

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



La Ciencia, desde Morelos para el mundo

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS:
edacmor@ibt.unam.mx

Todos los artículos publicados en esta sección de La Unión de Morelos han sido revisados y aprobados por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., cuyos integrantes son: Dr. Enrique Galindo Fentanes (Coordinador), Dr. Edmundo Calva, Dr. Hernán Larralde, Dr. Sergio Cuevas y Dr. Gabriel Iturriaga

¿Qué rayos con las descargas eléctricas?

*Jaime de Urquijo
Instituto de Ciencias Físicas,
UNAM-Campus Morelos
Miembro de la Academia de
Ciencias de Morelos, A. C.*

Una de las propiedades importantes de la materia en cualquiera de sus estados es la capacidad para transportar la carga eléctrica, hablándose de que una corriente circula a través de dicho material. En general, nos resulta más familiar pensar en un material conductor cuando éste es un sólido metálico, que cuando se trata de un líquido o un gas. En general, sabemos que los metales son buenos conductores de la electricidad, y también que sólidos como el diamante o el vidrio son extraordinarios aislantes eléctricos. De hecho, actualmente vivimos rodeados de conductores eléctricos –cobre, por lo general- aislados por plásticos u otros materiales aislantes. También sabemos que el agua, entre más sales contenga, es mejor conductora de la electricidad. Así, por ejemplo, la tierra húmeda es un buen conductor, y se la usa como referencia de voltaje, ya sea en pararrayos o en las grandes redes eléctricas. ¿Pero qué evidencia cotidiana podemos tener de un gas conductor? Las hay, y muchas, pero de esto poco se habla en los cursos de electromagnetismo. Por ejemplo, la flama de un cerillo o de la hornilla de la estufa casera es un caso común, ya que en su región caliente hay portadores de carga, es decir, electrones e iones, que vuelven conductora a esa región del gas. Recordemos que los electrones son partículas elementales de carga negativa, que orbitan alrededor de los átomos, y que los iones son átomos o moléculas que han perdido uno o más de sus electrones, dejando al átomo o molécula con un exceso de carga positiva, ya que en su estado neutro los electrones igualan a las protones en el núcleo. A este ión se le llama positivo. También hay iones negativos, que resultan de aquellos átomos o moléculas capaces de capturar un electrón libre. En este caso, el número de electrones excede al de los iones. En el otro extremo de la experiencia cotidiana tenemos al rayo o relámpago que se forma durante las tormen-



Tan débil como la flama de un cerillo, o potente y majestuoso como un rayo, ambos son descargas eléctricas.

tas atmosféricas. Estas estructuras gigantescas, muchas de las cuales ocurren entre las nubes y la tierra, constituyen un canal conductor de electricidad que llega a portar corrientes de miles de amperes, con diferencias de potencial nube-tierra de millones de volts. Para comparar, pensemos que una plancha casera opera con una diferencia de potencial de 120 volts y una corriente de 5 amperes.

En general, el aire atmosférico no es un buen conductor, y prueba de ello son los miles de cables que, por cierto, afean nuestras calles, portando la energía eléctrica necesaria para consumo doméstico, y

entre los cuales no ocurren descargas eléctricas. ¿Cuál es la razón de ello? Pues se debe a la separación que existe entre los cables, que es varias veces mayor a aquella que haría que el aire se volviese conductor. Si los cables se acercan más de este límite, ocurre una descarga entre éstos. De hecho, este fenómeno ha sido muy común en Cuernavaca cuando se inicia la temporada de lluvias, con fuertes ventiscas que acercan los cables entre sí. Cuando esto ocurre, entonces estamos ante un fenómeno físico conocido como la “ruptura del gas”, queriendo decirse con esto que el aire ha pasado de ser un aislante a un conductor de la

electricidad.

¿Y cómo es que se consigue este fenómeno de conducción en los gases? Entre la lista de ingredientes esenciales debemos contar con electrones y/o iones, y además con un campo eléctrico que ejerza una fuerza sobre éstas, y las desplace. Desde luego, también está presente una masa enorme de gas neutro, no ionizado, en este caso aire. El campo eléctrico se origina por la diferencia de potencial o “voltaje” entre los cables, y los portadores de carga, que se encuentran en el aire ambiental, producidos entre otras fuentes por rayos cósmicos o radioactividad natural. Cuando arranca el proceso que inicia la conducción en los gases, al cual se le conoce como “ruptura”, basta con que un electrón ronde la zona de interés para que el campo eléctrico lo acelere a energías tales que se impacte contra alguna molécula constituyente del aire, ya sea ésta oxígeno (21 %) o nitrógeno (79 %), y que a causa del impacto provoque que estas moléculas pierdan uno de sus electrones, es decir, que queden ionizadas, y se genere un electrón libre adicional. Ahora imaginemos, en otro cuadro de la película, que estos dos electrones se impactan contra sendas moléculas, y les desprenden otros dos electrones, teniendo ahora cuatro electrones y tres iones; si esto continúa, tendremos una avalancha que crecerá exponencialmente como 2^n , donde “n” es el número de la colisión. Por ejemplo, después de sólo 20 colisiones, generadas a partir de un solo electrón, tendremos un millón de electrones generados. Si la distancia entre los cables es de medio metro, entonces podrán ocurrir millones de colisiones, lo cual podrá constituir una corriente eléctrica de magnitud considerable. Es importante decir que un electrón en el aire se mueve a una velocidad cercana a los 300,000 km/hr, razón por la cual una descarga intensa puede encenderse en tiempos tan breves como centésimas de segundos. Entonces, dependiendo de las condiciones en que se inicia la descarga, podemos tenerlas débiles, como ésas que conocemos como chispas, u otras muy intensas, como los relámpagos. Para cerrar

este párrafo, no olvidemos que la descarga eléctrica se debe al movimiento de los portadores de carga libres, sean éstos electrones o iones, o ambos, y en la presencia de un campo eléctrico.

En las descargas atmosféricas que nos resultan tan familiares, las trayectorias de los rayos que observamos son aquellas regiones en las que los gases atmosféricos se han ionizado fuertemente, es decir, aquellas en las que el gas se ha vuelto un *plasma*, del cual hablaremos en entregas futuras. Por ahora, bástenos decir que uno de estos rayos puede portar corrientes eléctricas entre los diez mil y cien mil amperes (en órdenes de magnitud). La duración de estas descargas es de sólo unas centésimas de segundo, y la potencia promedio de un rayo de éstos llega a ser de un terawatt (un millón de millones de watts). Estas descargas atmosféricas calientan rápidamente el aire circundante a cerca de 20,000 grados centígrados, comprimiéndolo, y creando una onda de choque que deviene en una onda acústica, que conocemos como el *trueno*. Este espectáculo, siempre novedoso e impresionante, no importa cuántas veces lo hayamos visto, tiene otra característica singular que nos resulta muy familiar: nuestros ojos lo ven mucho antes que nuestros oídos lo perciben. La razón está en que este gas ionizado contiene una enorme cantidad de átomos y moléculas en estados excitados que emiten luz, misma que llega a nuestros ojos, viajando a una velocidad cercana a los 300,000 kilómetros por segundo, en tanto que la gigantesca onda acústica se desplaza a sólo 330 metros por segundo, es decir, casi un millón de veces más lentamente.

Antes de concluir, quiero aclarar al lector que el rayo es sólo un fenómeno entre una multitud de descargas eléctricas, tanto naturales como inducidas. Con la tecnología actual, ha sido posible desarrollar una gran variedad de descargas eléctricas que tienen muchas aplicaciones tecnológicas. Quizás el lector mantenga el interés en este tema si le cuento que entre algunas descargas gaseosas importantes, contamos las que ocurren en la corona solar, las auroras boreales, o bien en las televisiones de plasma y los focos ahorradores de energía, pero esto será tema de otras entregas.