

aleja la nube ocurrirá una variación correspondiente; en D las indicaciones serán negativas; en E volverán á ser positivas.

En el libro IV hemos visto que los choques de las grandes corrientes de la Atmósfera en las regiones tropicales donde se verifica la unión del circuito descrito desde el ecuador hasta los polos, que la evaporación de los océanos causada por el calor solar en aquellos focos de condensación, que los cambios de presión atmosférica, etc., engendraron los movimientos ciclónicos, los huracanes y las tempestades, cuya marcha giratoria se eleva hasta nuestras latitudes templadas. Estos movimientos enérgicos desarrollan la electricidad en grandes proporciones, siendo raro que la tormenta, los relámpagos y el trueno no acompañen á dichos meteoros. La formación de las nubes en el Océano y en nuestros continentes, las brumas de nuestros países, la marcha de los nublados en nuestros valles y en nuestras montañas, desprenden igualmente cantidades variables de electricidad. Hay *tormenta* cuando en lugar de cambiarse y de desprenderse tranquilamente la electricidad de las nubes, se acumula en ciertos puntos, se condensa, satura hasta cierto punto el nublado, y acaba por estallar bruscamente para reunirse con la electricidad negativa aglomerada al mismo tiempo, ya en el suelo, ó ya en otras nubes.

Las grandes tempestades llegan á nues-

tros países, formadas ya desde el Atlántico; proceden de los ciclones, y las nubes que las llevan en su seno están generalmente á una altura que pasa de 1,000 á 1,500 metros, avanzando de S. O. á N. E. sin que al parecer entorpezcan su marcha las desigualdades del suelo francés. Las tempestades secundarias, que se forman en nuestros mismos países, van llevadas por nubes cuya altura es inferior á la precedente, y que á menudo rasan el suelo hasta tal punto que sienten su influencia, les cuesta trabajo pasar por encima de las montañas, y recorren los valles donde distribuyen rayos y granizadas sin tasa.

Á la formación de las tormentas precede siempre una baja lenta y continuada del barómetro. La calma del aire y un calor sofocante, que depende de la falta de evaporación de la superficie de nuestros cuerpos, son sus circunstancias características. Las variaciones del estado eléctrico del suelo y de la atmósfera, unidas además á las precedentes, obran de un modo poderoso en nuestra organización. Una ansiedad singular, independiente de todo temor motivado, se apodera de ciertas personas de constitución nerviosa, que en vano se esfuerzan por sustraerse á ella: en tales circunstancias es cuando se conoce sobre todo lo íntimamente ligados que están entre sí lo físico y lo moral del hombre.

CAPITULO II

LOS RELÁMPAGOS Y EL TRUENO

Quando la electricidad se desprende de una nube excesivamente cargada de este fluido, y se precipita, ya sobre otra nube, ya sobre un punto del suelo saturado de electricidad contraria, hay producción de luz eléctrica, de esa rápida chispa que en mucha menor escala hacemos aparecer en nuestros experimentos físicos. Esta chispa atraviesa instantáneamente la distancia que separa los dos puntos electrizados, cualquiera que sea, habiéndose averiguado que tan solo dura un diezmilésimo de segundo. La chispa en cuestión es la que constituye el *relámpago*, y merced á ella estalla el rayo durante las tempestades.

Por lo común, los relámpagos no suelen presentarse sino bajo la forma de un repentino fulgor difuso que ilumina las nubes, el cielo y la tierra, los cuales quedan inmediatamente sepultados en una oscuridad mas profunda que antes, á causa del contraste. Ya sea que el cambio de la electricidad entre las nubes tenga lugar á la vez en una gran superficie que se ilumina y queda á oscuras instantáneamente, ó ya que exista en efecto una chispa como en los relámpagos en línea recta, y la oculten las nubes, tan solo se vé en este caso, que es el mas frecuente, una súbita claridad difusa, en la que se destacan por un momento los contornos mas ó menos acentuados de las nubes.

Estos relámpagos difusos son los mas comunes; por cada relámpago lineal que aparezca en un día, ó mas bien, en una noche de tormenta, se ven aquellos á centenares; y sin embargo, el lineal es el relámpago característico por excelencia.

Consiste únicamente en una fuerte chispa eléctrica, en un pequeño globo de fuego que desde una nube recargada se lanza á la tierra, ó desde una nube á otra, ó que sube desde la tierra á estas; la rapidez de su trayecto produce el efecto de una línea delgada y luminosa. Es muy raro que dicho trayecto se recorra en línea recta, á pesar del axioma del camino mas corto, pues, ya sea á causa de la distribución variable de la humedad en el aire, que le hace mas ó menos buen conductor, ó ya por no estar igualmente cargados de electricidad todos los puntos del cielo y de las nubes, el relámpago presenta siempre formas sinuosas. El sutil fluido nos demuestra por sus hechos en nuestras moradas que puede saltar repentinamente de un punto á otro, y luego á otro, como por capricho, pero obedeciendo evidentemente á las leyes de la distribución y de la conductibilidad de la electricidad. Los relámpagos lineales describen las mas de las veces zig-zags de ángulos obtusos, ó bien serpentean, trazando sinuosas ondulaciones: otras veces se bifurcan en dos ó en mas ramas. Nicholson

y el abate Richard han observado relámpagos ahorquillados; Arago cita numerosos ejemplos, ofrecidos sobre todo por las tempestades volcánicas; Kaemtz solo los ha visto una vez en toda su vida. Á veces tambien se dividen en cuatro ó cinco brazos,

ó bien las ramificaciones salidas del relámpago primitivo se subdividen en otras laterales mas pequeñas. M. Liais ha observado y dibujado algunos de cinco brazos.

No siempre son los relámpagos de una blancura deslumbradora, pues á veces tie-

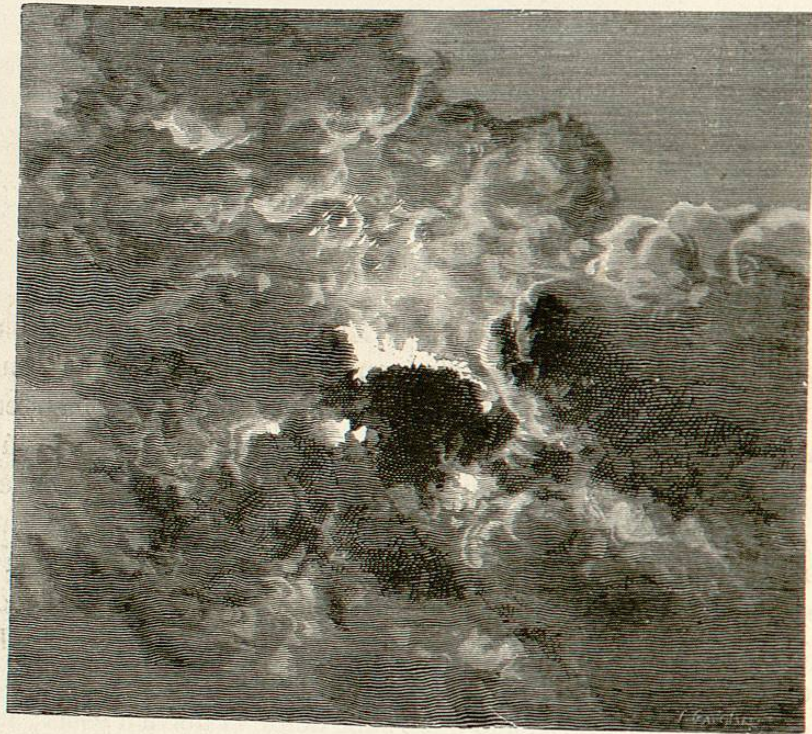


Fig. 194.—RELÁMPAGO DIFUSO

nen un matiz amarillo, rojo, azul; y aun violado ó purpúreo, cuyo color depende de la cantidad de electricidad que atraviesa el aire, de la densidad de este, de su humedad y de las sustancias que tiene en suspension. Los relámpagos violados anuncian por lo general que las nubes tempestuosas de donde se desprenden, á través de un aire enrarecido que recuerda el de los tubos de Geissler, se hallan á una altura considerable.

Es difícil formarse una idea aproximada de la longitud de los relámpagos. Mientras que á nosotros nos cuesta un trabajo impropio producir en los gabinetes de física una chispa eléctrica de algunos centímetros, la naturaleza hace brotar algunos que no miden menos de 1, 5, 10 ó 15 kilómetros de largo. F. Petit ha medido en Tolosa re-

lámpagos de 17 kilómetros de largo; esta es la mayor longitud que he visto entre un número considerable de observaciones anotadas. Arago ha atribuido una longitud de 3 á 4 leguas á una série de relámpagos estudiados por él.

¿Cuál es la altura de las nubes tempestuosas? Segun resulta de todas las observaciones, es evidente que se forman tempestades á todas las alturas. De l'Isle midió una el 6 de junio de 1712 que se cernia á 8,000 metros por encima de París; Chappe vió otra el 13 de julio de 1761 á 3,470 de altura sobre Tobolsk, y el 15 de junio de 1834 vió Kaemtz otra á 3,100 metros sobre Halle. Estas observaciones han dado una série decreciente de alturas, que casi acaban por llegar al suelo. Haidinger midió el 15 de junio de 1826 la elevacion de nubes tem-

pestuosas que se hallaban solamente á 70 metros de altura en Gratz, y el 26 de abril de 1827 las vió á 28 metros no mas sobre Admont. Esto es lo que resulta con respecto á los países llanos. Por lo que hace á los montañosos, Saussure, en el Monte Blanco, y Bouguer y la Condamine en el Pichincha las observaron á 4,868 metros, Ramond en

el Monte Perdido, á 3,410, y en el Pico del Mediodía á 2,935; es decir, que flotan á todas las alturas lo mismo que las otras. En el océano, se hallan situadas generalmente entre 900 y 1,400 metros.

En las montañas, y sobre todo en las gargantas de los Alpes y de los Pirineos, es donde los relámpagos lanzan sus dardos

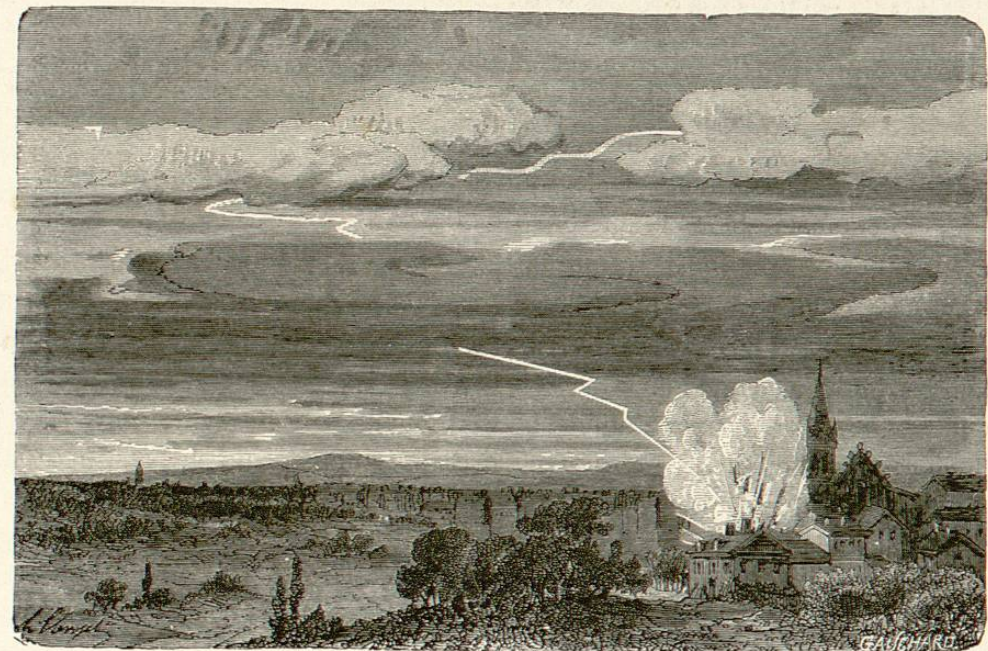


Fig. 195.—RELÁMPAGO EN ZIG-ZAG

mas terribles y los truenos sus mas espantosos bramidos, no pareciendo sino que sus redobles pavorosos se precipitan en cascadas á través de los abismos aterrorizados.

El relámpago abarca ordinariamente una extension de muchos kilómetros, lo mismo cuando brota horizontalmente entre dos capas de nubes, que cuando se deja ver oblicuamente entre nubes de diferentes capas, ó entre estas y la tierra. Dicha longitud es la causa de que retumbe el trueno.

Y, en efecto, el trueno no es otra cosa sino el ruido que produce la chispa eléctrica al verificar un cambio de electricidades, una neutralizacion, entre dos puntos mas ó menos apartados.

El ruido del trueno puede depender de muchas causas. La misma chispa, al atravesar instantáneamente el aire atmosférico,

rechaza las moléculas que halla al paso, y produce un vacío momentáneo en el que se precipita en seguida el aire circundante, sucediendo lo mismo hasta cierta distancia. Pouillet ha combatido esta opinion, bastante natural, objetando que si tal fuese la causa del trueno, el paso de una bala de cañon deberia producir un ruido análogo. La objecion no es justa, porque la bala no pasa de ser una tortuga al lado de la saeta del rayo. Además, el rumor del trueno puede resultar de que las nubes se dilaten por efecto de la tension eléctrica que las hincha en cierto modo, las estira, y las distiende en algunos puntos con bastante fuerza para que, si una chispa llega á brotar de la nube, el aire se precipite por todas partes hácia ellas, por no estar ya contenido por la fuerza expansiva del fluido eléctrico que le

equilibraba. En esto puede reconocerse una causa del estampido del trueno y del aguacero que le sigue. Como los estados eléctricos de las diferentes nubes que forman una tempestad son solidarios entre sí, la descarga de una debe producir las de otras que se hallen mas ó menos distantes. Sin embargo, tanto en uno como en otro caso,

el ruido depende siempre de la expansion del aire donde acaba de resultar un vacío parcial, como sucede con las armas de fuego, con el rompe-vejigas, etc. Cuando uno se halla en el punto donde termina el rayo—que cae, segun la expresion vulgar,—el ruido que se escucha no es prolongado, pareciéndose enteramente á un cañonazo, á un

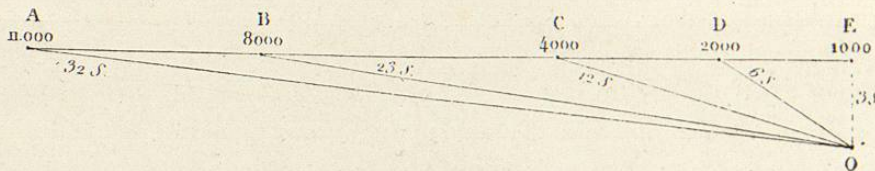


Fig. 196.—DURACION DEL RUIDO DEL TRUENO

disparo de fusil ó de una pistola, segun la intensidad. Uno de los caracteres particulares del trueno consiste en su *estampido*, imitado por el nombre con que se le designa en todas las leguas: *tonnerre, tonitruum, bronté, thunder, donner, trueno*, etc.

Con frecuencia se ha tratado de averiguar á qué se debe el fragor, asaz prolongado á menudo, del trueno. Depende de muchas causas. Consiste la primera en la longitud del relámpago y en la diferencia de velocidad del sonido y de la luz. Supongamos,

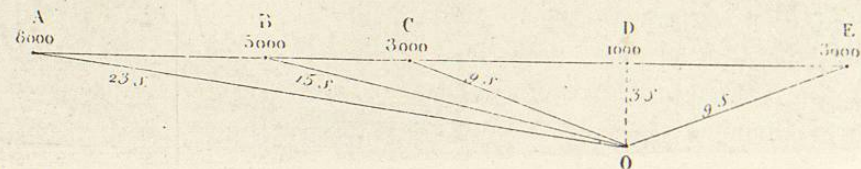


Fig. 197.—PRINCIPIO, AUMENTO Y DISMINUCION DE LA INTENSIDAD DEL TRUENO

por ejemplo, un relámpago horizontal AE, de 11,000 met. de longitud. (Cada kilómetro está representado en la fig. 196 por un centímetro.) El observador situado en O, debajo del extremo E del relámpago, que aparece á un kilómetro de altura, lo verá en toda su longitud en un momento indivisible, y en un momento tambien se formará el sonido en toda la línea del relámpago. Pero las ondas sonoras no llegarán al oído del observador sino á intervalos diferentes. La que parte del punto E, que es el mas inmediato, llegará en 3 segundos, puesto que el sonido recorre 337 metros por segundo. La que se ha formado, en el mismo momento indivisible, en el punto D, á 2,000 metros de O, invierte doble tiempo en llegar. La precedente del punto C, á 4,000, emplea 12 segundos... El sonido formado en B necesita

para llegar el tiempo preciso para recorrer 8 kilómetros, es decir, 23 segundos... Por último, el sonido que sale de A no llegará hasta que hayan transcurrido 32 segundos; por consiguiente, el trueno habrá durado mas de medio minuto hasta extinguirse por completo.

Si, lo que es mas frecuente, el observador no se halla colocado en uno de los extremos del relámpago, sino en un punto cualquiera de su trayecto, oye primeramente el estampido, luego un aumento de ruido y despues una disminucion. En efecto, el sonido que en este caso parte de un punto D situado encima de su cabeza, y á 1,000 metros de altura, tarda solo tres segundos en llegar hasta él; pero los formados de D á E, por una parte, y de C á D, por otra, llegan al mismo tiempo, reunién-

dose en el camino durante nueve segundos, tiempo necesario para recorrer de 1,000 á 3,000 metros. A partir de C, los sonidos llegan extinguiéndose por la distancia, como en el ejemplo precedente, habiendo durado el trueno 23 segundos en lugar de 32.

La duracion del estampido del trueno es muy variable, como todos lo habrán notado. La mayor duracion observada con respecto á un solo relámpago es la de 45 segundos, anotada en Paris por de l'Isle el 17 de junio de 1712. El mismo dia contó 41 segundos con respecto á otra, y el 8 de julio del mismo año, 39. Clasificanse los intervalos comprendidos entre el principio del trueno y entre las diferentes fases de intensidad del estampido, como en el ejemplo siguiente, que es el del 8 de julio:

á 0 segundos,	relámpago;
á 11 »	empieza el trueno poco á poco;
á 12 »	estalla;
á 32 »	cesan los estampidos;
á 50 »	extinguese el ruido suavemente.

La intensidad del trueno presenta variaciones asombrosas. En ciertos casos, las versiones de que hablaremos mas adelante lo comparan al estruendo de *cien piezas de artillería disparadas á la vez*. En otros, solamente se oye como un pistoletazo, y luego un redoble mas ó menos apagado. A veces los estampidos se parecen al estridente rumor que se produce al desgarrar una tela de seda; otras veces, al ruido de un carromato cargado de barras de hierro que vaya dando saltos y tropezones por el empedrado de una calle pendiente, etc.

El mayor intervalo que se ha advertido entre el relámpago y el trueno es el de 72 segundos en Paris, observacion hecha tambien por el astrónomo de l'Isle el 30 de abril de 1712. Despues de este resultado excepcional, el mayor es de 49 segundos que corresponde á 4 $\frac{1}{2}$ leguas. Se ha reconocido en virtud de averiguaciones directas que ninguna tormenta se extiende á mas de 6 leguas, y rara vez á mas de 3 ó 4. Los relámpagos se ven, pero no á tan considerable distancia, hecho tanto mas curioso cuanto que el *rayo de los hombres* se percibe desde

mucho mas léjos. Un cañonazo se oye perfectamente á 10 leguas, y cuando se disparan con piezas de gran calibre, á doble distancia, pudiendo percibirse el cañoneo de los sitios de ciudades ó de grandes batallas hasta 30 leguas y aun mas. Durante el sitio de Paris, los cañones Krupp—que habian merecido una recompensa del Emperador de los franceses en la Exposicion de 1867, y á los que consideran los hombres de Estado de nuestro planeta como el artificio mas expedito de civilizacion,—extendian sus formidables ecos hasta Dieppe, ciudad situada á 35 leguas de Paris. El cañoneo del 30 de marzo de 1814, que sirvió de coronamiento al primer imperio lo mismo que el anterior lo ha servido al segundo, se oyó en el distrito de Casson, situado entre Lisieux y Caen, á 44 leguas de Paris.

Así pues, el rayo fabricado por la mano del hombre se deja oír mucho mas léjos que el rayo de la naturaleza; en cambio es incomparablemente mas perjudicial, y produce mayor número de victimas.

Si el trueno no puede oírse á mas de 6 leguas de distancia, resulta de aquí que si se percibe su estampido cuando el cielo está sereno, no procederá de las nubes situadas mas allá del horizonte visible, porque la vista se extiende á mas de 6 leguas de distancia. Un hombre de regular estatura, de 1^m65, puede ver, si el horizonte está muy despejado, un objeto colocado en el suelo á 4,000 metros ó una legua de distancia. Si la altura es de 500, como por ejemplo, una montaña aislada, lo verá á la distancia de 21 leguas. Si el objeto se halla á 1,000 metros de elevacion, como lo están las nubes cúmulos de nuestros climas, lo veremos hasta á 29 leguas. Por consiguiente, para que un trueno oído estando el cielo sereno proceda de una nube, seria forzoso suponerla á unos treinta leguas de altura, cosa que no sucede nunca. Sin embargo, puede desprenderse la electricidad de ciertas regiones del aire, de nubes invisibles, producir relámpagos y truenos es-

tando el tiempo sereno, cosa que se ha observado alguna vez, aunque es muy rara.

A lo manifestado en este conjunto de observaciones sobre el modo general de ser de los relámpagos y del trueno, podemos añadir que, á pesar de la extraordinaria rapidez, ó mejor dicho, de la instantaneidad de los primeros, se ha conseguido medir su duracion, y probar que no llega á un *diezmilésimo de segundo!* Al efecto se toma un disco de carton dividido desde el centro á la circunferencia en sectores blancos y negros. Este disco puede girar como una rueda, con tanta velocidad como se quiera. Es cosa sabida que las impresiones luminosas permanecen un décimo de segundo en la retina; por consiguiente, imitando un juego de niños que consiste en dar vueltas á un carbon hecho ascua, si se da cada vuelta en un décimo de segundo, como cada una de las posiciones sucesivas del carbon permanece dicho espacio de tiempo impresa en la retina, se verá un círculo continuo. Haciendo girar nuestro disco de rayas blancas y negras, no percibimos ya los sectores, y sí tan solo un círculo gris, cuando cada radio pase por delante de nuestros ojos en menos de un décimo de segundo, pudiendo imprimirse á este aparato una rotacion de cien vueltas por segundo y aun mas. Esto sentado, si se ilumina nuestro círculo de una manera continua, no distinguiremos las



Fig. 198.—MEDIDA DE LA DURACION DEL RELÁMPAGO

líneas, puesto que se suceden en nuestra vista en menos tiempo del que dura la impresion producida por ellas en la retina. Pero si el círculo gira ante nosotros en la oscuridad, y le ilumina de pronto una luz instantánea que desaparece con la misma presteza, la impresion producida en nuestros ojos por cada uno de los sectores du-

rá menos de un décimo de segundo, será casi instantánea, y veremos el círculo *como si estuviere inmóvil*. Imprimiendo al aparato una rotacion calculada, se ha llegado á averiguar que el relámpago no dura un diezmilésimo de segundo.

Como la luz recorre 77000 leguas por segundo, invierte un instante absolutamente inapreciable para llegar desde el sitio donde brota un relámpago, que nunca pasa de algunas leguas. Por consiguiente, vemos el relámpago *en el mismo momento* en que se produce; pero el sonido, segun hemos visto, se propaga muy lentamente, á razón de 337 metros por segundo, de lo cual resulta que no oiremos el ruido del trueno, que estalla al mismo tiempo que el relámpago, hasta que pasen diez segundos, si nos hallamos, por ejemplo, á 3,370 metros de la tempestad, y en su consecuencia cada cuál puede calcular fácilmente la distancia que le separa de esta por el espacio de tiempo que media entre el relámpago y el trueno.

½ segundo de intervalo corresponde á 168 metros.	
1	337 »
2	674 »
3	1,000 »
4	1,350 »
5	1,680 »
6	2 kilóm. »
7	2,3 »
8	2,7 »
9	3 »
10	3,3 »
11	3,7 »
12	una legua. »

Así pues, doce pulsaciones corresponden á una legua.

Como el relámpago abarca una longitud de muchos kilómetros, puede suceder que el sitio donde va á parar el rayo esté muy léjos aun cuando se oiga el trueno inmediatamente despues de aquel, porque el sonido que primeramente se percibe es el que parte de la extremidad del relámpago mas inmediata. Esta es la causa de que el 27 de junio de 1866, durante una tormenta, M. Hirn oyera el trueno inmediatamente despues de brillar el rayo, por mas que este fuese á herir á dos viajeros que se hallaban cobijados bajo un árbol á 5 kilómetros de distancia.

CAPÍTULO III

LOS ESTRAGOS Y FECHORÍAS DEL RAYO

Vamos á penetrar ahora en un mundo maravilloso, mas encantado que el de las Mil y una noches, mas profundo que el antro del Cerbero, mas complicado que el laberinto de Creta, mundo inmenso y fantástico, para cuya descripcion necesitaríamos un volúmen tan grande por lo menos como este. Hasta aquí hemos tropezado con inmensas dificultades para reducirnos á entresacar los hechos mas culminantes de la observacion meteorológica, y para eliminar, bien á pesar nuestro, una multitud de datos y observaciones que hubieran dado á nuestros capítulos una extension desmedida. Ahora las dificultades serán cada vez mayores, porque entre los *millares* de casos asombrosos debidos exclusivamente al rayo, ¿cuáles deberemos elegir con preferencia á otros? ¿cuáles dejar resuelta é implacablemente á un lado? ¿Qué clasificacion, qué método emplearemos para enumerar todas estas diversidades, y dar una idea exacta, que no peque de difusa, de los incomprensibles y pujantes esfuerzos que el sutil fluido eléctrico es capaz de realizar como si jugara y con la rapidez del relámpago?

Nada, absolutamente nada de cuanto puede inventar el ingenio del hombre es capaz de rivalizar con los inconcebibles contrastes y combinaciones mágicas del rayo. No parece sino que este sea un ente sutil que

participe á la vez de la fuerza inconsciente que vive en las plantas, y de la consciente que vive en los animales; es una especie de espíritu elemental, diestro, extravagante, maligno ó estúpido, perspicaz ó ciego, voluntarioso ó indiferente, que pasa de un extremo á otro, y que se distingue por un carácter único y aterrador, insondable y mudo. Con él no cabe explicacion alguna. Es un sér misterioso, que jamás se da á partido: *obra*, y nada mas. No hay duda de que sus acciones, por mas que parezcan personales y caprichosas, están sometidas, como las nuestras, á leyes superiores invisibles; pero hasta ahora no ha sido posible adivinar la causa que las dirige. Aquí, mata y pulveriza en el acto á un hombre, sin que en su traje, respetado por él, se advierta la menor señal de desaliño, ni la mas ligera quemadura. Allí, desnuda enteramente á una persona que se vé de repente envuelta en el deslumbrante fulgor del relámpago, y la deja enteramente en cueros sin causarle el menor daño ni el mas insignificante arañazo. Mas léjos, arrebatada las monedas sin tocar el bolsillo de su dueño; en otra parte, se lleva los dorados de una araña para depositarlos en las molduras que adornan un salon; acá, descalza á un viajero y hace que sus botas vayan á parar á diez metros de distancia, mientras que en la aldea próxima horada por el centro una pila