

La generación de rayos en las tormentas

José Miguel Viñas

Artículo publicado originalmente en www.tiempo.com



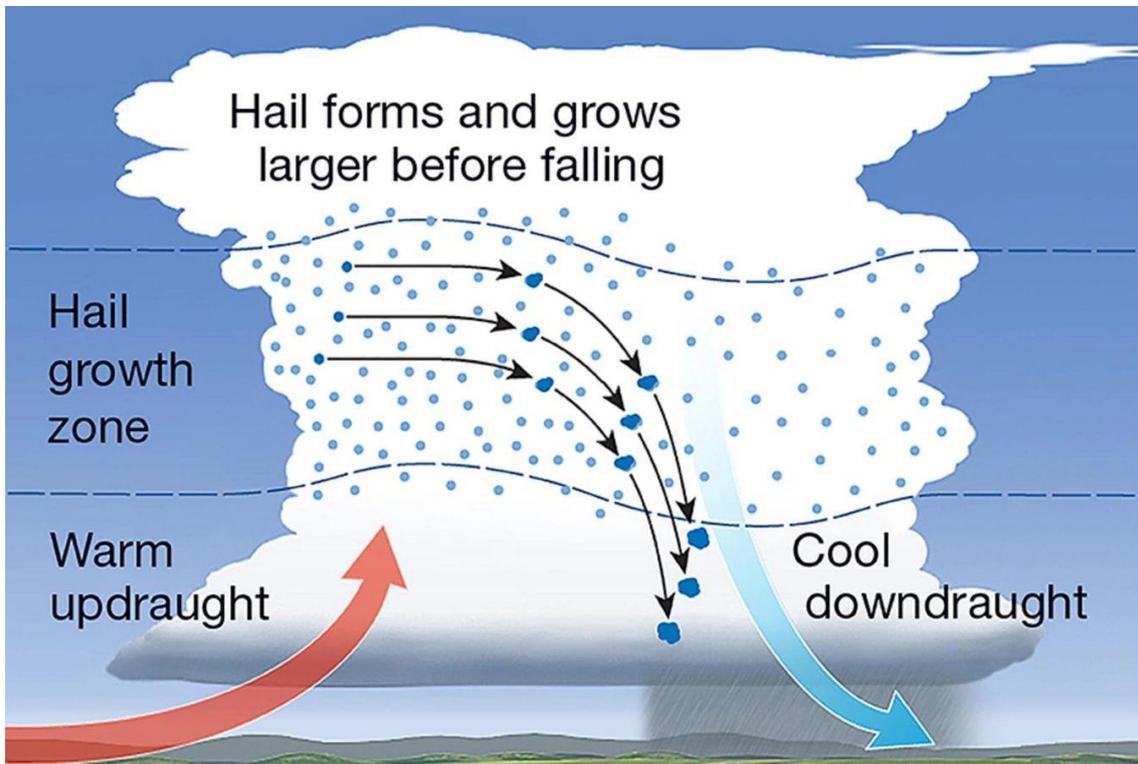
Los rayos que generan las tormentas con la principal manifestación de su actividad eléctrica.

Los rayos que generan las tormentas son uno de los fenómenos más sobrecogedores de la naturaleza. El proceso que culmina en la generación de esas potentes descargas eléctricas pasa por distintas fases. La primera de ellas se inicia cuando el cumulonimbo (la nube de tormenta) comienza a tomar forma. Los rayos para su formación requieren de una separación de cargas en el seno de la nube y la posterior creación de canales en el aire muy ionizado, que son por los que finalmente se producen las descargas eléctricas, cuando se conectan zonas de cargas eléctricas opuestas, entre las que se establecen altas diferencias de potencial.

La separación de las cargas eléctricas

Antes de empezar a gestarse una tormenta, tenemos lo que se conoce como condiciones de buen tiempo. La superficie terrestre está cargada negativamente, en la ionosfera se concentra la carga positiva, y entre ambas superficies (que podemos identificar como las armaduras de un gigantesco condensador esférico [el llamado condensador telúrico]) hay establecido un campo eléctrico que, bajo las condiciones apuntadas, tiene un valor de 125 V/m. El aire es un medio dieléctrico. Al empezar a formarse la nube convectiva que finalmente culminará en un cumulonimbo, las cargas eléctricas positivas y

negativas están distribuidas de manera bastante uniforme en ella, pero a medida que se van formando gotitas de agua superenfriada y los primeros granizos, comienza el proceso de separación de carga, concentrándose las positivas en la parte superior de la nube y las negativas en la inferior.



Esquema con la formación del granizo en una nube de tormenta. Estos hidrometeoros juegan un importante papel en el proceso de separación de cargas eléctricas en el interior de cumulonimbo. Fuente: © Bureau of Meteorology

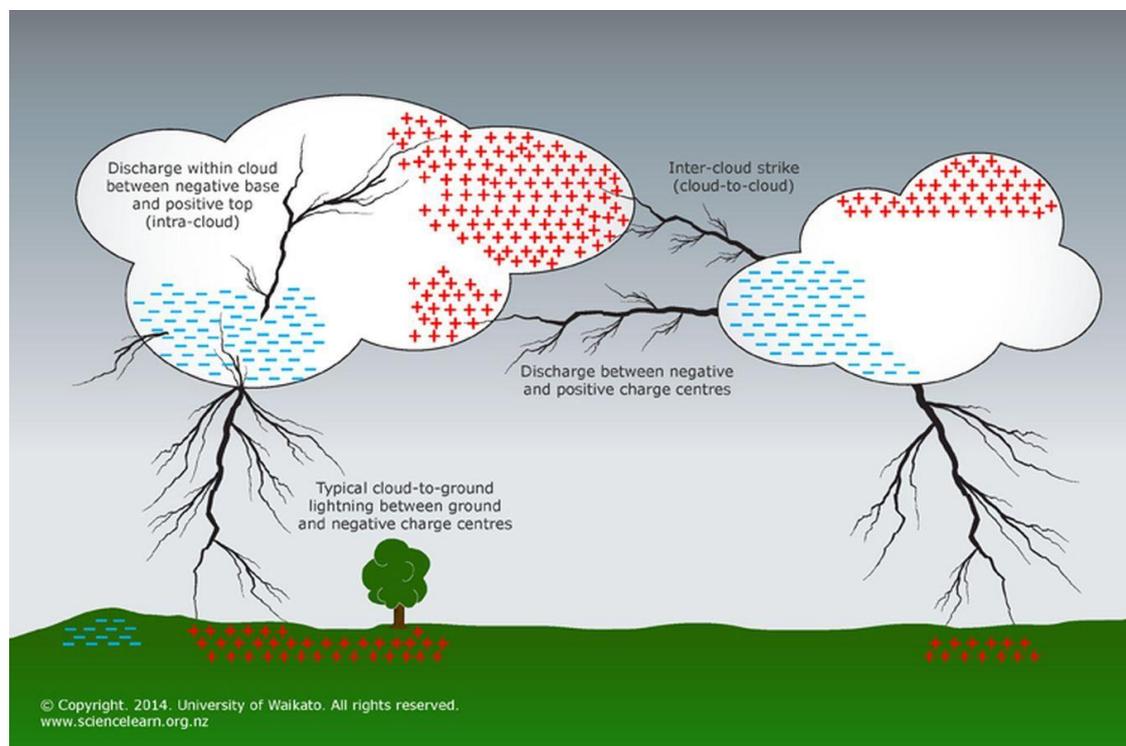
Los granizos y los cristales de hielo presentes en la parte media-alta de un cumulonimbo juegan un papel clave en la formación del conocido dipolo tormentoso, que es modelo conceptual clásico que nos ayuda a entender de forma simplificada cómo se distribuyen las cargas eléctricas en una nube de tormenta. Tal y como señalaba hace años en uno de sus trabajos el físico del aire y especialista en tormentas Joseba Areitio: “*Se ha demostrado que a temperaturas superiores a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (por debajo de los 5000 metros) las partículas de granizo que chocan con los cristales de hielo adquieren carga positiva (+) y estos últimos carga negativa (-). Por debajo de esta temperatura (altitudes superiores a 5000 metros) ocurre el proceso inverso. De esta forma los cristales de hielo, más ligeros que el granizo, son arrastrados por las corrientes ascendentes de aire en el interior de la tormenta hacia la cima del cumulonimbo, formando una región de carga positiva entre 8 y 10 km de altura, mientras que a unos 5 km de altura, en torno a la isoterma de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, se acumula la carga negativa.*”

En estudios más recientes se ha comprobado el importante papel que desempeña la cizalladura vertical en la formación de los granizos y también se ha tirado por tierra la teoría clásica que postulaba que los granizos crecen dentro del cumulonimbo tras sucesivos ascensos y descensos (como una centrifugadora) en el seno de la nube tormentosa, lo que da como resultado la característica estructura en capas de cebollas que presentan al seccionarlos. Aunque los granizos no están estáticos y presentan un

importante estado de agitación, se mantienen aproximadamente en un mismo nivel de la nube. Su mayor o menor crecimiento depende principalmente de lo intensas que sean las ascendencias de aire que, aparte de sustentar los granizos hasta que son lo suficientemente grandes y pesados para iniciar su caída, aportan el vapor de agua y las gotas superenfriadas necesarios para el engorde de las piedras de hielo,

Los distintos tipos de rayos

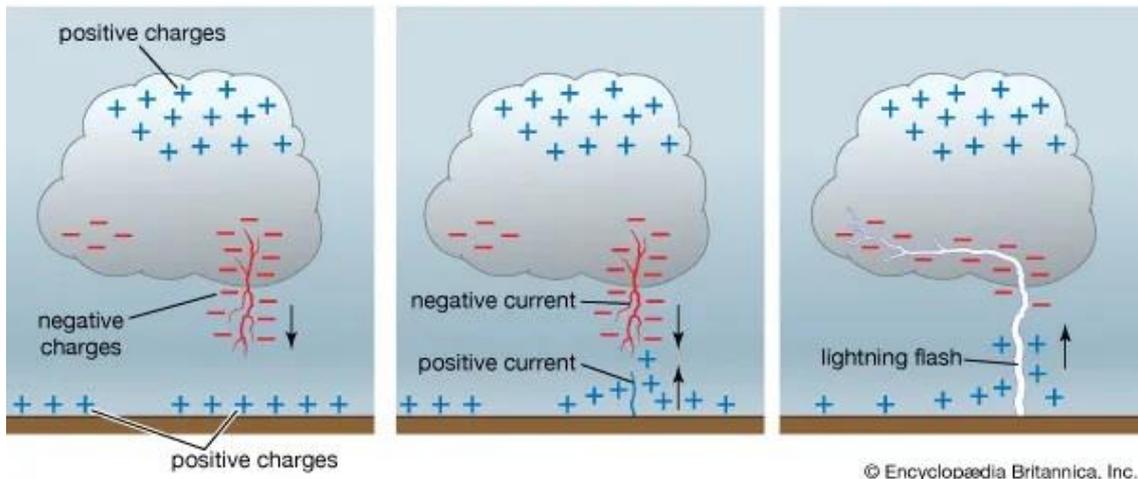
Una vez que en el interior de la nube de tormenta comienzan a separarse las cargas de distinto signo, la acumulación de unas y otras empieza a generar diferencias de potencial eléctrico cada vez mayores, hasta que llega el momento de ruptura y se generan las descargas eléctricas, que son las que se encargan de redistribuir la carga en una búsqueda continua de un equilibrio. En el interior del cumulonimbo la progresiva ionización del aire va creando canales de mínima resistencia eléctrica, que son los que terminan recorriendo las descargas.



Distintos tipos de rayos generados por las tormentas. Fuente: © 2014. University of Waikato.

La mayoría de los rayos que genera una tormenta son intranube, lo que da como resultado los espectaculares relámpagos, que a modo de fogonazos iluminan los cumulonimbos en plena noche. De la nube también escapan rayos, con frecuencia con numerosas ramificaciones (las culebrillas) que terminan su recorrido en una zona de cielo abierto. La intensidad de los rayos que genera una tormenta es enorme, pudiendo llegar a alcanzar hasta los 200.000 amperios. Para hacernos una idea de lo que representa esto, pensemos que un calambrazo con una corriente continua de entre 60 y 100 mA (miliamperios) empieza a ser dolorosa.

How lightning develops



Distintas fases en la generación de un rayo nube-tierra. Fuente: © Encyclopædia Britannica, Inc.

Los rayos nube-tierra son los que suponen una amenaza más directa, ya que su impacto resulta letal en la práctica totalidad de casos documentados. Estos rayos se producen cuando se produce una gran diferencia de potencial entre la base de la nube tormentosa (donde predominan las cargas negativas) y la zona de la superficie terrestre situada bajo ella, donde se ha ido induciendo carga positiva. La ionización del aire entre ambas zonas va dando lugar a un canal de descarga, por el que se va produciendo tanto una incursión de cargas negativas hacia abajo como una de positivas hacia arriba. Cuando el canal se cierra, se produce el rayo nube-tierra: Estos rayos son en su mayoría negativos, pues ese es el signo de la carga que transfieren de arriba abajo. A veces se producen rayos positivos, de mayor intensidad y recorrido, ya que se originan en la parte alta del cumulonimbo y pueden impactar a varios kilómetros de la parte central de la célula tormentosa.