

Lo que nos enseñan las burbujas

José Miguel Viñas

Artículo publicado originalmente en www.tiempo.com



Pequeñas burbujas de aire en un vaso de agua. Fuente: <https://pixnio.com/es/>

Son muchas las enseñanzas que nos pueden aportar unas simples burbujas de aire atrapadas en el seno de un determinado volumen de agua líquida o de hielo. Comencemos por una experiencia cotidiana, que seguro que has observado muchas veces. Tras haber llenado un vaso con agua fría del grifo, lo dejamos encima de la mesa de la cocina y nos olvidamos de él. Al cabo de un rato, volvemos donde está el vaso y observamos que, de forma espontánea, han aparecido pequeñas burbujas de aire en el líquido elemento ¿Qué ha pasado? ¿Cómo podemos explicar la aparición de esas burbujitas?

Lo primero que debemos de saber es que al verter agua desde un grifo a un vaso, el citado líquido lleva disuelta cierta cantidad de aire, que se ha incorporado a él tanto en su recorrido a través de las tuberías, como en el tramo final, al salir grifo, durante la operación de llenado. El agua fría del grifo está a una temperatura inferior a la ambiental, lo que permite la citada disolución del aire en el agua, siendo imposible advertir su presencia. Una vez que hemos llenado el vaso y pasa el tiempo, a medida que el agua se va calentando –en su intento por equilibrarse con la temperatura del aire que lo rodea–, aparecen las pequeñas burbujas, debido a que cambian las condiciones de solubilidad y el aire no es capaz de seguir disuelto en el agua. Esto no ocurre si el vaso de agua lo metemos en la nevera, ya que dentro de ella la temperatura es similar a la que tenía el agua en origen, manteniéndose el aire disuelto.



Pompas generadas al impactar las gotas de lluvia en un charco.

Los gorgoritos que vemos que surgen, a veces, en los charcos cuando llueve, como consecuencia del impacto de las gotas de lluvia, tienen su razón de ser en el mismo principio físico. Según la creencia popular, mientras vemos esas pequeñas pompas de aire, no escampará, y sólo empezará a hacerlo cuando desaparezcan. Las gotas de lluvia están constituidas por agua fría (a una temperatura cercana a los 0 °C en el caso particular de los chubascos tormentosos), lo que permite la disolución de los gases que forman el aire en dichas gotas.

Según el principio de Le Châtelier, cuando el proceso de disolución es exotérmico (hay una pérdida de calor, como es el caso), la solubilidad disminuye con la temperatura. El agua de los charcos, en contacto con el suelo está inicialmente a una temperatura muy superior a la de las gotas de lluvia que se van incorporando a los mismos, de manera que los impactos de las citadas gotas provocan la liberación casi instantánea de aire, a través de las burbujas. La creencia popular tiene fundamento, ya que la formación de gorgoritos implica que el agua de las gotas de lluvia está bastante más fría que la de los charcos, lo que ocurre cuando los mecanismos que dan lugar a la precipitación dentro de la nube son muy eficientes. En el momento en que estos empiezan a debilitarse, el agua de las gotas de lluvia (en origen, granizos) no está tan fría, igualándose a la de los charcos, que se fue enfriando en el transcurso del aguacero.



Trozo de un testigo de hielo. Crédito: © NASA Goddard Space Flight Center / Ludovic Brucker.

Pasando ahora del tiempo atmosférico al clima, encontramos en las burbujas de aire atrapadas en los grandes mantos de hielo de la Tierra una fuente de información climática de incalculable valor, ya que el análisis isotópico del aire primitivo aprisionado en el hielo subterráneo, permite hacer reconstrucciones paleoclimáticas que se pueden remontar varios centenares de miles de años hacia atrás en el tiempo. La acumulación de nieve en el suelo va formando una serie de capas, donde va quedando aire atrapado, dada la gran porosidad del blanco elemento. En las zonas polares, la sucesión de innumerables nevadas a lo largo de la historia ha formado enormes mantos de hielo, de hasta 3 y 4 kilómetros de espesor en algunos lugares, como ocurre en el interior de la Antártida, donde las capas más profundas forman un hielo muy duro, que contiene burbujas de aire de la época en que se acumuló la nieve que forma cada una de las capas.

Desde hace años, se extraen largos cilindros de hielo de Groenlandia y la Antártida, que permiten llegar hasta donde se sitúan esas capas heladas tan profundas. Cada uno de estos testigos o núcleos de hielo (*ice core*, en inglés) 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 él 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 “rebanadas de hielo” se recurre a métodos de datación basados en el análisis de determinados isótopos radiactivos. Es bastante común, por ejemplo, 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.