

# L'aigua, aquest líquid estrany

L'aigua no sempre es congela a 0 °C. En algunes plantes s'ha observat aigua líquida a -47 °C i, al laboratori, s'ha aconseguit de mantenir líquida fins a -92 °C. La Universitat de Barcelona proposa una explicació i cerca conclusions aplicables a l'estrany comportament d'algunes proteïnes.



**D**os àtoms d'hidrogen i un d'oxigen. D'aquesta manera tan simple es pot construir el líquid més important que coneixem, l'aigua. L'aigua cobreix gairebé tres quartes parts del nostre planeta i és part fonamental de tots els éssers vius. En alguns casos arriba a representar fins el 90% de la massa d'alguns organismes. Precisament aquesta vinculació amb la vida, en part gràcies a la seva gran capacitat de dissoldre un gran nombre de composts, fa que sigui la molècula més buscada pels astrobiòlegs, els científics que estudien l'existència de vida fora de la Terra. Malgrat tractar-se d'una de les substàncies més abundants

i quotidianes, l'aigua presenta un seguit de propietats ben diferents de la majoria de líquids que coneixem.

En primer lloc, les seves propietats tèrmiques fan que sigui capaç d'absorbir o cedir grans quantitats de calor sense variar gaire la seva temperatura. Això fa que l'aigua sigui un dels agents reguladors de temperatura més important del planeta i també permet que les cèl·lules dels éssers vius puguin tolerar intercanvis de calor importants sense rebre danys irreversibles. A més, la gran cohesió entre les seves molècules fa que es tracti d'un líquid gairebé incompressible, de manera que, en alguns organismes com els cucs, pot actuar

com una mena d'esquelet. Però les molècules d'aigua no tan sols s'adhereixen entre elles sinó que també tenen una gran capacitat d'adhesió a altres molècules. Aquest fet és responsable del fenomen de la capil·laritat, gràcies al qual les plantes, desafiant la gravetat, poden absorbir l'aigua del sòl a través de les arrels i obtenir els nutrients per créixer i desenvolupar-se.

Sens dubte, però, una de les propietats més curioses de l'aigua és la variació de la seva densitat amb la temperatura. La majoria de substàncies líquides guanyen densitat a mesura que es refreden, de manera que es produeix una estratificació que manté les parts més fredes de



El comportament de l'aigua a baixes temperatures no és tan homogeni com sembla. Pot presentar dues densitats diferents.

líquid a sota de les parts més calentes. Amb l'aigua passa això mateix fins que s'arriba als quatre graus centígrads positius. Per sota d'aquesta temperatura, el refredament redueix la densitat de l'aigua. Això fa que l'estratificació d'aigua freda (per sota de quatre graus) es produeixi amb l'aigua més freda a la part superior i l'aigua més calenta a la part inferior. Si es continua refredant l'aigua estratificada d'aquesta manera, els zero graus s'assoliran sempre en primer lloc a la superfície, perquè serà allà on hi haurà l'aigua més freda. Aquest fet és el responsable que es pugui patinar sobre un llac glaçat, perquè permet que el gel es formi a la superfície, i tam-

bé que l'aigua sota la capa superficial de gel es mantingui a temperatures superiors a zero graus i, per tant, líquida, i permeti l'existència de peixos i més organismes. Aquesta propietat també explica l'anècdota que tots hem experimentat alguna vegada de veure com una ampolla d'una beguda es rebenta quan es congela: el gel, menys dens, ocupa més volum que el líquid, i no cap dins el recipient, que s'acaba trencant.

**Líquida fins als -100 °C.** Un dels altres fenòmens peculiars que s'observen en l'aigua és la capacitat de mantenir-se, en certes condicions, en estat líquid fins a temperatures baixíssimes. En algunes plantes s'ha observat aigua líquida a -47 °C, i al laboratori s'ha pogut observar que l'aigua es pot mantenir líquida fins als -92 °C. A més, quan s'estudia l'aigua en estat líquid i a temperatures tan baixes, s'observa un fet molt curiós. L'any 2000 van aparèixer els primers experiments que demostraven que l'aigua líquida, quan és sotmesa a condicions tan extremes de temperatura, presenta dues configuracions amb densitats diferents. Els científics encara no saben, però, si aquestes configuracions es poden considerar com dues fases diferents, de la mateixa manera que l'aigua a zero graus es pot trobar en forma líquida i sòlida a la vegada. Tal com explica l'investigador Giancarlo Franzese, del Departament de Física Fonamental de la Universitat de Barcelona, "el fet és que arriba un punt en què el líquid no és homogeni i hi ha regions de densitat més alta i regions de densitat més baixa, una diferència que està relacionada amb l'estructura molecular de l'aigua. Per poder explicar aquest fenomen s'han proposat dues hipòtesis que aporten les mateixes prediccions teòriques i que, experimentalment, fins ara no s'han pogut provar".

Això és degut al fet que, sovint, és complicat de reproduir les condicions experimentals amb prou precisió per a obtenir dades fiables. Aquest és el cas de les condicions en què s'hauria de produir aquesta mena de canvi de fase de l'aigua. Segons una de les hipòtesis, el canvi de fase s'hauria de produir de manera immediata, mentre que, segons l'altra, el canvi tindria lloc més gradualment. La dificultat per resoldre aquest

problema radica en el fet que el comportament de les variables observables de l'aigua que permetrien de verificar les hipòtesis és molt semblant en ambdues explicacions i, per tant, es fa molt difícil de decidir quina és la resposta correcta.

**Una nova variable.** En aquest context, l'investigador de la Universitat de Barcelona, Giancarlo Franzese, juntament amb els seus col·laboradors, H. Eugene Stanley i Pradeep Kumar, del Center for Polymer Studies del Departament de Física de la Universitat de Boston, ha publicat un estudi que pot ajudar a decidir què passa realment a l'aigua a temperatures tan baixes. El treball, publicat a la prestigiosa revista científica *Physical Review Letters*, estudia la dinàmica de l'aigua líquida a molt baixa temperatura i a pressions diferents mitjançant càlculs teòrics i simulacions numèriques. "La importància del nostre resultat –explica el professor Franzese– és que proposem una variable que pot ser mesurada experimentalment i que té un comportament clarament diferenciat en cadascuna de les dues hipòtesis."

#### **Proteïnes a baixa temperatura.**

A primera vista, com succeeix moltes vegades en ciència, podria semblar que aquest és un problema de poca rellevància, perquè l'aigua líquida a -100 °C no és gaire comuna. Però en ciència, qualsevol resultat és important i és susceptible de ser útil en uns altres camps i aplicacions. En aquest cas, la comprensió del comportament de l'aigua a baixes temperatures es podria utilitzar per explicar el comportament d'algunes proteïnes. Recentment s'ha observat que algunes proteïnes experimenten un canvi en la dinàmica quan arriben a temperatures molt baixes. "Aquest fet –aclareix Franzese– fa pensar que hi podria haver alguna relació entre el comportament de l'aigua i el de les proteïnes a baixa temperatura". I qualsevol coneixement nou sobre les proteïnes, unes de les unitats fonamentals a partir de les quals opera la vida, de segur que serà benvingut en camps tan importants actualment com la bioquímica o la biomedicina.

Toni Pou