



### 4.3 Los puentes de hidrógeno en las moléculas de agua

Si observamos algunas propiedades del agua, como peso molecular, punto de fusión, punto de ebullición, vemos que son bien diferentes si las comparamos con los valores que presentan aquellas sustancias que forma el hidrógeno con los demás elementos del grupo del oxígeno, tales como  $\text{H}_2\text{S}$  (ácido sulfhídrico),  $\text{H}_2\text{Se}$  (ácido selenhídrico) y  $\text{H}_2\text{Te}$  (ácido telurhídrico).

Como podemos ver en la tabla de la figura 19, los valores para el agua son comparativamente elevados a pesar de que se pensaría que fueran muy cercanos entre sí. ¿Cuál es la razón? La explicación la encontramos en un tipo especial de enlace que se forma entre las moléculas de agua y no así entre las demás sustancias.

La carga parcial negativa ( $\delta^-$ ) que se forma sobre el oxígeno debida a los electrones sin compartir de una molécula de agua, genera un campo de atracción por la carga parcial positiva ( $\delta^+$ ) del átomo de hidrógeno, de otra molécula de agua. Dicho enlace se conoce como **enlace o puente de hidrógeno**.

Siempre, al cambiar de estado, se tiene que suministrar energía calórica para vencer y romper las fuerzas de atracción existentes, lo cual explica las diferencias tan notorias en los puntos de fusión y ebullición que existen entre el agua y los demás compuestos de hidrógeno con los elementos del grupo VI de la tabla periódica ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ).

### 4.4 La solubilidad

Otra propiedad que se puede explicar mediante la polaridad y los enlaces de hidrógeno del agua es la **solubilidad**. Cuando hablamos de líquidos, inmediatamente pensamos en el agua. El agua es considerada como un **solvente universal**. Muchas sustancias inorgánicas, como las sales, y otras orgánicas, como los alcoholes y carbohidratos, se disuel-

ven en el agua gracias a la polaridad y los enlaces de hidrógeno que existen en las moléculas de agua. Muchas reacciones metabólicas no serían posibles sin la presencia de agua.

Propiedad	Peso molecular (g/mol)	Punto de fusión °C	Punto de ebullición °C
$\text{H}_2\text{O}$	18	0	100
$\text{H}_2\text{S}$	34,1	-86	-61
$\text{H}_2\text{Se}$	81,0	-66	-41
$\text{H}_2\text{Te}$	129,6	-49	-2

FIG. 24 Comparación de algunas propiedades físicas del agua con los compuestos formados entre el hidrógeno y los elementos del grupo del oxígeno (VIA).

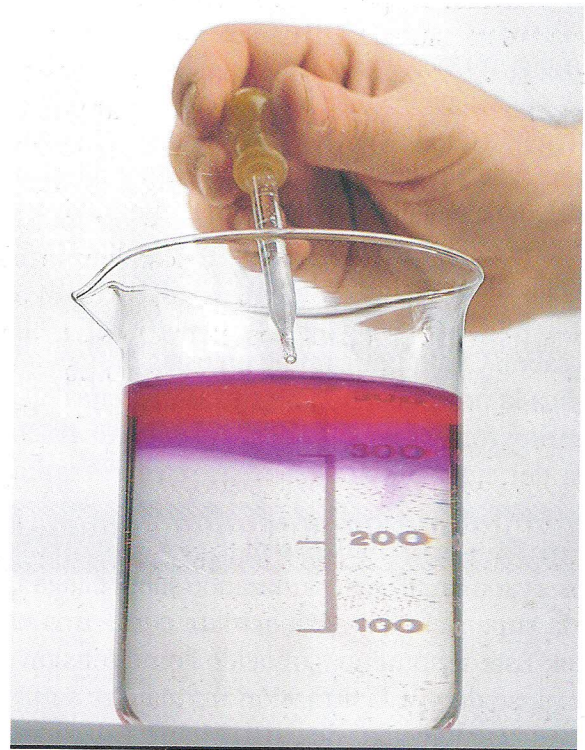


FIG. 25 El agua se considera como solvente universal, porque son muchas las sustancias que se disuelven en ella.

### + datos

Cuando tomas un vaso de bebida gaseosa, estás ingiriendo una mezcla que tiene básicamente agua, colorantes, saborizantes y dióxido de carbono. Los químicos nos dirían que bebemos una solución acuosa en la que el solvente es el agua y el soluto principal, el gas  $\text{CO}_2$ . Cuando dejamos la botella abierta, observamos que el gas se escapa irremediablemente; lo que sucede, en verdad, es que el  $\text{CO}_2$  disminuye su solubilidad en agua al aumentar la temperatura, y queda una escasa cantidad de gas dentro del líquido, es decir, una solución diluida.

### 4.5 Otras propiedades del agua

Algunas propiedades del agua, aunque no dependen directamente de su estructura, tienen que ver con su naturaleza. Estas son algunas de ellas:

- **Densidad.** A  $4^{\circ}\text{C}$  y a 1 atm de presión la densidad del agua líquida es  $1\text{ g/mL}$ . Esto quiere decir que, en 1 mL de agua encontramos una masa de 1 g, bajo estas condiciones de temperatura y presión.

La densidad del agua varía con la temperatura. Así, por ejemplo, a  $20^{\circ}\text{C}$  la densidad del agua es  $0,998\text{ g/mL}$ . Sin embargo, cuando el agua cambia del estado líquido al sólido, en vez de contraer su volumen, como ocurre con el resto de los líquidos, se expande, disminuyendo su densidad. Esto se debe a que las moléculas se reorganizan en agregados moleculares, que ocupan más espacio.

A  $0^{\circ}\text{C}$  la densidad del agua líquida es de  $0,99987\text{ g/mL}$ , comparada con la densidad del hielo, que a esa misma temperatura es  $0,917\text{ g/mL}$ . Esta es una de las razones por las cuales el hielo flota sobre el agua. Se ha calculado que la fracción del hielo observado sobre la superficie del agua apenas corresponde al 8% del total, es decir, que se encuentra sumergido el 92% de la masa total. Esto explica por qué resulta tan peligroso el encuentro de un barco con un iceberg.

- **Apariencia.** El agua pura es incolora, y no tiene olor ni sabor. Cualquier cambio en estas propiedades significa la presencia de impurezas disueltas en ella. Es importante resaltar que la mayoría de las impurezas del agua provienen de agentes contaminantes producto de la actividad humana.

- **Tensión superficial.** Seguramente alguna vez has observado un insecto caminando sobre el agua, como si la superficie del agua actuara como una capa de piel. Este fenómeno, conocido como tensión superficial, se debe a la atracción mutua que se presenta entre las moléculas de agua. Mientras las moléculas que están debajo de la superficie del agua experimentan una fuerza de atracción entre sí y en todas las direcciones, las moléculas que se encuentran en la superficie experimentan una fuerza de atracción con otras moléculas de la superficie y con las que están ubicadas inmediatamente debajo de ellas. Esto crea un desequilibrio de fuerzas, cuyo resultado es una mayor tensión sobre la superficie del agua. La tensión superficial de un líquido hace que una gota de ese líquido tenga forma esférica.

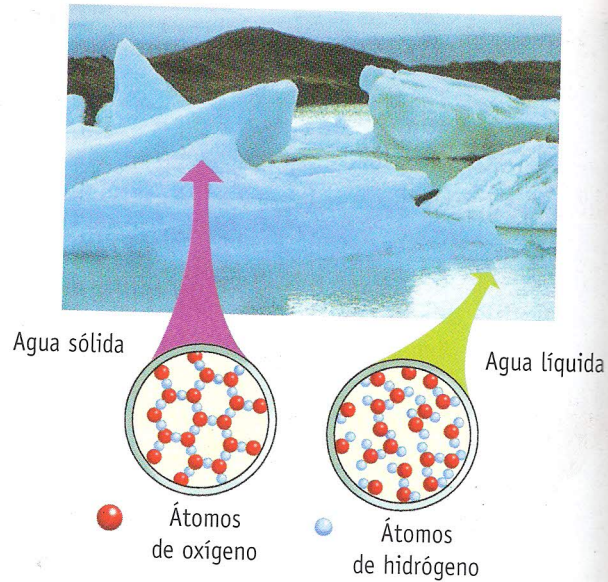


FIG. 26 El hielo es menos denso que el agua líquida, gracias a que las fuerzas de atracción intermoleculares forman agregados tridimensionales, que ocupan más espacio.

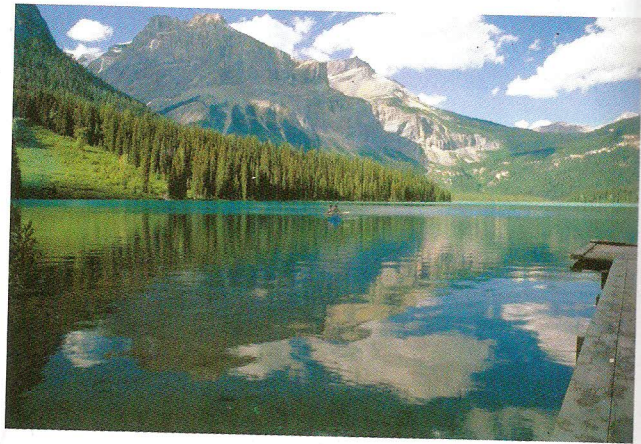


FIG. 27 La naturaleza se encarga de purificar el agua por medio de la evaporación y la condensación, por la acción bacteriana y por la filtración en el suelo.

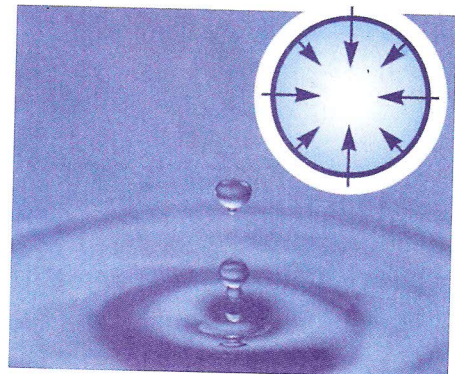


FIG. 28 Las gotas de agua son esféricas debido a su elevada tensión superficial.

## LOS GASES EN LA MEDICINA



La cámara hiperbárica es una herramienta muy útil en medicina para el tratamiento de problemas como accidentes de descompresión, por ejemplo, en prácticas de buceo e intoxicación por inhalación de humo, entre otros.

El estudio de los gases y de los fenómenos relacionados con estos ha permitido el desarrollo de múltiples técnicas, procedimientos y aparatos muy útiles en el tratamiento de diversas enfermedades y cuadros clínicos. Un ejemplo ilustrativo de esto es una técnica conocida como **oxigenoterapia hiperbárica o OHB**. La OHB consiste en la administración de oxígeno puro al paciente, dentro de un recinto hermético llamado **cámara hiperbárica**, donde es posible aumentar la presión por encima de 1,3 atmósferas. La mayor presión del aire dentro de la cámara produce una mayor disolución de oxígeno en la sangre y un aumento de hasta 15 veces en el flujo de oxígeno a los diferentes tejidos del cuerpo. Gracias a esto, la OHB es muy útil para mejorar y acelerar la recuperación de músculos y otros tejidos, luego de lesiones o accidentes. Anteriormente, cuando un deportista sufría una torcedura o contracción muscular, tenía que pasar varias semanas en recuperación. Hoy día, unas cuantas sesiones en la cámara hiperbárica producen una recuperación completa.

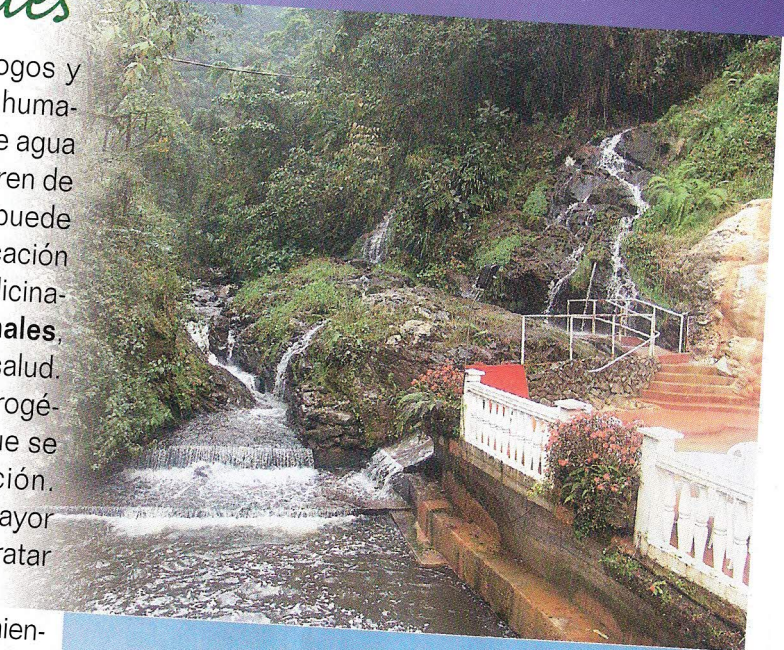
Otra situación clínica donde este procedimiento es muy útil es en el tratamiento de los niños recién nacidos afectados por una enfermedad conocida como "enfermedad de la membrana hialina", la cual se caracteriza por una deficiencia respiratoria debida a la falta de expansión de los alvéolos pulmonares. Un suministro extra de oxígeno a través de la cámara hiperbárica produce el restablecimiento de la función pulmonar y la supervivencia de los bebés.



# AGUAS *medicinales*

Médicos, higienistas, nutricionistas, cosmetólogos y todos aquellos que se preocupan por la salud humana recomiendan el consumo diario de abundante agua pura, pues todas las funciones biológicas requieren de este líquido. Sin embargo, el agua también puede absorberse a través de la piel, por lo que la aplicación tópica o en baños de ciertos tipos de aguas medicinales, como las llamadas **aguas minero-medicinales**, tiene efectos muy beneficiosos sobre nuestra salud. Las aguas minero-medicinales son mezclas heterogéneas de compuestos inorgánicos y orgánicos, que se encuentran ya sea en suspensión o disolución. Dependiendo de los compuestos presentes en mayor proporción, estas aguas se recomiendan para tratar diferentes afecciones:

- **Aguas cloruradas:** contienen cloruro y se recomiendan para tratar enfermedades de la piel y trastornos del aparato locomotor, ya que ejercen un efecto analgésico, anti-inflamatorio y aumentan el flujo sanguíneo.
- **Aguas sulfurosas:** contienen azufre y se encuentran en suelos fangosos. Se usan para tratar reumatismos y mejorar la recuperación luego de operaciones del aparato locomotor. También se recomiendan en caso de anemia, neuralgia, inflamaciones alérgicas y enfermedades respiratorias como el asma. Estas aguas están contraindicadas en casos de hipertensión.
- **Aguas sulfuradas:** también contienen azufre y se destacan por su olor, semejante a huevos podridos. Están indicadas principalmente para problemas reumáticos, dermatológicos y respiratorios crónicos (como la laringitis, la rinitis, la bronquitis y el asma).
- **Aguas radiactivas:** contienen radón gaseoso, un derivado del radio que no resulta perjudicial para la salud. Por el contrario, están indicadas en afecciones de los sistemas endocrino e inmune, así como trastornos respiratorios, reumatológicos y dérmicos. Resultan muy beneficiosas en tratamientos antiestrés, depresiones y alteraciones del sistema nervioso, ya que el radón tiene características sedativas y analgésicas.



*Los baños termales y de lodo son algunas de las formas empleadas para aprovechar las propiedades medicinales del agua.*