

El agua se puede mantener líquida hasta los 48 grados bajo cero

Un estudio analiza cómo el H₂O, en circunstancias específicas, no se congela por debajo de cero grados

ALICIA RIVERA - Madrid - 30/11/2011

El agua tan abundante en el Universo, esencial para la vida en el planeta Tierra, el principal componente del cuerpo humano, elemento omnipresente en océanos, glaciares, ríos y atmósfera, ya sea en estado líquido, sólido o gaseoso, sigue encerrando muchos secretos para los científicos. Por ejemplo: ¿Qué es lo que determina la mínima temperatura a la que se puede enfriar el agua antes de congelarse formando hielo? Dos científicas de Estados Unidos afirman haber encontrado la respuesta y explican que el agua superfría puede mantenerse líquida hasta una temperatura de 48 grados centígrados bajo cero, muy lejos de los cero grados que se considera normalmente el punto de congelación.

Además, han averiguado que la formación del hielo no está controlada exclusivamente por la temperatura, sino que desempeñan un papel esencial los cambios físicos que se producen en la estructura molecular del agua. Emily B. Moore y Valeria Molinero, investigadoras del departamento de Química de la Universidad de Utah en Salt Lake City (EE UU), explican su investigación, basada en modelización de los procesos de agua en ordenador, en el último número de la revista *Nature*. "Hemos resuelto un rompecabezas muy antiguo acerca de lo que sucede en el agua superfría", afirma Molinero.

La investigación no solo destaca en el ámbito de la ciencia básica, sino que tiene implicaciones prácticas importantes. Por ejemplo, el saber cómo y por qué se congela el agua es un dato crucial para los especialistas en atmósfera que estudian el calentamiento del planeta, porque necesitan determinar cuánta agua está en el aire en estado líquido y cuánta está cristalizada. Esto influye notablemente en la cantidad de radiación solar que absorbe la atmósfera terrestre y, por tanto, es una información clave en los modelos de cambio climático.

El agua líquida es una red de moléculas, cada una formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (el clásico H₂O) unidos por lo que se denomina un enlace de hidrógeno. Las investigadoras de Utah explican que, dependiendo de su temperatura y su presión, el hielo de agua tiene 16 formas cristalinas en que se unen las moléculas unas con otras.

Con sus propiedades extrañas, el agua se comporta de modo muy diferente de otros líquidos. Por ejemplo, el hielo de agua flota, mientras que otras sustancias, al congelarse, se hacen más densas y se hunden. Por eso se forma la capa helada superficial en el océano -en las regiones polares- mientras que se mantiene en estado líquido por debajo y a temperaturas más templadas en las que siguen nadando los peces.

"Uno de los rompecabezas del agua aún no resueltos es qué es lo que determina la temperatura mínima a la que se puede enfriar antes de congelarse y formar hielo", escriben las investigadoras en su artículo publicado en *Nature*.

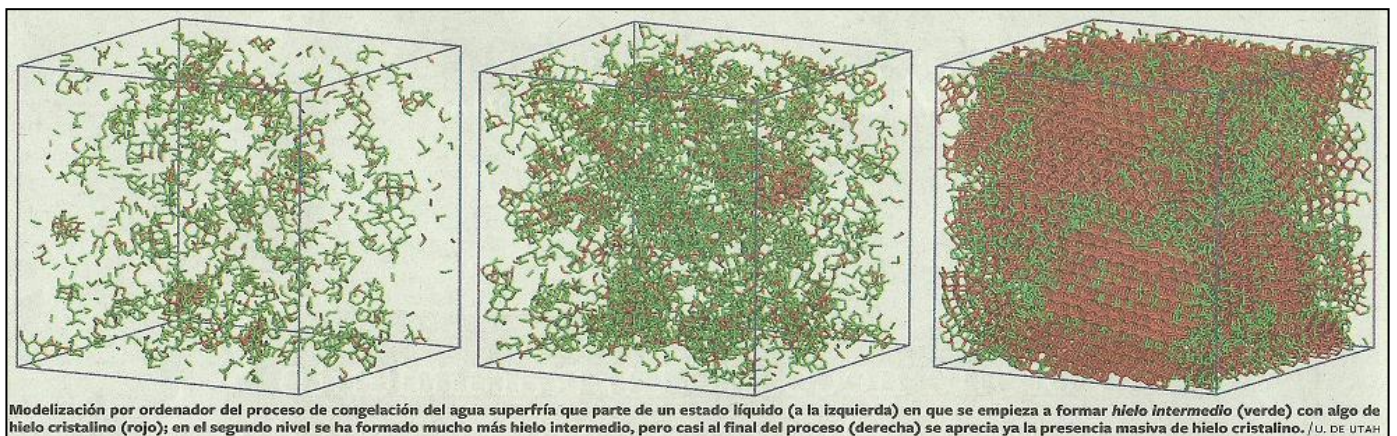
El nivel posible de congelación está muy por debajo de cero grados: se ha observado agua en estado líquido en las nubes a 40 grados bajo cero y se han hecho experimentos que demuestran que puede existir el agua líquida a 41 bajo cero.

Los científicos saben que si el agua está en contacto con otro material o tiene impurezas, estas actúan como núcleos que inducen la cristalización del hielo, y entonces se congelará normalmente a cero grados. Pero el agua pura, sin agentes *nucleadores*, puede mantenerse en estado líquido a muy bajas temperaturas antes de que se produzca el cambio de estado. "Para crear lluvia, tienes que hacer agua líquida a partir de vapor; si tienes agua líquida y quieres hacer hielo, primero tienes que formar un pequeño núcleo o semilla en ese líquido", señala Molinero. "Cuando el agua es muy pura la única forma de formar una semilla es por el cambio espontáneo de la estructura del líquido".

El problema, destaca *Nature*, es que es muy difícil estudiar qué es lo que controla ese proceso denominado de nucleación homogénea del hielo, ya que la cristalización es muy veloz en torno al punto de congelación. De hecho, se había medido la tasa de cristalización del hielo a 41 bajo cero, pero por debajo de esa temperatura el proceso de cristalización es demasiado rápido.

Lo que han hecho Moore y Molinero es investigar ese proceso en condiciones extremas mediante modelización avanzada por ordenador partiendo de datos experimentales.

Aunque han utilizado un nuevo sistema de modelización de la congelación del agua que es 200 veces más rápido que los empleados en estudios anteriores, han necesitado miles de horas de cómputo para simular el comportamiento de exactamente 32.768 moléculas de agua (muchas menos de las que forman una pequeña gota) para determinar los cambios (la capacidad térmica, la densidad y la compresión) del agua al superenfriarse y simular la velocidad de cristalización del hielo.



Su resultado muestra que, al aproximarse los 48 grados bajo cero, hay un incremento notable de la proporción de moléculas de agua enlazadas a otras cuatro moléculas formando tetraedros. "El agua se está transformando en otra cosa, y esa otra cosa es algo muy parecido al hielo, una especie de hielo intermedio", explica Molinero.

"Se produce una inusual caída de la densidad", añade la investigadora, "y un igualmente inusual incremento de la capacidad térmica y de la capacidad de compresión, lo que explica que el agua sea más fácil de comprimir a medida que se enfría, a diferencia de otros líquidos. Esta poco corriente termodinámica coincide con los cambios del agua líquida en la estructura de los tetraedros".

En resumen, que los cambios en la estructura física son los que controlan la tasa de formación del hielo a partir de agua líquida y que 48 bajo cero es la temperatura más baja a la que puede permanecer el agua antes de congelarse obligatoriamente.