

AC 14 36

A las ciencias físico-naturales, guión número 16. La electricidad, segunda parte. La electricidad, segunda parte.

Se comprueba, mediante varios métodos de medida, que en el aire existe un campo eléctrico vertical, E , de 100 voltios por metro. Y además, estas medidas muestran que cuando la altitud es mayor, el campo sigue existiendo, pero que se vuelve cada vez más débil. Alrededor de los 10 kilómetros, el campo eléctrico es muy pequeño, de modo que la mayor parte de la variación de potencial se produce en las proximidades de la superficie terrestre.

Se estima en 400.000 voltios la diferencia de potencial total entre la superficie y las capas más altas de la atmósfera. Además del potencial, se puede medir la corriente eléctrica en la atmósfera. La densidad de corriente es pequeña, del orden de 10 microamperios por metro cuadrado, pero considerando su producto por la superficie de la Tierra, la corriente total que llega a ella es de 1.800 amperios.

¿De dónde le viene al aire su propiedad de conductor eléctrico? Evidentemente, de la existencia de iones, o sea, átomos no neutros. Primeramente se pensó que dichos iones eran únicamente producidos por la Tierra. Por ejemplo, partículas como las beta salen de los núcleos atómicos y se mueven tan rápidamente que pueden arrancar electrones a los átomos, dejando iones a su paso.

Él lo implicaría, si fuese ésta la única fuente de ionización, que a medida que ascendemos en el aire, la ionización, y por tanto la conductividad del mismo, es menor. A fin de comprobarlo, en 1912 se llevó a cabo una medición en un globo en ascenso y el resultado fue justamente el opuesto. La ionización por unidad de volumen aumenta con la altitud.

Esta investigación llevó al descubrimiento de la radiación cósmica, los rayos cósmicos, que algún día tendremos ocasión de tratar. Ahora diremos simplemente que constituyen una nueva causa de formación de iones, causa exterior a la Tierra. La superficie de la Tierra es eléctricamente negativa y el potencial en el aire positivo.

La densidad de corriente que hemos comentado sería suficiente para descargar la Tierra con gran rapidez, al neutralizarse sus cargas. Sin embargo, dicho campo se mantiene, para lo cual, un flujo de cargas negativas deberá llegar a la superficie para que ese superávit negativo se conserve. Dicha fuente de cargas reside en las tormentas.

El ritmo de carga es de 1800 amperios, igual al de la descarga, como ya hemos dicho, en las zonas de atmósfera despejada. Trataremos de resumir todo el proceso. Llamaremos zona de la tormenta, o simplemente zona, a una región con una superficie límite horizontal en la cual ocurren todos los procesos básicos.

Si tenemos una región de aire caliente y húmedo y algo que lo hace ascender, siempre se

encontrará más ligero que el aire que lo rodea, y continuará subiendo hasta alcanzar grandes alturas. A medida que la burbuja de aire húmedo sube, arrastra tras de sí aire del medio, que se enfría, y no le permite alcanzar las temperaturas altas que antes se estimaban. Cuando este fenómeno se ha puesto en marcha, la corriente de convección llega a ser muy rápida y alcanza los 10.000 kilómetros por hora.

Cuando ha alcanzado la parte más alta de la zona, hay un sobre enfriamiento y, en general, un proceso de formación de hielo que, cuando se hace pesado, comienza a caer arrastrando el aire que encuentra en su trayectoria. Entonces, se inicia la corriente de aire descendente. En la zona misma, hay ráfagas rápidas e irregulares de aire, o sea, turbulencia, pero básicamente, como hemos descrito, tenemos una corriente de aire ascendente y otra descendente.

En el momento en que se inicia la precipitación, con la descendente comienzan los fenómenos eléctricos. Se producen alrededor de 40.000 tormentas eléctricas por día sobre la Tierra. Podemos considerarlas como las baterías que mantienen la diferencia de potencial.

La actividad es máxima en la Tierra a la misma hora absoluta para toda ella, las 19 horas de Greenwich. Se calcula una cifra media de 100 rayos por segundo en todo el mundo. Discutiremos ahora el aspecto más importante para nosotros, el origen de los fenómenos eléctricos, el desarrollo de la separación de las cargas eléctricas.

Diversos experimentos han mostrado que la distribución de cargas en la zona de tormenta es positiva en la parte superior y negativa en la inferior. Aquellas están a 6 o 7 kilómetros de altura y a una temperatura de menos 20 grados centígrados, y las negativas, entre 3 y 4 kilómetros, y a una temperatura entre 0 y menos 10 grados centígrados. Esta parte inferior tiene una carga tan grande como para producir entre la nube y la Tierra una diferencia de potencial de 20, 30 y hasta 100 millones de voltios.

Estos grandes voltajes superan al llamado voltaje de ruptura del aire, aquel que le hace conductor, y crean descargas gigantes. Hay rayos entre zonas de una misma nube, entre nubes y entre una nube y la Tierra. En cada uno de los rayos bajan 20 o 30 coulombios, que la nube regenera enseguida.

En efecto, la tormenta tarda sólo 5 segundos en desarrollar su carga de nuevo, al cabo de los cuales podría siempre, si concurrieran todas las circunstancias favorables, producirse un nuevo rayo. Teniendo en cuenta las cifras dadas de cantidad y de tiempo, se concluye que la intensidad de corriente puesta en juego es del orden de 4 amperios. No se conoce el mecanismo exacto de cómo se produce una tormenta.

Sin embargo, a lo largo de los años se han inventado teorías que dan cuenta, de forma aproximada, de la formación de tal distribución eléctrica. Por ejemplo, una de las más ingeniosas se debe a Wilson, y se refiere a las gotas de agua, aunque el fenómeno también es aplicable al hielo. Rápidamente hagamos un paréntesis para recordar el significado de dipolo eléctrico.

El nombre ya es bastante significativo, y se refiere a un par de cargas cuya separación es pequeña frente a las distancias que nos interesan en el campo eléctrico que se considera. Se puede hablar, por ejemplo, de dipolos atómicos y moleculares. En los primeros, en el átomo en presencia de un campo eléctrico, los protones y los electrones experimentan fuerzas opuestas y se desplazan unos respecto a los otros.

El átomo sigue siendo neutro, pero hay una pequeña separación entre cargas positivas y negativas. Se formó, pues, un dipolo microscópico. En algunas moléculas, aun en ausencia de campo eléctrico alguno, las cargas están un poco separadas debido a la forma de la molécula.

En la del agua que nos ocupa hay una carga negativa sobre el átomo de oxígeno y una positiva sobre cada uno de los dos átomos de hidrógeno, los cuales no están colocados simétricamente. El resultado es una distribución con un poco más de carga de un signo de un lado y la del signo opuesto del otro. Se habla entonces de un dipolo permanente.

La orientación de los mismos en ausencia de campo es al azar. Cuando existe aquel, actúan fuerzas sobre los dipolos y existe una reorientación de los mismos. La gota de agua en el seno de un campo eléctrico de unos 100 voltios por metro cayendo hacia la tierra cargada negativamente se orienta y es positiva la parte de abajo de la gota y negativa la de arriba.

Tenemos, pues, un dipolo menos microscópico. La gota que cae repele a los iones positivos de la atmósfera, que a su vez ascienden arrastrados por el aire que la gota desplaza al descender. Los iones negativos son capturados en cambio por la gota en su parte inferior.

El resultado final es la polaridad de la zona de tormenta, positiva arriba y negativa abajo. Sin embargo, se supone que la propia tormenta, una vez iniciada, ha de ser fuente de iones, ya que por el contrario, aquellos iones existentes en principio en una atmósfera despejada se agotarían. Continuemos nuestra historia.

Las cargas positivas altas suben aún más, dejan la cima de la nube, entran en las altas capas de aire, que es allí mucho más conductor, y se extienden. Lentamente son conducidas hacia la Tierra. Las cargas negativas se derraman de golpe sobre la Tierra en los rayos, y la energía térmica liberada por la descarga produce el trueno.

Y poco más sobre el rayo. En él, la intensidad de corriente tiene un máximo de unos 10.000 amperios, y transporta, hacia abajo, unos 20 coulombios. Por medio de cámaras fotográficas especiales se ha seguido la trayectoria de ese derrame brusco de electrones, y lo que es más importante, de lo que le precede, la formación escalonada de un alambre conductor, que constituye la guía del rayo, propiamente dicho.

Después de unas centésimas de segundo, se produce otra guía, y otra, y otra, que recorre otro y otro rayo, como indicábamos al principio. A veces las cosas son más complicadas, y la guía se ramifica, de modo que se observa el relámpago principal en un lugar, y el secundario en otro. A unos 100 metros de la superficie de la Tierra, los campos se hacen más intensos, y hay

evidencia de que sube una descarga del suelo para encontrar a la guía.

Ello es más evidente, aun cuando se trata de una punta. Hace más de 2.000 años, esto se tenía en cuenta como estrategia militar, y así se nos ha relatado. Ved cómo Dios, con sus rayos, siempre hiere a los animales mayores, y no les permite su insolencia.

Hoy, con toda nuestra sabiduría sobre este tema, sólo podríamos advertir sobre ello menos poéticamente.