

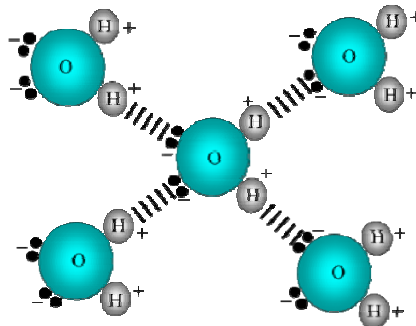
¿Qué es lo que realmente contiene el agua?

De Martín Piña

Para saber qué es lo que realmente contiene el agua, primero debemos saber qué es el agua y sus principales propiedades físicas y químicas; recordemos que el agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido, compuesto de dos átomos de hidrógeno unidos covalentemente a un átomo de oxígeno.

En un enlace covalente, los electrones se comparten entre los átomos; en el agua, este compartir no es equidistante, ya que el átomo de oxígeno atrae los electrones más fuertemente que los átomos de hidrógeno. Esto induce una distribución asimétrica de cargas, es decir, la molécula de agua es polar y la polaridad del agua le permite disolver sustancias polares e iónicas.

Las moléculas de agua interactúan entre sí mediante puentes de hidrógeno. El enlace puente de hidrógeno es una atracción que existe entre un átomo de hidrógeno (carga positiva) con un átomo de oxígeno, que posee un par de electrones libres (carga negativa).

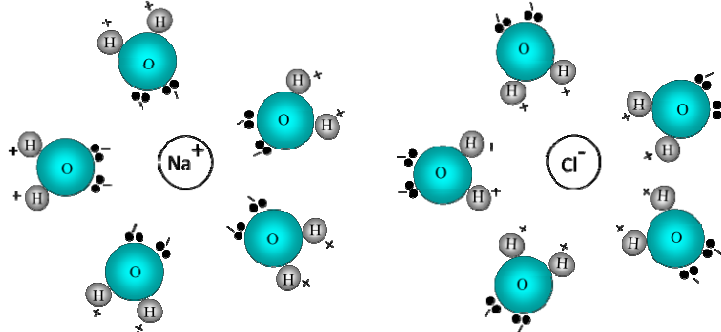


Los puentes de hidrógeno que existen entre las moléculas de agua explican el incremento del punto de fusión, punto de ebullición, densidad, viscosidad, capacidad calórica, etcétera, ya que las moléculas se encuentran unidas entre sí. La atracción entre moléculas trae como consecuencia una alta tensión superficial.

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el **disolvente universal**. Esta propiedad, tal vez la más importante para la vida, se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno.

En el caso de las disoluciones iónicas, los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, quedando "atrapados" y recubiertos de moléculas de agua en

forma de iones hidratados o solvatados. En la figura se muestra la disolución de sal común (cloruro de sodio), que está formada por dos iones: sodio (Na^+) y cloro (Cl^-).



La capacidad disolvente es la responsable de que sea el medio donde ocurren las reacciones del metabolismo.

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible. Al no poder comprimirse, puede funcionar en algunos animales como un esqueleto hidrostático.

El calor específico del agua también está en relación con los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas de agua. El agua puede absorber grandes cantidades de "calor", que utiliza para romper los puentes de hidrógeno, por lo que la temperatura se eleva de manera muy lenta. Esto permite que el citoplasma acuoso sirva de protección ante los cambios de temperatura. Así se mantiene la temperatura constante.

El elevado calor de vaporización también se debe a los puentes de hidrógeno. Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y después dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética como para pasar de la fase líquida a la gaseosa. Para evaporar un gramo de agua se requieren de 540 calorías, a una temperatura de 20°C y presión de una atmósfera.

Recordemos que la vida en el planeta empezó en el océano, que la sustancia más abundante en una célula es el agua (70% de su peso), que la mayoría de las reacciones intracelulares ocurren en un ambiente acuoso y que todos los organismos vivos están diseñados sobre la base de las propiedades básicas del agua (polaridad y su capacidad de formar enlaces de hidrógeno).

Por las razones antes descritas, el agua, además de ser un elemento vital, también se contamina con mucha facilidad, y dicha contaminación puede ser de origen natural o antropogénica (por el hombre). La contaminación antropogénica la podemos clasificar de acuerdo con su origen: urbano, industrial y agrícola.

Cuando el agua es contaminada por el hombre, ésta puede llevar una infinidad de compuestos que resultan muy tóxicos para salud tanto del mismo hombre como para cualquier otra forma de vida. Dicha contaminación puede ser de origen orgánico e inorgánico. Los contaminantes orgánicos (materia orgánica) están compuestos básicamente de carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y fósforo, y dentro de los inorgánicos figuran los metales pesados tóxicos (plomo, arsénico, cadmio, mercurio, cromo hexavalente, etcétera), sales disueltas y diversas sustancias químicas. Es por eso que existen normas que regulan los contaminantes que tienen las descargas de agua a cuerpos receptores; en caso de que esto no se cumpla, los responsables están sujetos a sanciones.

El agua pura no existe en la naturaleza, ya que debido a su gran capacidad de disolver sustancias; cuando se encuentra en contacto con diferentes tipos de minerales en el subsuelo (agua subterránea), éstos son disueltos en el agua; cuando se extrae de los mantos acuíferos, siempre lleva elementos disueltos en mayor o menor medida, en función del tipo de minerales del suelo. El agua superficial (ríos, lagos, lagunas) es la más susceptible de ser contaminada de forma natural y/o por el hombre.

Consumo de agua con arsénico

La contaminación del agua por arsénico también puede ser de origen natural, como la actividad volcánica o la erosión de depósitos minerales subterráneos, y superficiales o antropogénico. El hombre ha contaminado no sólo el agua superficial o la extraída del subsuelo, sino también los mantos acuíferos, con diversos elementos tóxicos, incluidos los metales pesados.

En diversas regiones del país y del mundo, el agua subterránea que se extrae (pozos) mediante bombeo para ser destinada al uso y consumo humano se encuentra contaminada con arsénico, debido básicamente al contacto del agua con minerales como la arsenopirita (FeAsS), que es el más común, pero se puede encontrar en aproximadamente 245 minerales (WHO, 1981), como sulfuros, arsenatos metálicos y arseniuros.



Arsenopirita

El arsénico es el vigésimo elemento más abundante en la corteza de la Tierra, no tiene sabor, ni olor.

La Organización Mundial de la Salud (WHO) y la Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA) establecen como límite máximo permisible 10 microgramos por litro (10 $\mu\text{g/L}$) de arsénico en el agua que se destinada al consumo humano y la modificación del año 2000 a la norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 establece un máximo permisible de 25 $\mu\text{g/L}$ de arsénico.

La ingesta de agua con arsénico con concentraciones mayores a los permitidos provoca diversas enfermedades, como la hiperqueratosis, pigmentación, cáncer, neurotóxicas, cardiovasculares, cianosis (pérdida de circulación), conjuntivitis y miocarditis.



Consecuencias del consumo de agua destilada

El agua de forma natural contiene elementos disueltos (sales), los cuales se encuentran disociados, es decir, hay iones con carga eléctrica negativa (aniones) y positiva (cationes), que se encuentran en equilibrio. Algunos de los aniones en el agua son los carbonatos (CO_3^-), nitratos (NO_3^-), cloruros (Cl^-), fluoruros (F^-), sulfatos (SO_4^-), etcétera, y cationes como el calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+), entre otros.

Cuando se eliminan las sales disueltas en el agua, aplicando un proceso de separación como la destilación o la ósmosis inversa (proceso de membrana), se pierde el equilibrio entre los aniones y cationes, y por lo general el agua se torna ácida por la prevalencia del dióxido de carbono (CO₂); al eliminarle los iones como el calcio y magnesio, se reduce la dureza del agua. El agua destilada carece de dureza y alcalinidad, y resulta muy agresiva.

Por este motivo, suele hacerse un proceso de postratamiento al agua, mediante el cual se aportan determinadas sustancias como calcio, magnesio y bicarbonatos, ajustándose su equilibrio calcio-carbónico.

La remineralización del agua se lleva a cabo mediante la adición de diferentes sales, como el hidróxido de calcio (Ca(OH)₂), hidróxido de sodio (NaOH) y carbonato de calcio (CaCO₃), entre otros.

El agua desmineralizada se puede estabilizar poniéndola en contacto con calcita (CaCO₃), cuya reacción es la siguiente:



No se recomienda tomar agua destilada porque absorbe minerales valiosos del organismo, creando grandes desequilibrios en el mismo; es decir, el agua destilada “roba” minerales a la flora intestinal y a los diversos sistemas biológicos del organismo, entre ellos los huesos, articulaciones y médula ósea.

Si el agua ha pasado por un proceso de desmineralización para eliminarle algunos elementos nocivos para la salud, es necesario estabilizarla nuevamente con otros elementos que no causen daños al organismo para poder ingerirla.