

TORMENTAS ELÉCTRICAS

Autor: [Giovanni Giovine Henríquez](#)



El rayo es uno de los espectáculos más extraordinarios y peligrosos de la atmósfera. Es impredecible y tiene una vida de pocos segundos. Siempre se presenta brillante, resplandeciente, pero casi nunca sigue una línea recta, sino que describe un camino tortuoso para llegar al suelo, como si se trataran de las raíces de un extraño árbol. Pero otras veces se presenta como una lámina de fuego y, en raras ocasiones, como una esfera intensamente iluminada que queda suspendida en el aire. Generalmente, la chispa eléctrica que llega a tierra recibe el nombre de *rayo*, mientras que la chispa que va de una nube a otra nube, o de la parte alta a la parte baja de la misma nube, se llama *relámpago*, aunque en la vida cotidiana los dos son usados como sinónimos del mismo fenómeno. La aparición del rayo es sólo momentánea, seguida a los pocos momentos por un tremendo chasquido y el retumbar del *trueno*.

En realidad, el rayo es una enorme chispa o corriente eléctrica que circula entre dos nubes o entre una nube y la tierra. Es un efecto parecido al que observamos, en pequeña escala, cuando desenchufamos un artefacto eléctrico en funcionamiento. La diferencia más importante es que esa pequeña chispa sólo salta a través de una fracción de milímetro y que el rayo natural puede cruzar kilómetros de distancia. El rayo, como es de sobras conocido, se origina en los cumulonimbus o nubes de tormenta.

COMO SE PRODUCE EL RAYO

En general, no hay mucho acuerdo entre los científicos acerca de las causas que dan lugar a los rayos. Pero, de todos modos, es un hecho innegable que el rayo representa una descarga o arco entre dos centros de distinta carga eléctrica. Cuando el gradiente de potencial eléctrico entre dos regiones de una nube, o entre una nube y el suelo, excede el valor crítico de unos 10.000 voltios por centímetro (la corriente doméstica moderna posee un voltaje de 220 voltios), se produce una chispa eléctrica de descarga.

Para la comprensión de la electricidad de las tormentas es necesario tener un conocimiento completo del proceso o procesos por los cuales pueden generarse las grandes magnitudes de carga eléctrica que originan los rayos. Existen varias teorías para explicar ese singular fenómeno, pero ninguna ha sido aceptada universalmente.

En principio, se sabe que las partes superiores de las nubes de tormenta poseen carga positiva, mientras que en las partes centrales predominan las negativas. Algunas veces, un pequeño centro cargado positivamente aparece en la lluvia, en la parte inferior de la nube. La región de máxima intensidad de campo eléctrico se halla entre las dos zonas principales de distinta polaridad.

Las teorías que intentan explicar la electrificación de las tormentas pueden dividirse en dos grupos, según que para su tesis requieran la presencia de cristalitos de hielo y precipitación o no. La mayor parte de los meteorólogos opinan que la primera clase de hipótesis es la correcta, puesto que las descargas no se observan, en general, hasta que las nubes no alcanzan un desarrollo bastante notable, con hielo en las capas superiores.

En experimentos de laboratorio se ha demostrado claramente el papel que desempeñan las partículas de hielo en la electrificación de las nubes. Se ha comprobado que cuando se congelan soluciones diluidas de agua, se originan grandes diferencias de potencial eléctrico entre el agua y el hielo. Mientras el hielo adquiere carga eléctrica negativa el agua retiene carga positiva.

Se cree que la formación de los centros de carga en las nubes de tormenta tiene lugar cuando el granizo recoge más agua líquida de la que puede ser congelada al instante. Una vez que se inicia la solidificación, parte del agua que no pasa inmediatamente al estado sólido es arrastrada por la corriente vertical de aire. Las pequeñas gotitas de agua, llevadas hacia arriba, constituyen la porción de carga positiva que corona la nube, mientras que las partículas de hielo más grandes caen hacia alturas menores.

También se ha demostrado que la ruptura de una gota de agua en una fuerte corriente vertical de aire produce una separación de cargas eléctricas. En este proceso las grandes partículas de agua conservan el signo positivo, mientras que el aire adquiere signo negativo. Esta separación conduce a una polaridad opuesta a la que está asociada con los principales centros de carga de las tormentas, pero explica perfectamente el pequeño núcleo positivo cercano a la base de la nube.

Otros físicos sostienen la idea de que la precipitación, y en particular los cristales de hielo, no es necesaria para la formación de los grandes centros de carga en las tormentas. Y aunque sus teorías difieren en principio, ninguna de ellas requiere la presencia de partículas de hielo. Todas están basadas en la captura de iones, diminutas cargas eléctricas en el aire, por parte de las gotitas de nube.

Las variaciones de estas teorías, llamadas de *captura de iones*, son muchas, y existen evidencias de laboratorio que confirman la efectividad de algunas de ellas. Uno de los más fuertes argumentos de sus defensores es que dicen haber observado relámpagos en pequeñas nubes convectivas en las que no existía hielo. Si esas observaciones pueden ser corroboradas, es evidente que las partículas de hielo no son necesarias y que las teorías de captura de iones se harán más sostenibles.

FORMAS Y CLASES DE RAYOS

Como ya hemos dicho, el rayo no se presenta casi nunca como una línea recta que une dos nubes o una nube y tierra. Describe un camino sinuoso, buscando siempre el de menor resistencia para llegar a tierra. Partes de la atmósfera conducen mejor porque poseen mayor cantidad de gotitas de agua, las cuales pueden estar cargadas de electricidad, es decir, ionizadas. En este tipo de aire es muy buen conductor eléctrico y constituye el camino de menor resistencia para el rayo. La chispa se forma en una serie de pasos

consecutivos. Después de algunos de estos pasos puede subdividirse, tomando así el aspecto ramificado que le conocemos.

Normalmente, la electricidad no viaja a través del aire, el cual, muchas veces, es utilizado como aislante, para interrumpir el flujo de electricidad. Se requiere una gran presión eléctrica o voltaje para superar la resistencia eléctrica de un volumen de aire y enviar una chispa a través. Ya hemos señalado que para cruzar un centímetro se requieren más de 10.000 voltios, pero para atravesar una distancia de kilómetros, entre una nube y tierra, por ejemplo, el voltaje ha de ser de millones de voltios.

Cuando el potencial eléctrico entre nube y tierra alcanza el valor disruptivo, se produce una repentina descarga descendente de electricidad. Primero avanza unos 50 metros a una velocidad aproximada de un sexto de la luz. Después de este primer paso hacia abajo, hay una pausa de aproximadamente 100 microsegundos, y entonces se produce una segunda descarga. En una serie de pasos, el borde delantero de la región luminosa avanza hacia el suelo. Esta primera fase del rayo se denomina *guía escalonada*. Puede seguirse con tipos especiales de cámaras fotográficas y se ha comprobado que no transporta cantidades muy grandes de carga eléctrica. En consecuencia, no es muy brillante.

Así que la *guía escalonada* llega a unos 15 ó 25 metros del suelo, hay una súbita irrupción de una enorme cantidad de energía que parece moverse hacia arriba, siguiendo el trazo de la guía. Se denomina *descarga principal*. En menos de 10 microsegundos, la corriente eléctrica puede alcanzar una intensidad máxima de 200.000 amperios. El resultado es un brillante relámpago que, en ciertas circunstancias, puede verse a más de 150 kms de distancia.

En algunos casos pueden haber muchas descargas principales que ascienden por el mismo camino. En lugar de la guía escalonada que precedió a la primera descarga principal, cada una de las descargas principales que la siguen es precedida de una descarga guía secundaria o guías saeta. Se ha descubierto que algunos rayos excepcionales comprenden hasta más de treinta descargas principales individuales, separadas sólo por unas pocas centésimas de segundo.

El ojo humano responde lentamente a acontecimientos tan rápidos, por consiguiente es imposible ver la secuencia constituida por la guía escalonada y la descarga principal, guía secundaria, descarga principal, y así sucesivamente. Cuando veamos un relámpago o rayo, el destello luminoso es casi enteramente el resultado de la descarga o descargas principales.

Algunas veces, las zonas inferiores de la nube de tormenta están ionizadas positivamente y la descarga se produce desde tierra. En este caso, las ramificaciones apuntan hacia la nube.

Las tormentas eléctricas se producen con mayor frecuencia en las regiones ecuatoriales, donde las corrientes ascendentes son más numerosas y la humedad es mayor. Los rayos también pueden originarse durante tormentas de nieve, y aquellas cargas eléctricas son separadas por la fricción entre los cristales de hielo, o en las regiones desérticas, por la fricción entre las partículas de polvo y arenas nubes convectivas en las que no existía hielo. Si esas observaciones pueden ser corroboradas, es evidente que las partículas de hielo no son necesarias y que las teorías de captura de iones se harán más sostenibles.

EL PARARRAYOS

Ya hemos dicho que las nubes de tormenta llegan a cargarse, algunas veces, positivamente en su base. Sin embargo, generalmente son las cargas negativas las que se acumulan en esa zona de la nube. Esa carga negativa de la nube significa que se halla a una tensión negativa (presión eléctrica) con relación a la Tierra, que tiene carga positiva. La presión eléctrica tiende a impulsar las cargas hacia tierra, pero el aire que se interpone normalmente es un mal conductor de la electricidad. De ahí las grandes tensiones necesarias que hemos señalado para que pase una chispa o descarga entre una nube y el suelo.

El paso de la chispa eléctrica es facilitado por la circunstancia de que la tierra que se halla debajo de la nube llega a cargarse con cargas contrarias durante una tormenta. Así, lo hace positivamente si la nube lo está negativamente. Este proceso se denomina *inducción electrostática*.

Las cargas eléctricas negativas se repelen entre sí, de manera que la nube rechaza las de este signo (electrones) existentes en la superficie del suelo, en la zona ubicada debajo de ella misma. El movimiento de electrones puede ser muy escaso, porque la Tierra se compone, en su mayor parte, de material aislante, pero siempre queda una carga positiva inducida sobre el suelo situado bajo la nube de tormenta, de la misma magnitud que la negativa de la nube. Como ambas se atraen, a medida que esta última avanza, descendiendo, también lo hace la zona de carga positiva del suelo, ascendiendo.

El pararrayos corriente es una varilla puntiaguda de metal buen conductor, instalada en la parte más elevada de un edificio y unida por un grueso cable de cobre a una plancha del mismo metal introducida profundamente en la tierra. Los electrones pueden trasladarse fácilmente por el pararrayos, ir desde la carga negativa de la nube que está encima y dejar cargas positivas en la punta del pararrayos, las cuales adquieren tal fuerza y cohesión que ionizan el aire que las rodea. A diferencia de las cargas de la punta, las del aire ionizado pueden ascender hacia la nube, rechazadas por las cargas positivas que quedan detrás del pararrayos y atraídas por las negativas de la nube. Por lo tanto, si el rayo se produce entonces, recorrerá el camino más corto y fácil, que es el que conduce al pararrayos. Y como éste está conectado al suelo, el rayo, al tocar la punta metálica, se descarga a tierra sin causar daños.

Esas moléculas cargadas que ascienden hacia la nube forman un "viento eléctrico" que si alcanza la nube neutraliza su carga negativa e impide que descienda la chispa eléctrica. Por eso la principal ventaja del pararrayos consiste en evitar la producción de la tan temida descarga eléctrica, por lo que su utilidad es doble.