

## I-3

# EL AGUA

### IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LOS SERES VIVOS

El agua es el líquido más abundante de la corteza y uno de los pocos líquidos naturales. No es de extrañar entonces que el agua sea una sustancia esencial en los seres vivos. El agua es el componente más abundante en los medios orgánicos, los seres vivos contienen por término medio un 70% de agua. No todos tienen la misma cantidad, los vegetales tienen más agua que los animales y ciertos tejidos (por ejemplo: el tejido graso) contienen menos agua -tiene entre un 10% a un 20% de agua- que otros como, por ejemplo: el nervioso, con un 90% de agua. También varía con la edad, así, los individuos jóvenes tienen más agua que los adultos (la carne de ternera es más tierna que la de vaca).

El agua en los seres vivos se encuentra tanto intra como extracelularmente. El agua intracelular, la que está en el interior de las células, representa 2/3, aproximadamente, del agua que contiene un ser vivo y el agua extracelular representa el tercio restante. Esta última se encuentra bañando las células o circulando en forma de sangre, linfa, savia, etc.

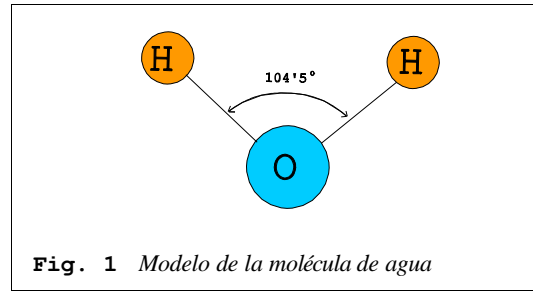
En los seres unicelulares y en los organismos acuáticos el agua es además su medio ambiente.

El agua no es un simple medio ni una mera fase inerte, es un líquido muy reaccionable. Interviene en muchas reacciones químicas, bien como reactivo o como producto de la reacción, y resulta imprescindible para la estabilidad de muchas sustancias biológicas, por ejemplo, las proteínas.

Por último diremos que la vida se originó hace más de 3500 millones de años en el medio acuático y las condiciones de aquel ambiente primitivo imprimieron un sello permanente en la química de los seres vivos. Todos los seres vivos han sido diseñados alrededor de las propiedades características del agua, tales como su carácter polar, sus enlaces de hidrógeno y sus elevados puntos de fusión, ebullición, calor específico y tensión superficial.

**ALGUNAS PROPIEDADES DEL AGUA**

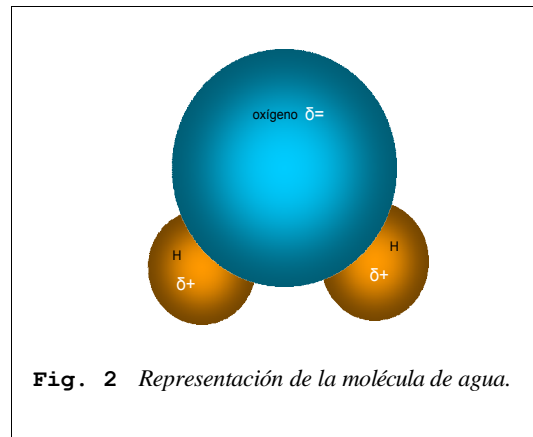
Masa molecular.....	18 da
Punto de fusión.....	0°C (a 1 atm)
Punto de ebullición ....	100°C (a 1 atm)
Densidad (a 4°C).....	1g/cm <sup>3</sup>
Densidad (0°C).....	0'97g/cm <sup>3</sup>



**ESTRUCTURA QUÍMICA DEL AGUA**

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En el agua existen también los productos resultantes de la disociación de algunas de sus moléculas: el ión H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> y el OH<sup>-</sup>.

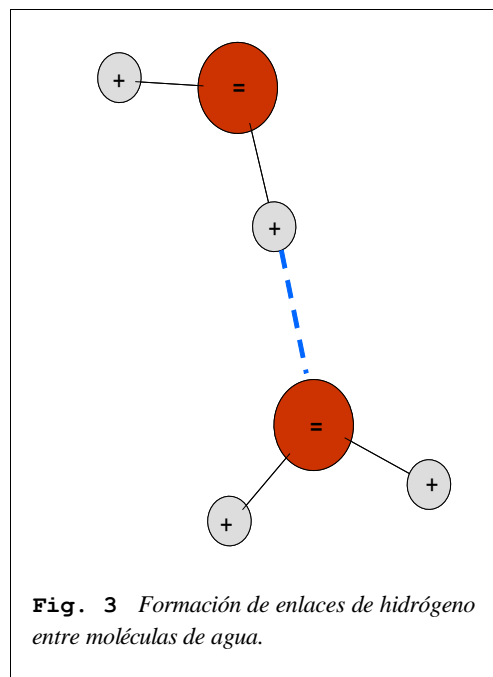
En la molécula de H<sub>2</sub>O los enlaces covalentes entre el oxígeno y los dos átomos de hidrógeno forman un ángulo de 104'5°. Además, el átomo de oxígeno atrae hacia sí los electrones del enlace covalente. Esto hace que la molécula presente un exceso de carga negativa en las proximidades del átomo de oxígeno y un exceso de carga positiva en los átomos de hidrógeno. Por lo tanto, cada molécula de agua es un dipolo eléctrico.



**ESTRUCTURA QUÍMICA DEL AGUA COMO SUBSTANCIA**

Al ser las moléculas de agua dipolos eléctricos se establecen enlaces de hidrógeno entre el átomo de oxígeno de una molécula y los átomos de hidrógeno de las moléculas vecinas. Estos enlaces de hidrógeno se forman y se escinden a gran velocidad, aunque su estabilidad disminuye al elevarse la temperatura.

Debido a estos enlaces las moléculas de agua se mantienen unidas - **cohesividad** - y el agua es líquida a temperaturas a las que otras sustancias de masas moleculares similares como el CH<sub>4</sub> y el H<sub>2</sub>S son gaseosas. De la cohesividad dependen también una serie de propiedades del agua de gran importancia para los seres vivos.



## COHESIVIDAD DEL AGUA

La **cohesividad**, debida a los puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua, es responsable de importantes características del agua y de muchas de las funciones que el agua cumple en los seres vivos. Así, son debidas a la cohesividad:

- Fenómenos como el de la **capilaridad**, que permite la ascensión de la savia a través de los finísimos conductos que forman los vasos leñosos en las plantas.

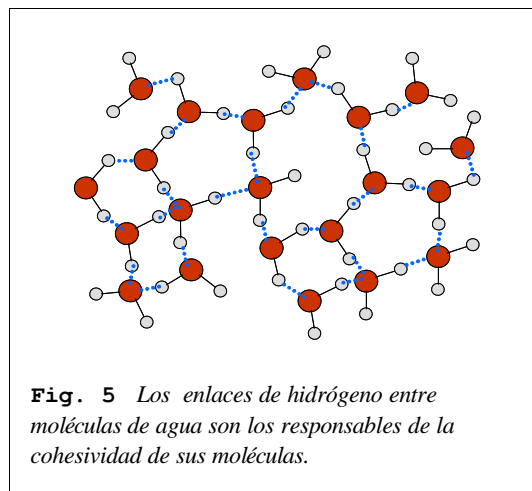
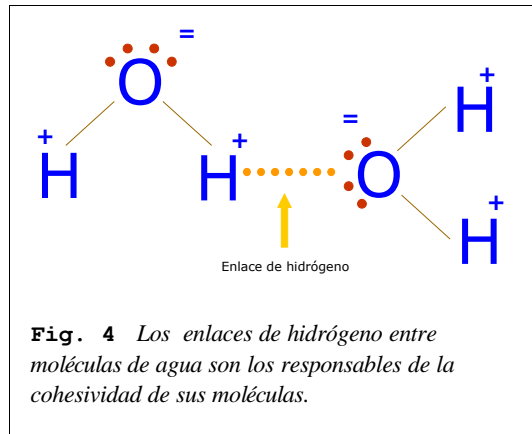
- Es también responsable de que el agua sea un líquido prácticamente incompresible capaz de dar volumen y turgencia a muchos seres vivos (p.e.:gusanos) y por ejemplo, es la responsable del esqueleto hidrostático de las plantas.

- También es responsable de la elevada tensión superficial del agua; propiedad que permite las deformaciones del citoplasma celular y los movimientos internos en la célula.

- Como ya se ha dicho es la responsable de los elevados puntos de fusión y ebullición del agua. Otras sustancias de masas moleculares parecidas son gaseosas a temperaturas en las que el agua es líquida. El hecho de que el agua sea líquida en su mayor parte a las temperaturas que se dan en la Tierra ha posibilitado el desarrollo de la vida en nuestro planeta.

- De su elevado calor específico: cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una cierta masa de agua. Esto hace que el agua almacene o libere una gran cantidad de calor al calentarse o al enfriarse; lo que permite que el agua actúe como amortiguador térmico, evitando bruscas alteraciones de la temperatura y evitando de esta forma que, por ejemplo, algunas moléculas como las proteínas, muy sensibles a los cambios térmicos, se alteren.

- Su elevado calor de vaporización: cantidad de calor necesario para evaporar un gramo de agua es también debido a la cohesividad, pues para pasar del estado líquido al



gaseoso es necesario romper los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua.

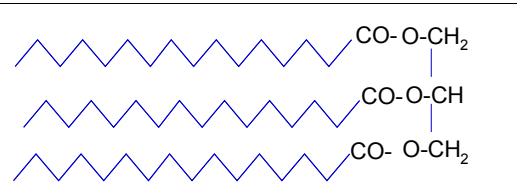
Estas dos últimas propiedades son de gran importancia a la hora de regular la temperatura en muchos seres vivos, por ejemplo: la sudoración.

**SOLUBILIDAD**

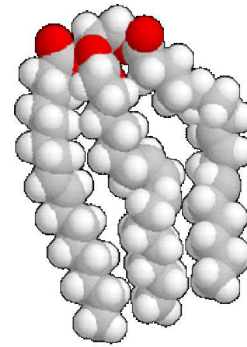
El agua es un buen disolvente de los compuestos iónicos. Esto es debido a que el agua es una sustancia polar. Las moléculas de agua se disponen alrededor de los iones positivos con la parte negativa de su molécula hacia ellos y en el caso de los iones negativos les enfrentan la parte positiva. También son solubles en agua las sustancias polares, por ejemplo: los glúcidos; normalmente, estas sustancias tienen una elevada proporción de oxígeno. Por el contrario, aquellas sustancias orgánicas que presentan una elevada proporción de hidrógeno y pocos átomos de oxígeno son poco solubles en agua; por ejemplo: los lípidos.

Algunas sustancias tienen una parte de su molécula que es soluble en agua (hidrófila) y otra parte insoluble (hidrófoba). Estas sustancias se dice que son **anfipáticas**. Las sustancias anfipáticas, cuando están en un medio acuoso, orientan su molécula y dan lugar a la formación de micelas, monocapas o bicapas.

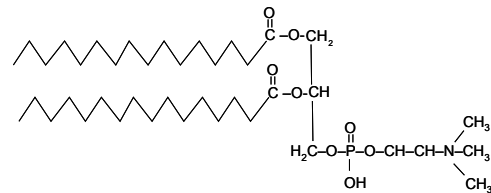
Las grandes moléculas, como las proteínas, si son solubles en agua, forman un tipo especial de disoluciones denominadas disoluciones **coloidales**. Las disoluciones coloidales van a poder estar en dos estados: **sol** y **gel**. En el estado de sol predomina la fase dispersante, el agua, por ejemplo, sobre la fase dispersa y la solución es más fluida. En estado de gel predomina la fase dispersa, por ejemplo: la proteína, sobre la fase dispersante, y la solución es más viscosa. El paso de un estado a



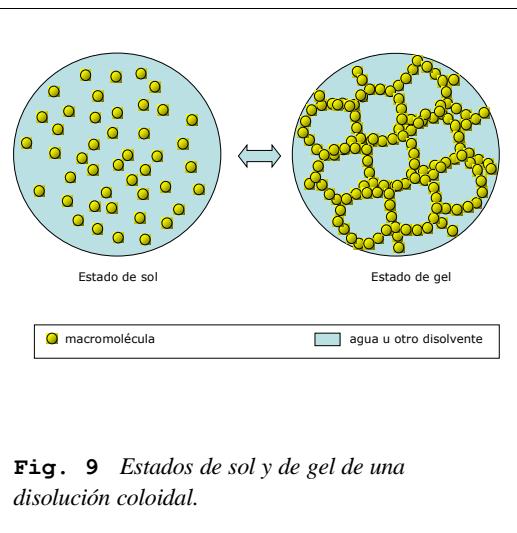
**Fig. 6** Los triacilglicéridos (grasas neutras) son sustancias muy insolubles en agua.



**Fig. 7** Modelo de triacilglicérido (grasa neutra). Estas sustancias tienen pocos grupos polares y una gran proporción de -CH- y poco oxígeno.

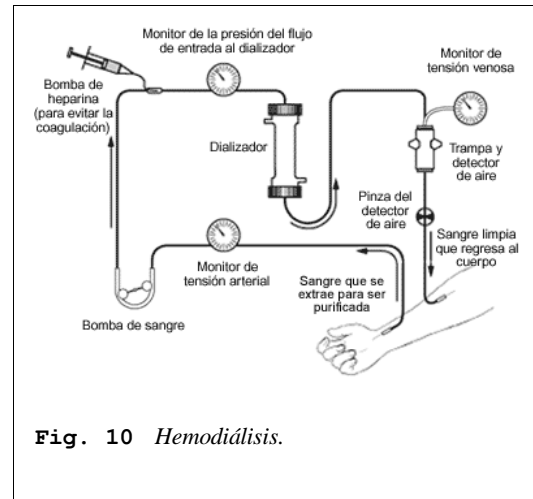


**Fig. 8** Los fosfoglicéridos son sustancias anfipáticas.



**Fig. 9** Estados de sol y de gel de una disolución coloidal.

otro es reversible y diversos factores físicos y químicos pueden hacer que una solución pase de un estado a otro sin necesidad de variar la concentración de soluto. Estos factores pueden ser: el pH, la temperatura o una alteración en la concentración de determinados iones presentes en el medio. Los soluciones coloidales pueden separarse por **diálisis** por medio de membranas cuyos poros sólo permiten pasar las moléculas de pequeño tamaño y no las partículas coloidales.



**IONIZACIÓN Y pH**

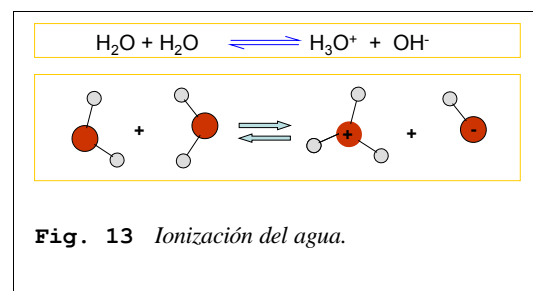
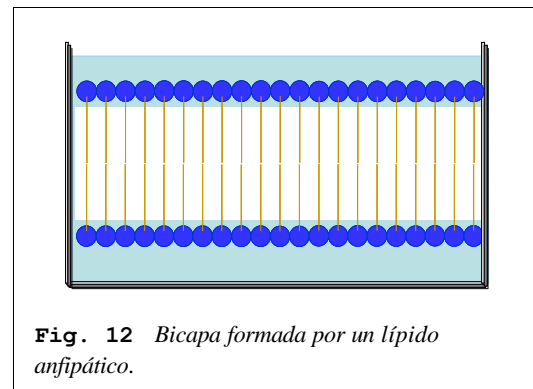
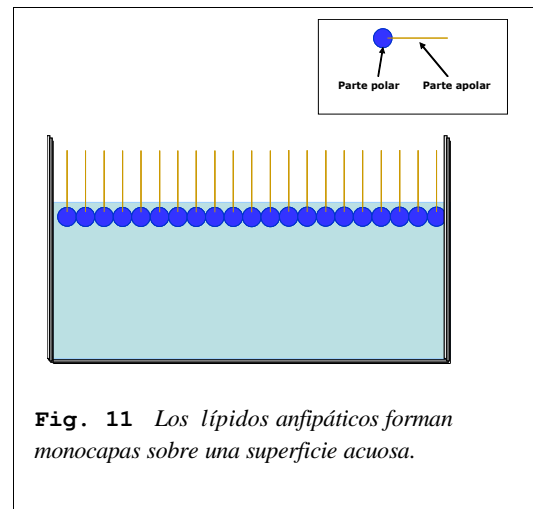
Parte de las moléculas ( $10^{-7}$  moles por litro de agua,  $1 \text{ mol} = 6.023 \times 10^{23}$  moléculas) están disociadas (ver en la figura 13 la ecuación de ionización del agua).

Las sustancias ácidas al disolverse en agua se disocian y producen iones  $H^+$  que aumentan la concentración de iones  $H_3O^+$  del medio. Las sustancias básicas se disocian también produciendo iones  $OH^-$  que se unen a los iones  $H_3O^+$  formándose dos moléculas de agua, por lo que la concentración de iones  $H_3O^+$  del agua disminuye.

La concentración de iones  $H_3O^+$  del agua se puede tomar, por lo tanto, como una medida de su acidez, si es alta, o de su basicidad, si es baja. El pH se define como el logaritmo decimal negativo de la concentración de iones  $H_3O^+$  de una disolución. En el agua pura (neutra) la concentración de protones es de  $10^{-7}$  moles por litro (pH=7). Por lo tanto:

- si el pH < 7, la disolución será **ácida**;
- si el pH = 7, será **neutra**;
- si el pH > 7, será **básica**.

Puede decirse, a modo de ejemplo, que el pH de la sangre es ligeramente básico (pH=7.37) mientras que el del estómago es fuertemente ácido (pH=1).



Las variaciones del pH son de gran importancia en muchos procesos biológicos de la célula. Así, por ejemplo, en los procesos de acumulación de energía en el ATP o en la activación de las enzimas de los lisosomas.

### EL AGUA COMO SUSTANCIA REACCIONABLE

El agua participa activamente en los procesos químicos que se dan en la célula, pues es en sí misma una sustancia muy reaccionable. Así:

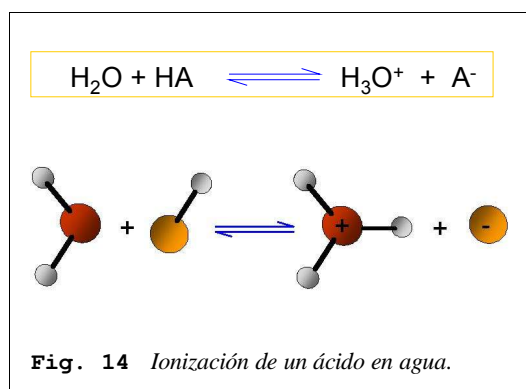


Fig. 14 Ionización de un ácido en agua.

- En las reacciones de **hidrólisis**. Se trata de la rotura de un enlace covalente por la adición de H y OH a los átomos que están unidos entre sí. De esta manera se separan, por ejemplo, los aminoácidos que forman las proteínas cuando estas se hidrolizan; el H y el OH se unen al nitrógeno y al carbono que forman el enlace peptídico en un proceso similar, pero inverso, al de la formación del enlace. Algo parecido ocurre con otros enlaces como con el glicosídico o con el enlace éster.
- El agua puede ser adicionada a un doble enlace formándose una función alcohol.
- El agua tiene también una gran importancia en la fotosíntesis por ser la sustancia que repone los electrones que se utilizan en los procesos de síntesis de sustancias orgánicas.

### SOLUCIONES AMORTIGUADORAS<sup>1</sup>

*Los procesos químicos que se dan en la célula producen sustancias que alteran el pH del medio celular. Ciertas sustancias actúan como **amortiguadores** del pH o **tampones** evitando que éste sufra grandes variaciones. Así, por ejemplo, el ión bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) actúa como tampón en los medios orgánicos. Si el pH es ácido habrá un exceso de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Estos serán captados por el ión  $\text{HCO}_3^-$  que se transformará en  $\text{H}_2\text{CO}_3$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , con lo que el pH aumentará. El  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , a su vez, se descompondrá en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . El proceso se desarrolla a la inversa si hay pocos iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ . El ión bicarbonato actúa como un tampón eficaz para valores de pH en las proximidades de 7, que es el pH de la sangre. En los medios intracelulares el tampón más frecuente es el ión fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ).*

<sup>1</sup> Los textos en letra itálica suelen ser textos de ampliación o de aclaración y no entran en los exámenes.

## LAS SALES MINERALES

Podemos encontrarlas disueltas en los medios celulares internos o externos, o precipitadas en huesos y caparazones. Cuando están disueltas se encuentran disociadas en cationes y aniones. Los principales cationes y aniones presentes en los medios orgánicos son:

- Cationes:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ .
- Aniones:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{NO}_3^-$

La proporción de iones, y sobre todo de cationes, debe mantenerse constante en los medios orgánicos pues ciertos cationes tienen efectos antagónicos. Por ejemplo, el  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{K}^+$  tienen funciones antagónicas en el funcionamiento del músculo cardíaco.

## PRINCIPALES FUNCIONES DE LAS SALES MINERALES

- Esqueletos y caparazones.
- Mantener la salinidad.
- Estabilizar las disoluciones. Por ejemplo, los amortiguadores del pH.
- Específicas: Movimiento muscular, impulso nervioso etc.

gramos/litro	
Cloruro de sodio	8,0
Cloruro de potasio	0,2
Cloruro de calcio	0,2
Cloruro magnésico	0,1
Bicarbonato de sodio	1,0
Fosfato monosódico	0,05
Glucosa	1,0
Agua destilada	Hasta 1000 cm <sup>3</sup>

**Fig. 15** Solución de Tyrode, utilizada para cultivos de tejidos, preservado de órganos e irrigaciones de la cavidad peritoneal.



**Fig. 16** Las conchas de los moluscos están formadas por una matriz orgánica de naturaleza fundamentalmente proteínica (conquiolina) y un depósito inorgánico de carbonato cálcico.

