

á la velocidad de 20 kilómetros por hora en el plano inclinado á que están destinados.

Las locomotoras que sirven los planos de *Giori* de 10000 metros con pendientes de 3,5 por 100 á cielo descubierto y 2,8 por 100 en galería, trasportando una carga de 80 toneladas á la velocidad de 20 millas por hora, se compone de dos locomotoras completamente iguales, montadas sobre cuatro ruedas y unidas por sus fogones. Tienen

14 pulgadas inglesas los diámetros de los cilindros motores,

22 id. la carrera de id;

3,5 pies diámetro de las ruedas,

11 pies, 2 pulgadas longitud de la caldera, 5 pies, 7 pulgadas diámetro de id.

77 pies, 9 pulgadas cuadrados de superficie de calefaccion.

Turin 5 de setiembre de 1855.

ARTURO DE MARCOARTU.

### INSTRUCCION SOBRE LOS PARA-RAYOS.

SU CONSTRUCCION Y ESTABLECIMIENTO EN LOS EDIFICIOS Y BUQUES DE TODAS CLASES.

*Informe redactado por Mr. Gay-Lussac, adoptado por la Academia de Ciencias de Paris en 1825 (a).*

Los accidentes causados en 1821 por la caída del rayo en muchas iglesias, hizo que el Ministro del Interior de Francia invitase á la Academia Real de Ciencias á redactar una instruccion cuyo principal objeto debia ser el servir de guia á los obremos en la construccion y colocacion de los para-rayos. La seccion de fisica tuvo el encargo de la Academia de formar esta instruccion, en la cual creyó conveniente esponer sucintamente los principios en que está fundada la construccion de los para-rayos, tanto para ilustrar á las personas encargadas de su inspeccion como al público en general. Por consiguiente, la instruccion contiene dos partes, una teórica y otra práctica distintas entre si y que podrán consultarse separadamente.

#### PARTE TEÓRICA.

*Principios relativos á la accion del rayo ó del fluido eléctrico, y á la de los para-rayos.*

Se designa con el nombre de *rayo* la salida repentina, al traves de la atmósfera, bajo la forma de un gran rasgo luminoso, del fluido eléctrico de que está cargada una nube tempestuosa. La velocidad del fluido eléctrico en movimiento es inmensa; escede con mucho á la de una bala de cañon en el momento de salir de la pieza, la cual es de 600 metros por segundo. El fluido eléctrico penetra los cuerpos, y se mueve al través de su propia sustancia, pero con velocidad muy desigual.

(a) Damos cabida á esta instruccion y al suplemento de Mr. Pouillet publicado en el año último, por su grande utilidad práctica para los ingenieros, arquitectos y toda clase de constructores.

Se da el nombre de *conductores* á los cuerpos que conducen ó dejan pasar rápidamente el fluido eléctrico por su interior atravesando sus partículas; tales son el carbon calcinado, el agua, los vegetales y animales, la tierra, á causa de la humedad de que está impregnada, las disoluciones salinas, y principalmente los metales, que son en esto muy superiores á los demás cuerpos. Un cilindro de hierro, por ejemplo, conduce en el mismo tiempo, lo menos cien millones de veces mas fluido eléctrico que un cilindro igual de agua pura; y esta cerca de mil veces menos que el agua saturada de sal marina. Los cuerpos que no dejan penetrar sino con dificultad el fluido eléctrico entre sus partículas, y por las cuales no puede moverse con libertad, se designan con el nombre de *no-conductores* ó de *aisladores*: tales son el vidrio, el azufre, las resinas, los aceites, la tierra, piedra y ladrillos secos; el aire y los gases.

Entre los cuerpos conductores, no hay sin embargo ninguno que no oponga alguna resistencia al movimiento del fluido eléctrico. Esta resistencia, repitiéndose en cada parte del conductor, aumenta con su longitud, y puede ser mayor que la que opondría otro conductor peor, pero mas pequeño.

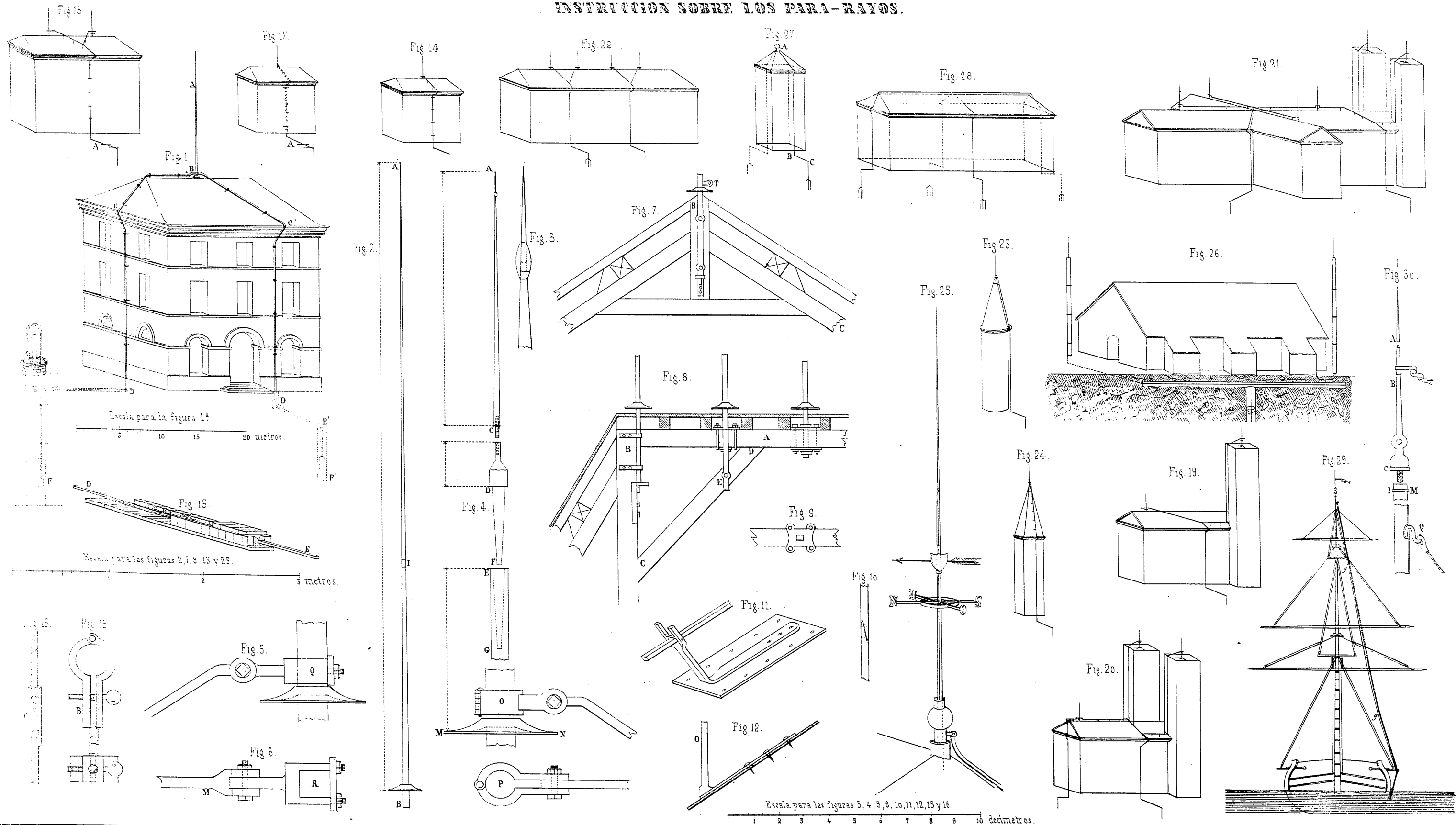
El fluido eléctrico experimenta tambien mas resistencia en un conductor de pequeño grueso que en el mismo de diámetro mas considerable, se puede, por consiguiente, suplir á la imperfeccion de la conductibilidad en los conductores, aumentando convenientemente su diámetro y disminuyendo su longitud. El mejor conductor para el fluido eléctrico es el que le presenta menor resistencia y recorre con mayor velocidad.

Las moléculas del fluido eléctrico están dotadas de una fuerza repulsiva en virtud de la cual tienden á escaparse y estenderse por el espacio. No tienen ninguna afinidad con los cuerpos; se acumulan en totalidad hácia la superficie, donde forman una capa muy delgada, terminada exteriormente por la misma superficie del cuerpo, y solo están retenidas por la presion del aire, contra el cual, á su vez, ejercen un esfuerzo proporcional, en cada punto, al cuadrado de su número. Cuando esta última presion es mayor que la primera, el fluido eléctrico se escapa á la atmósfera en forma de chorro invisible, ó en la de un rasgo luminoso que se designa con el nombre de *chispa eléctrica*.

La capa formada por el fluido eléctrico debajo de la superficie de un conductor no contiene el mismo número de moléculas, ó no tiene igual densidad en cada punto de esta superficie, como no sea una esfera: en un elipsoide de revolucion, esta densidad es mayor en la estremidad del eje mayor que en el ecuador, segun la relacion de los dos ejes; en el vértice de un cono, es infinita. En general, sobre un cuerpo de forma cualquiera, la densidad del fluido eléctrico, y por consiguiente la presion sobre el aire, son mayores en las partes agudas ó de curvatura muy pronunciada que en las que están achatadas ó algo redondeadas.

El fluido eléctrico tiende siempre á esparcirse por los conductores y á ponerse en equilibrio; se divide entre ellos en razon de su forma y principalmente de la estension de su superficie. Resulta de aquí, que si se pone en comunicacion un cuerpo que esté cargado de fluido con la superficie inmensa de la tierra, no lo conservará sensiblemente. Basta, por consiguiente, para privar á un conductor de su flui-

## INSTRUCCION SOBRE LOS PARA-RAYOS.



do eléctrico, ponerlo en comunicacion con el terreno húmedo.

Si para conducir el fluido eléctrico de un cuerpo á la tierra, se colocan diversos conductores entre los cuales haya uno mas perfecto que los demas, lo seguirá constantemente con preferencia; pero sino difieren mucho, se divide entre todos, proporcionalmente á su capacidad para recibirlo.

Un para-rayos es un conductor que el fluido eléctrico del rayo elije con preferencia á los cuerpos inmediatos para dirigirse y extenderse por el terreno; consiste comunmente en una varilla de hierro elevada sobre los edificios que debe proteger, y que se introduce, sin solucion de continuidad, dentro del agua ó en el terreno húmedo. Es indispensable que exista esta comunicacion tan íntima del para-rayos con el terreno para que pueda esparcir por él instantáneamente el fluido eléctrico del rayo á medida que lo recibe, y resguardar de sus impresiones los objetos inmediatos. Se sabe, en efecto, que el rayo cuando llega á la superficie de la tierra no encuentra un conductor suficiente, y que se introduce debajo de ella hasta que halla gran número de salidas por donde correr libremente. A veces deja indicios de su paso á mas de 10 metros de profundidad. Tambien acontece, cuando un para-rayos presenta alguna solucion de continuidad ó que no está en comunicacion perfecta con el terreno húmedo, que el rayo, despues de haberle atacado, le abandona para dirigirse sobre algun otro cuerpo próximo, ó al menos se divide entre ellos, para correr con mas rapidez al terreno.

La primera circunstancia se ha presentado hace algunos años, en las cercanías de Paris. El conductor del para-rayos de una casa habia experimentado una separacion de 0,<sup>m</sup>55 próximamente, y el rayo, despues de haberse precipitado sobre la aguja, atravesó la cubierta para dirigirse á un canalon de hoja de lata.

M. M. Rittenhouse y Hopkinson, en el tomo IV de las *Transacciones filosóficas americanas*, refieren un ejemplo notable de la segunda circunstancia, ó sea del inconveniente que existe en no establecer una comunicacion perfecta entre el para-rayos y el terreno. El rayo se habia precipitado sobre la aguja, puesto que habia fundido profundamente su punta, y era evidente, segun la inspeccion de la localidad, que una parte habia penetrado en el terreno por el conductor; pero otra no habiendo podido seguir con suficiente celeridad el mismo camino, destruyó la cubierta para dirigirse de la aguja del para-rayos á un canalon de cobre, el cual se hallaba entonces lleno de agua, y le presentaba, por consiguiente, una salida fácil á la superficie del terreno.

Antes de desprenderse el rayo, la nube de tormenta, por su influencia, saca del estado natural á todos los cuerpos colocados debajo de ella en la superficie de la tierra; atrae hacia su parte anterior al fluido eléctrico de naturaleza contraria á la suya, y rechaza hacia el terreno la de su misma especie. Cada cuerpo está de este modo en un estado de intumescencia eléctrica, y se convierte á su vez en centro de atraccion hacia el cual el rayo tiende á dirigirse; aquel por el cual pasa la resultante de estas atracciones particulares es el que ataca cuando se desprende.

Ahora bien, para que el fluido eléctrico desarrollado sobre un cuerpo por la influencia del de

la nube de tormenta llegue rápidamente á su máximo, y por consiguiente tambien su fuerza atractiva, es indispensable que sea buen conductor y esté en comunicacion perfecta con el terreno húmedo.

El fluido eléctrico desarrollado en los cuerpos situados sobre la superficie de la tierra por la influencia de una nube de tormenta se va acumulando poco á poco, á medida que la nube se aproxima á su zenit, y va disminuyendo del mismo modo á medida que se va alejando. Suponiendo que una persona sea uno de estos cuerpos, no experimentará sensacion alguna particular de esta variacion progresiva del fluido eléctrico, aun cuando puede estar fuertemente electrizada; pero si la nube se descargase súbitamente, podría recibir, sin ser herida por el rayo, una violenta conmocion, por la entrada repentina de su fluido en el terreno, que podría ser bastante enérgica para privarle de la existencia.

En el momento en que un objeto está próximo á ser atacado por el rayo, se electriza tan fuertemente por la influencia de la nube de tormenta, si se halla en perfecta comunicacion con el terreno húmedo, que su electricidad puede lanzarse antes que la de la nube y recorrer una parte del camino entre esta y el objeto. Esto es lo que sin duda ha hecho creer á ciertas personas que el rayo en lugar de caer del cielo á la tierra, se eleva algunas veces de la tierra al cielo. Sea de esta opinion lo que quiera, que no merece, por otra parte, la pena de discutirse, la teoria y eficacia de los para-rayos quedarán las mismas en cada caso.

En un para-rayos en perfecta comunicacion con el terreno y terminado en punta muy aguda, en vez de estar redondeada, el fluido eléctrico puede acumularse de tal modo en su estremidad, bajo la influencia de una nube de tormenta, que no pueda contenerle la presion del aire, y que se escape en forma de chorro continuo, percibiéndose algunas veces en la oscuridad por un penacho luminoso en la estremidad de la punta y el cual debe ciertamente neutralizar en parte el fluido eléctrico de la nube (1).

Sin embargo, la atraccion ejercida sobre el fluido eléctrico de la nube por el que está estendiéndose en el para-rayos terminado en punta, no será mayor que si tuviese redondeada la estremidad, será quizá mas bien menor; pero si la salida del fluido eléctrico por la punta puede ser muy rápida, el rayo se desprenderá mas pronto entre la nube de tormenta y el para-rayos, y á mayor distancia, que si aquella estuviese redondeada en su estremidad: al menos á esta conclusion conducen los experimentos eléctricos.

Asi la forma mas conveniente que hay que dar á los para-rayos parece ser evidentemente la de un cono muy agudo.

A igualdad de circunstancias, cuanto mas ele-

(1) Estas luces eléctricas se presentan del mismo modo en otros cuerpos distintos de los para-rayos; se notan con mas frecuencia en el mar, encima de los buques, que en tierra, y se conocen bajo los nombres de *fuego de Santelmo*, *Castor* y *Polux* etc. Durante las grandes tempestades, se ha visto algunas veces en una de las estremidades de la verga mayor, bajo la forma de lengua de fuego que chisporroteaba mucho y que de cuando en cuando dejaba percibir detonaciones á manera de petardos.

vado esté un para-rayos en la atmósfera, tanto mayor será su eficacia.

En los famosos experimentos de Romas, asesor del juzgado de Nérac, y en los mas recientes de Charles, que consistian en elevar una cometa en direccion de una nube de tormenta á la altura de 200 á 500 metros, la cuerda, á la que le entrelazaba un alambre terminado por un cordón de seda, conducia á la superficie de la tierra una corriente eléctrica tan considerable que aterraba, y á la que hubiera sido imprudente esponerse (1); ahora bien, la accion de un para-rayos sobre el fluido eléctrico de una nube de tormenta siendo la

(1) El experimento de Romas es tan curioso é importante para demostrar la eficacia de los para-rayos que creemos útil referirlo tomándolo de la *Histoire de l'électricité*, por Priestley. (Tomo 2.º de la traduccion francesa.)

«La cometa tenia 7  $\frac{1}{4}$  pies de altura y 3 de ancho. La cuerda estaba compuesta de un bramante de cáñamo en el cual se arrollaba un alambre de hierro, y M. de Romas habiéndola terminado con un cordón de seda seca, puso al observador, por una disposicion particular de su aparato, en estado de hacer todos los experimentos que deseara, sin que corriese ningun riesgo su persona.

«Por medio de esta cometa, el 7 de junio de 1755, á eso de la una de la tarde, despues de elevarla á 150 pies de la tierra por medio de una cuerda de 780 pies de longitud, que formaba un ángulo de 45.º con el horizonte, sacó del conductor chispas de 5 pulgadas de longitud y 3 líneas de espesor, cuyo crujido se oyó á cerca de doscientos pasos. Al sacar estas chispas, sintió una especie de tela de araña sobre la cara, á pesar de hallarse á mas de tres pies de la cuerda de la cometa; por lo que no considerando seguro permanecer tan próximo, gritó á todos los concurrentes para que se retiraran, separándose él unos 2 pies.

«Creyéndose entonces seguro y no hallándose nadie cerca de él, dirigió su atencion sobre lo que pasaba en las nubes que estaban inmediatamente encima de la cometa; no percibió relámpagos ni allí ni en ninguna otra parte, ni aun el menor ruido de trueno, y no cayó absolutamente nada de agua. El viento bastante fuerte que soplabá del Oeste elevó la cometa 100 pies lo menos, mas alta que anteriormente.

«En seguida, dirigiendo la vista sobre el tubo de hoja de lata que estaba unido á la cuerda de la cometa, y próximamente á 3 pies del terreno, observó tres pajas, de las cuales una tenia un pié de longitud, la segunda de 4 ó 5 pulgadas y la tercera 3 ó 4, levantarse verticalmente y formar una danza circular á manera de titeres bajo el tubo de hoja de lata y sin tocarse una á otra. Este espectáculo que sirvió de diversion á muchas personas de la reunion, duró cerca de un cuarto de hora, pasado el cual, habiendo caído algunas gotas de lluvia, sintió de nuevo la tela de araña sobre la cara, y al mismo tiempo oyó un ruido prolongado, parecido al de un fuelle de forja. Este fué un nuevo aviso del incremento de la electricidad, y en el momento que M. de Romas vió saltar la paja, no se atrevió á sacar ninguna chispa, aun con todas las precauciones, suplicando otra vez á los espectadores se retiraran aun mas.

«Inmediatamente despues tuvo lugar la última escena, y M. de Romas confesó que le hizo temblar. La paja mas larga fue atraída por el tubo de hoja de lata, sobre el cual hubo tres explosiones cuyo ruido se asemejaba mucho al del trueno. Alguno de los concurrentes lo comparó á la explosion de los cohetes, y otros al ruido que causaria un gran puchero al romperse contra un pavimento. Lo cierto es que se oyó desde el centro de la ciudad, á pesar de los diversos ruidos que en ella se causaban.

«La luz que se observó en el momento de la explo-

sion tenia la forma de un huso de 8 pulgadas de longitud y 5 líneas de diámetro; pero la circunstancia mas sorprendente y entretenida fué que la paja que habia causado la explosion, recorrió la cuerda de la cometa. Alguno de los concurrentes la vió á 45 ó 50 brazas de distancia, atraída y rechazada alternativamente, con la circunstancia notable de que, cada vez que la atraía la cuerda se desprendian chispas con ruido, que no eran sin embargo tan intensas como en la primera explosion.

«Conviene notar que, desde que tuvo lugar la explosion hasta el final de los experimentos, no se vió ningun relámpago, y apenas se oyó el trueno. Se percibía un olor de azufre muy semejante al de las emisiones eléctricas luminosas que salen por la estreñidad de una barra de metal electrizada. Apareció alrededor de la cuerda un cilindro luminoso de 3 á 4 pulgadas de diámetro; y como esto tenia lugar siendo de dia, M. de Romas no dudó que, si hubiera sido de noche, esta atmósfera eléctrica hubiera aparecido de 4 á 5 pies de diámetro. Por último, luego que se terminaron los experimentos, se descubrió un agujero en el terreno, precisamente debajo del tubo de hoja de lata, de gran profundidad y media pulgada de anchura, que probablemente se abría por los grandes chispazos que acompañaron á las explosiones.

«Estos experimentos notables concluyeron por la caída de la cometa, á causa de que el viento cambió de repente al Este y de sobrevenir una copiosa lluvia mezclada con granizo. Al caer la cometa, se euredó la cuerda en el alero de un tejado, y no pudo desprenderse tan pronto que impidiese que el que la tenia experimentara tal sacudida en las manos y tan fuerte conmocion en todo su cuerpo, que se vió obligado á soltarla; la cuerda al caer en los pies de algunas otras personas, les hizo experimentar una sacudida, pero mucho mas soportable.

«La cantidad de fluido eléctrico que esta cometa sacó en otra ocasion de los nublados es verdaderamente sorprendente. El 28 de agosto de 1756, se vieron salir corrientes de luz de 1 pulgada de espesor y 10 pies de longitud. Este sorprendente resplandor, que quizás hubiere producido efectos tan perniciosos como alguno de los que se hace mencion en la historia, se condujo con seguridad, por la cuerda de la cometa, á un conductor colocado muy cerca, produciendo una detonacion igual á la de un pistoletazo.»

M. Charles, que ha hecho experimentos semejantes á los de Romas, pero en mayor escala, ha obtenido algunas veces efectos aun mas extraordinarios, y no dudaba, segun decia, que hubiera llegado á desarmar la nube de tormenta.

Segun estas observaciones, no puede dudarse, que para-rayos colocados sobre torres muy elevadas como la de Strasburgo, que tiene 457 pies de altura, no absorban gran cantidad de fluido eléctrico de las nubes de tormenta y no eviten la caída del rayo. Tambien debe esperarse que si semejantes para-rayos se multiplicasen sobre la superficie entera de Francia, evitarian igualmente la formacion del granizo, que, segun las observaciones de Volta, parece ser un verdadero fenómeno eléctrico.

das del rayo. De acuerdo con Charles, que se ha ocupado mucho de esto se admite que un para-rayos puede defender eficazmente un espacio circular de un radio doble que su altura y segun esta regla es como se colocan los para-rayos sobre los edificios.

Cuando el fluido eléctrico se dirige de un cuerpo á otro, atravesando un buen conductor no manifiesta su paso con ninguna señal aparente; pero cuando atraviesa el aire ó cualquiera otro cuerpo no conductor, separa sus partes y las destroza; aparece entonces como una ráfaga luminosa, y deja oír un ruido mas ó menos considerable. El vacío que ocasiona al separar el aire no formándose con tan grande velocidad como con la que se mueve el fluido eléctrico, este tiene tiempo de abandonar las partes mas lejanas de los conductores para venir á precipitarse en dicho vacío, que no es mas que un conductor, y de escaparse. Por esta razon un conductor se descarga lo mismo al través del aire cuando hay chispa, que por el contacto instantáneo de un conductor en comunicacion con el terreno.

Una corriente eléctrica, luminosa ó no, va siempre acompañada de calor, cuya intensidad depende de la de la corriente. Este calor es suficiente para enrojecer, fundir ó volatilizar un alambre suficientemente delgado, pero apenas eleva la temperatura de una barra metálica, á causa de su gran masa. El calor propio de una corriente eléctrica, y tambien el que se desprende del aire rechazado por el rayo, son los que tan frecuentemente incendian los edificios.

No hay aun ejemplo de que el rayo haya fundido, ni siquiera enrojecido, un cuadradillo de hierro de 13 á 14 milímetros, ó un cilindro del mismo diámetro. (1) Bastará, pues, para construir un para-rayos, tomar una barra de hierro que tenga estas dimensiones; pero el vástago, debiendo elevarse en el aire á la altura de 5 á 10 metros, no tendria en su base fuerza suficiente para resistir á la accion del viento, y es necesario darle en esta parte un espesor mucho mas considerable.

(1) Hemos visto muchas agujas de para-rayos atacadas por la electricidad, cuya extremidad estaba fundida hasta el espesor de 5 á 4 milímetros. Sin embargo, la fusion puede penetrar mucho mas, y Franklin, en una carta á Landriani, cita un ejemplo tanto mas notable por haberse presentado en su misma casa.

«He encontrado, dice Franklin, á mi regreso de Filadelfia, que el número de conductores se habia aumentado, por la utilidad reconocida en muchas pruebas de su eficacia para preservar los edificios del rayo. Entre otros ejemplos, mi casa fué un dia atacada por un violento rayo. Los vecinos, apercibidos de ello, acudieron al momento á prestar socorro, caso que el incendio se hubiera desarrollado; pero no habia habido ningun daño, y solo encontraron á la familia muy conmovida de la violenta sacudida.

«Al agrandar un poco el edificio, el año último, hubo necesidad de quitar el conductor. He encontrado al examinarlo, que la punta de cobre, que tenia, cuando se le colocó, 9 pulgadas de longitud y próximamente un tercio de pulgada de diámetro en su parte mas gruesa, habia sido fundido casi enteramente, y habia quedado muy poco asegurada á la varilla de hierro, de modo que con el tiempo el descubrimiento ha sido de alguna utilidad al inventor, y ha añadido una ventaja al placer de haber sido útil á los demás.

Respecto al conductor del para-rayos, un cuadradillo de hierro de 16 á 20 milímetros de lado es suficiente. Podria aun hacerse menor y servirse de un simple alambre, con tal que, en la superficie del terreno se le uniese á una barra metálica de 10 á 15 milímetros de lado, que se introdujese en el agua ó en una capa húmeda. El alambre, en verdad, se volatilizaría seguramente por la accion del rayo; pero le habria dirigido hasta el terreno y habria evitado su impresion sobre los cuerpos inmediatos. Por otra parte, será siempre preferible dar al conductor un espesor suficiente para que el rayo no pueda nunca destruirlo, y nosotros no proponemos reducirlo á un alambre sino para disminuir los gastos de construccion de los para-rayos y ponerlo al alcance de todas las fortunas.

El ruido que el rayo deja oír causa comunmente mucho temor, y sin embargo es cuando ha pasado todo peligro: no existe este siquiera para una persona que ha visto el relámpago, porque, si ha de ser atacada no verá ni oír el golpe que esté próximo á herirle. El ruido es siempre posterior al relámpago, y trascurren tantos segundos entre su aparicion y el trueno que le sigue, como veces haya 540 metros desde el paraje en que se este colocado y el punto de la salida del rayo.

El rayo cae frecuentemente sobre los árboles aislados, porque estos, elevándose á grande altura é introduciendo profundamente sus raices en el terreno, son verdaderos para-rayos; pero su abrigo es muchas veces fatal á las personas que á él se acogen. No presentando, en efecto, al rayo una salida suficientemente rápida hácia el terreno, son peores conductores que el hombre y los animales (2). El rayo, al llegar á su pié se divide entre los conductores que encuentra ó abandona algunos si se vé obligado en su salida; así es que, se le ha visto algunas veces matar á todos los animales refugiados debajo de un árbol, y otras herir solamente á uno solo. El agua es peor conductor que los animales, sin duda á causa de las sales que contiene, pudiendo ser atacados y morir del rayo los seres que esten enteramente sumergidos.

Un para-rayos, con tal que se halle en perfecta comunicacion con el terreno, ofrece, por el contrario, un abrigo muy seguro contra la electricidad; puesto que esta no le abandonará nunca para dirigirse hácia una persona colocada al pié de aquel; sin embargo, en la incertidumbre de alguna solucion de continuidad ó de comunicacion imperfecta con el terreno húmedo, será muy prudente separarse.

En el campo, y aun muchas veces en las ciudades, se tocan las campanas al formarse una tormenta, para alejar y abrir, segun se dice, la nube borrascosa; se busca tambien un refugio contra el rayo en las iglesias y campanarios; pero esta costumbre, como lo acredita la práctica, tiene con frecuencia, funestas consecuencias. Es cierto, efectivamente, que el rayo cae lo mismo sobre los campanarios donde se tocan las campanas que en los que no se

(2) La prueba de que el rayo no encuentra una salida suficiente al través de los árboles, es que los rompe y desgaja casi siempre; lo cual no se verificaria si fueran mejores conductores. Se desliza comunmente entre la corteza y la albura, porque es en donde se halla la mayor humedad y por donde encuentra ademas menor resistencia.»

tocan (1); pero en el primer caso, los que tocan están espuestos á ser atacados por el rayo, á causa de las cuerdas que tienen entre las manos y que pueden servir de conductor á la electricidad hasta ellos. Las iglesias no ofrecen resguardo mucho mas seguro que los campanarios, bien porque estos despues de haber atraído el rayo hácia ellos, á causa de su elevacion, sin poder algunas veces conducirlo al terreno, dejan espuestas las iglesias á su accion, bien por que personas reunidas forman un gran conductor sobre el cual se precipita el rayo con preferencia á los objetos inmediatos. La prudencia exige pues, en tanto que las torres y las iglesias no estén armadas de para-rayos, el no reunirse en ellas durante una tempestad; como prueba convincente del peligro que hay en hacerlo, recomendamos al lector la relacion de las desgracias ocurridas en Châteaufort-les-Moustiers, el 11 de julio de 1819, por efecto del rayo, tal como ha sido comunicada á la Real Academia de Ciencias por M. Trencalye, vicario general de Digne. Esta relacion se halla impresa en los *Annales*, tomo 12, página 354.

Se sabe que cuando cae el rayo en un edificio, se dirige con preferencia á los cañones de chimenea, sea porque comunmente son las partes mas elevadas, sea porque están cubiertos de hollín, que es mejor conductor que la madera seca, la piedra y el ladrillo. La proximidad de una chimenea es, por lo tanto, el sitio menos seguro, dentro de una habitacion, contra los ataques del rayo; es preferible ponerse en un rincon del lado opuesto á las ventanas, lejos de cualquiera clase de heraje por poco considerable que sea.

Los efectos del rayo son los mas variados y caprichosos en la apariencia; sin embargo, todos se esplican fácilmente por algunos hechos generales, que será útil presentar aqui.

El rayo ó lo que es lo mismo, la electricidad, en virtud de la repulsion de sus moléculas, está dotada de una fuerza mecánica que le permite vencer la presion del aire ó de los líquidos, y hendir ó romper los cuerpos sólidos no conductores. El rayo elige siempre el mejor conductor. Si encuentra fácil salida, como, por ejemplo, una barra de metal, no producirá en el conductor alteracion sensible. Si el conductor tal como un alambre, no tiene capacidad suficiente, lo volatiliza, se lanza en el aire y produce un vacío que recorre con facilidad. Si el cuerpo atacado por el rayo no es conductor ó lo es imperfectamente, ó si, por último, presenta suficiente resistencia á la separacion de sus partes, saltará el rayo entre el aire y la superficie de este cuerpo, que atacará mas ó menos profundamente á lo largo de su trayecto. Tambien se ven con frecuencia, personas atacadas por el rayo sin causarles la muerte, porque la electricidad se desliza sobre su cuerpo sin penetrar

en totalidad, y se ven otras que están enteramente defendidas de sus impresiones con un vestido de seda que les aísla el cuerpo é impide penetrar á aquel.

Cuando el rayo se lanza desde el aire sobre un metal, y reciprocamente de un metal al aire, produce con frecuencia la fusion del metal en el punto por donde entra ó sale, á causa de que acumulado por el aire que le comprime, su accion es mas enérgica. Por esta razon se observa algunas veces señales de fusion en los ángulos, aristas y aun las caras de un grueso conductor metálico, en los puntos donde hay soluciones de continuidad que es por donde salta.

El rayo, despues de haber seguido un conductor penetra en un cuerpo que no lo es, rompe comunmente este último, y se crea un vacío que le facilita la salida. Asi, las piezas de metal empujadas en un muro caen, privadas, por el rayo, de su apoyo, y son arrojadas por el aire en movimiento que llena el vacío que aquel deja.

Cuando algunas partes de los conductores metálicos están aisladas unas de otras por un medio poco ó nada conductor, recorre el rayo sucesivamente todas las que se presentan en su marcha y ofrecen menor resistencia á la salida por el terreno, atraído sucesivamente por cada una de ellas. Invisible en las partes metálicas, pero visible al saltar de una á otra, forma un rasgo luminoso que parecerá continuo si las separaciones de los conductores están en relacion conveniente con su longitud.

El rayo va siempre acompañado de calor: enrojece, funde y volatiliza los conductores metálicos de pequeño diámetro; pero barras de 12 á 20 milímetros de lado no experimentan nada de esto. Será por lo tanto imprudente servirse de conductores muy delgados para dirigir el rayo al través de materias inflamables, conviene, al contrario, emplear conductores de suficiente espesor para que no puedan ni siquiera calentarse sensiblemente.

Por el calor inherente al rayo y por el que se desprende del aire ó cuerpos que atraviesa, al rechazarlos, es como se prende fuego á todas las materias ténues susceptibles de inflamarse con prontitud, como el heno, paja, algodón, etc. Es mas raro ver inflamarse las materias compactas, tales como la madera, á no ser que se hallen carcomidas bien sea que las raje ó que se deslice sobre su superficie, porque su accion es demasiado rápida. Asi es como se concibe que el rayo prenda fuego á vestidos ligeros y al pelo de una persona sobre cuyo cuerpo se desliza sin causarle la mayor parte de las veces, ninguna sensacion de quemadura. A semejante causa debe atribuirse que volatilice el dorado de los artesanos sin inflamarlos.

El rayo produce la muerte á los animales, sea dañando los órganos y sistema vascular, sea paralizando el sistema nervioso; la putrefaccion se desarrolla con rapidez, del mismo modo que la de todos los animales atacados de cualquiera muerte repentina. La facilidad en acedarse la leche y la corrupcion de las carnes, con mas rapidez en tiempo de tormenta que en el ordinario, parece deberse, por una parte, á la elevada temperatura que reina entonces, y por otra á las corrientes eléctricas á las cuales estos cuerpos se hallan espuestos, que, como se sabe, son un poderoso agente de descomposicion.

(Se continuará)

(1) Parece que el rayo cae con mas frecuencia sobre las torres donde se tocan las campanas que en las que no se tocan. En 1716, M. Deslandes notificó á la Real Academia de ciencias que, en la noche del 14 al 15 de abril del mismo año, habian caído rayos en 24 iglesias, desde Lanerueau hasta Saint-Pol-de-Leon, en Bretaña, que eran precisamente en las que se tocaban las campanas, librándose las demas; y que, en la de Gouesnon, que quedó completamente arruinada, mató el rayo dos personas de las cuatro que estaban tocando. (*Historia de la Real Academia de ciencias. 1719.*)