

Aire atrapado: la ciencia meteorológica y climática de las burbujas

José Miguel Viñas

Artículo original publicado en www.tiempo.com



Las burbujas de aire atrapadas en el agua líquida o el hielo nos proporcionan mucha información.

El aire que constituye la atmósfera se incorpora de manera natural a las gotas de lluvia que precipitan en un momento dado y también queda atrapado en grandes cantidades entre los copos de nieve que deja una nevada. En zonas donde la nieve abunda esta se va compactando, llegando a formar en algunos lugares los espectaculares glaciares, cuyo hielo contiene burbujas de aire, más o menos comprimidas, en función del espesor que alcance la masa del glaciar.

El impacto de las gotas de lluvia sobre el agua de los charcos da lugar en ocasiones –no siempre– a la formación de burbujas de aire, que afloran por encima de la superficie del líquido. Existe la creencia popular de que mientras haya gorgoritos o frailes (nombres con el que se conoce también a esas burbujas) no escampará, y sólo empezará a hacerlo cuando éstos desaparezcan.



Gorgoritos provocados por el impacto de las gotas de lluvia al caer

La clave del asunto reside en el aire que atrapan las gotas de lluvia durante su formación y caída, y que termina incorporándose al agua de los charcos que se forman en el suelo. Esas gotas están constituidas por agua fría, cuya temperatura –en el caso de los aguaceros–, apenas supera en unos pocos grados los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que permite la disolución de los gases que forman el aire en dichas gotas. La Ley de Le Chatelier establece que la solubilidad de los gases en los líquidos es inversamente proporcional a la temperatura, por lo que cuanto más alta sea la temperatura del agua, más dificultad tendrá para disolver aire en su seno, dejándolo escapar.

Si pensamos en una tormenta veraniega, el suelo, al encontrarse a bastante mayor temperatura que la región de las nubes donde se forman las gotas, calienta por contacto el agua de la lluvia que se deposita sobre él, de manera que se van formando charcos de agua más caliente que las gotas que impactan sobre ellos. Esto provoca una liberación de los gases disueltos en las gotas, con la consiguiente aparición de las burbujas.

La creencia popular tiene fundamento, ya que si observamos muchos gorgoritos, el agua de las gotas de lluvia estará bastante más fría que la de los charcos, lo que implica que los mecanismos de formación de la precipitación son muy eficientes y, en consecuencia, el chubasco continuará.

Aire atrapado en el hielo

Si pensamos ahora en copos de nieve, la esponjosidad es una de sus señas de identidad. Debido a la extraordinaria ramificación de los cristallitos de nieve que constituyen los copos, al depositarse estos sobre el terreno y formarse el manto nivoso, dentro de él

queda una gran cantidad de aire atrapado. La orientación en todas las direcciones de cada uno de los cristales de nieve hace que la luz se refleje en todas las direcciones y que veamos la nieve con su característica blancura.



Llamativo iceberg de hielo de color azul en la laguna del glaciar Jokulsarlon, en Islandia.

Los glaciares son enormes masas de hielo, dotadas de movimiento, que tienen su origen en la sucesión durante largos periodos de tiempo (siglos, milenios) de nevadas. Cada nevada contribuye al crecimiento del glaciar. La nieve va compactándose por su propio peso, constituyendo el hielo muy endurecido que forma el conjunto de la masa glacial.

Aunque solemos identificar a los glaciares con el color blanco de la nieve, el hielo situado en su parte inferior, más alejado de la superficie, es extraordinariamente compacto y tiene un llamativo color azul. Las burbujas de aire que contiene están sometidas a una elevada presión y cuando ese hielo emerge a la superficie (al desgajarse un iceberg de la parte delantera de un glaciar de los que termina en el mar) y es iluminado por la radiación solar, la dispersión de la luz es idéntica a la que ocurre en el seno de la atmósfera, de ahí la tonalidad azul.

Testigos de un pasado remoto

Esas burbujas de aire atrapadas en hielo que llega a tener decenas e incluso centenares de miles de años de antigüedad proporciona una fuente de información climática muy valiosa, ya que el análisis isotópico de ese aire de una atmósfera primitiva, permite hacer reconstrucciones paleoclimáticas que ayudan a entender cómo se comportó el clima terrestre en épocas remotas.



Cilindro de hielo extraído de la plataforma de hielo Divide de la Antártida Occidental. Crédito: H. Roop, National Science Foundation / NASA.

Desde hace años, se extraen largos cilindros de hielo de Groenlandia y la Antártida, que permiten llegar hasta donde se sitúan los profundos mantos glaciares situados allí. Cada uno de estos testigos o núcleos de hielo tiene un diámetro de unos 10 centímetros y se corta en piezas de entre 2 y 3 metros de longitud, para facilitar su manipulación y transporte, siendo posteriormente almacenado en una cámara frigorífica.

Para trabajar con estos cilindros en el laboratorio, se realizan nuevos cortes, obteniéndose muestras de tamaño adecuado para poder llevar a cabo las distintas medidas. Para saber en qué momento quedó atrapado el aire presente en alguna de esas láminas de hielo se recurre a métodos de datación basados en el análisis de determinados isótopos radiactivos. Es bastante común analizar la proporción entre el carbono 12 (^{12}C) y el 14 (^{14}C); siendo este último el radioactivo y del que se conoce su tiempo medio de vida. También se analiza la composición isotópica de los distintos gases que componen el aire, con el nitrógeno a la cabeza.