna otra de la física, se cumplió la palabra casi profética de Séneca, cuando decia: *Multâ venientis avi populus ignota nobis, sciet. Multa*

seculis tunc futuris cum memoria nostri exoleverit, reservantur:
 «En los siglos venideros conocerá la gente del pueblo muchas cosas, desconocidas al presente para nosotros. El descubrimiento de muchas verdades se verificará en tiempos, en que apenas existirá ya memoria de nuestro siglo.»

Sin embargo, preciso es no hacerse ilusiones y reconocer que nuestra ciencia sobre estos fenómenos no es tan completa como algunos piensan. Sabemos sí que el rayo no es otra cosa que la chispa eléctrica que salta entre la nube y un cuerpo terrestre; sabemos que la nube tempestuosa sobrecargada de electricidad, como se halla, ejerce su influencia sobre los cuerpos an-eléctricos contenidos dentro de la esfera de su actividad, descomponiendo sus electricidades naturales; podemos dar una explicación general del ruido del trueno y del vivo resplandor del relámpago; damos razón fácilmente de esa especie de discernimiento con que parece obrar el rayo cuando cae, dirigiéndose más bien sobre unos cuerpos que sobre otros, así como de la mayor parte de los efectos producidos por el paso del mismo á través de los diferentes cuerpos, y podemos también señalar un origen á esa abundante electricidad atmosférica de la que provienen todos estos fenómenos, y sobre todo conocemos los medios así naturales como artificiales de preservarnos de sus desastrosos efectos, ó disminuir cuando menos el peligro. No olvidemos, sin embargo, que no todas estas cosas nos son igualmente conocidas, y que sobre el origen de la electricidad atmosférica, sobre las modificaciones especiales que ofrece el trueno, sobre las diferentes especies de relámpagos, y sobre otros muchos fenómenos relativos á estas cuestiones, más bien tenemos conjeturas é hipótesis más ó menos probables, que verdaderos conocimientos científicos. Aun les queda á los físicos un vasto campo que explotar, y son necesarias muchas observaciones y experimentos para obtener un conocimiento exacto de to-

dos los fenómenos relativos á la electricidad meteórica. Nuestros sucesores se admirarán tal vez algún día que con los medios de observación puestos á nuestro alcance no hayamos llegado al conocimiento de algunos de esos fenómenos, pudiendo aplicarnos lo que el mismo Séneca decia en su tiempo: «Llegará tiempo en que nuestros sucesores se admirarán de que hayamos ignorado cosas tan fáciles:» *Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur.*

Empero no por eso son menos acreedores á nuestra gratitud y admiración esos hombres que, trabajando sin descanso sobre la electricidad así ordinaria como meteórica, han cooperado por medio de penosas investigaciones y de experimentos fecundos á las ventajosas aplicaciones que de este admirable agente se han hecho en estos últimos tiempos. La humanidad no debe echar en olvido sobre todo, la memoria del varón ilustre que por medio de un experimento sencillo se atrevió á sorprender el secreto de la existencia del rayo en el seno de las nubes.