

TEMA 1.- INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS. BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

- 1.- Bioelementos: Concepto y Clasificación.
- 2.- Biomoléculas: Concepto y Clasificación.
- 3.- El agua: Estructura molecular y propiedades que se derivan de su poder disolvente, de su elevado calor específico y elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas. Principales funciones biológicas del agua (disolvente, estructural, bioquímica y termorreguladora).
- 4.- Disoluciones acuosas. Difusión, ósmosis y diálisis.
- 5.- Las sales minerales en los seres vivos. Funciones estructural, osmótica y reguladora.

ORIENTACIONES Tema 1

1. Definir qué es un bioelemento. Conocer su clasificación en primarios, secundarios y oligoelementos (esenciales en todos los organismos y no esenciales en todos los organismos). Conocer algún ejemplo de ellos. Destacar las propiedades físico-químicas del carbono.
2. Definir qué son las biomoléculas. Conocer su clasificación en inorgánicas (agua y sales inorgánicas o minerales) y orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). Función que desempeñan en la célula.
3. Conocer la estructura molecular del agua y relacionarla con sus propiedades fisicoquímicas (acción disolvente, elevada fuerza de cohesión y elevado calor específico). Resaltar sus funciones biológicas (disolvente, estructural, bioquímica y termorreguladora) y las propiedades fisicoquímicas con las que están relacionadas.
4. Se recomienda explicar el papel del agua y de las disoluciones salinas en los equilibrios osmóticos y ácido-base.
5. Describir algunas funciones de las sales minerales en los seres vivos, insolubles en agua (función estructural) y solubles en agua (funciones osmótica y reguladora).

ORIENTACIONES 24-25

Tema 1.-Bioelementos y biomoléculas.

A.1 Las biomoléculas orgánicas e inorgánicas: características generales y diferencias.

- 1.1 Conocer la clasificación de las sales minerales en solubles e insolubles, con ejemplos de cada grupo. También debe relacionar cada grupo con sus funciones generales en los organismos.
- 1.2 Caracterizar los tipos generales de biomoléculas, sin que sea necesario un conocimiento pormenorizado de las fórmulas correspondientes. Sin embargo, se tendrán que distinguir entre varias fórmulas, en concreto, la de un glúcido, un lípido, un aminoácido o un nucleótido.

A.2 Los enlaces químicos y su importancia en biología.

- 2.1 Definir los enlaces químicos iónico y covalente.
- 2.2 Describir las interacciones débiles y reconocer su papel en el mantenimiento de la estructura y función biológica de las distintas biomoléculas.

A.3 El agua y las sales minerales: relación entre sus características químicas y funciones biológicas.

3.1 Relacionar la estructura molecular del agua y sus propiedades físico-químicas. Valorar el papel biológico del agua como disolvente, reactivo químico, estructural y termorregulador, en relación con sus propiedades físico-químicas.

- Conocer los principales iones solubles (sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruro, amonio) y algunas sales insolubles (fosfatos y carbonatos) que componen los seres vivos, relacionándolos con su función.
- Clasificar las biomoléculas, indicando el criterio utilizado para establecer dicha clasificación.
- Reconocer las fórmulas químicas de algunas biomoléculas orgánicas: glucosa, fosfolípido, aminoácido, ATP, ribosa, desoxirribosa....
- Conocer la importancia de los puentes de hidrógeno y los enlaces covalentes polares en el agua y en las biomoléculas.

- Identificar los enlaces e interacciones débiles (puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals, interacciones electrostáticas, interacciones hidrofóbicas) responsables del mantenimiento de la estructura y función biológica de las distintas biomoléculas.
- Conocer las propiedades del agua responsables de su importancia biológica, relacionándolas con su estructura y con las interacciones que se producen entre moléculas (puentes o enlaces de hidrógeno), y señalando el significado biológico de esas propiedades.

BIOELEMENTOS, AGUA Y SALES MINERALES

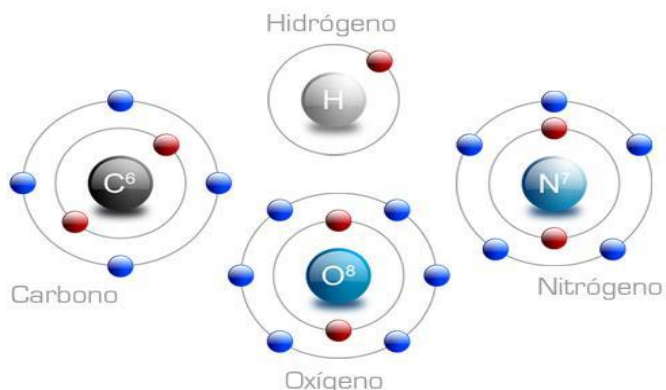
BIOELEMENTOS: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

Los **bioelementos** son aquellos elementos químicos que forman parte de los seres vivos. De la tabla periódica de los elementos, unos 70 aparecen en los seres vivos, de ellos unos 25 aparecen en todos los seres vivos.

La clasificación más común de los bioelementos (= elementos biogénicos) es atendiendo a su abundancia en los seres vivos, dividiéndose en:

- **Bioelementos primarios**: son los bioelementos más abundantes en los seres vivos (casi el 96%), son 6: **C, H, O, N, P y S**. Tan solo los 3 primeros (C, H y O) constituyen más del 95% de los bioelementos de los seres vivos.

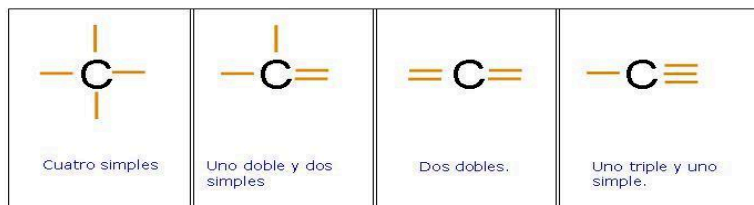
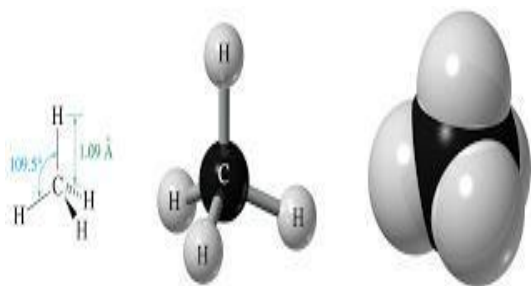
Estos 6 bioelementos son tan abundantes porque son los que forman la mayor parte de la composición de nuestras biomoléculas (H₂O, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), debido a que forman enlaces covalentes estables al tener un bajo número de electrones, pues los electrones compartidos en los enlaces están próximos al núcleo, y por tanto, las moléculas originadas son estables.



El **carbono** es especialmente importante porque forma 4 enlaces covalentes con otros carbonos o con los demás bioelementos primarios. Los enlaces que realiza el átomo de carbono pueden ser simples, dobles o triples.

LOS ENLACES COVALENTES DE LOS BIOELEMENTOS PRIMARIOS (I)

- El **carbono** tiene cuatro electrones de valencia. Debido a esto formará 4 enlaces covalentes que podrán ser:
 - Cuatro simples.
 - Uno doble y dos simples.
 - Dos dobles.
 - Uno simple y uno triple.

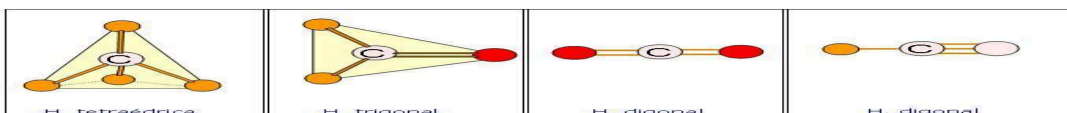


21

LA DISPOSICIÓN ESPACIAL DE LOS ENLACES EN EL CARBONO: HIBRIDACIONES:

Aunque representaremos los átomos en el plano, estos en realidad se encuentran orientados en el espacio. El carbono, dependiendo de los enlaces covalentes, puede tener tres tipos de disposición espacial o hibridaciones:

- **Hibridación tetraédrica**: Cuatro enlaces simples
- **Hibridación trigonal**: Uno doble y dos simples.
- **Hibridación digonal**: Dos dobles o uno simple y uno triple.

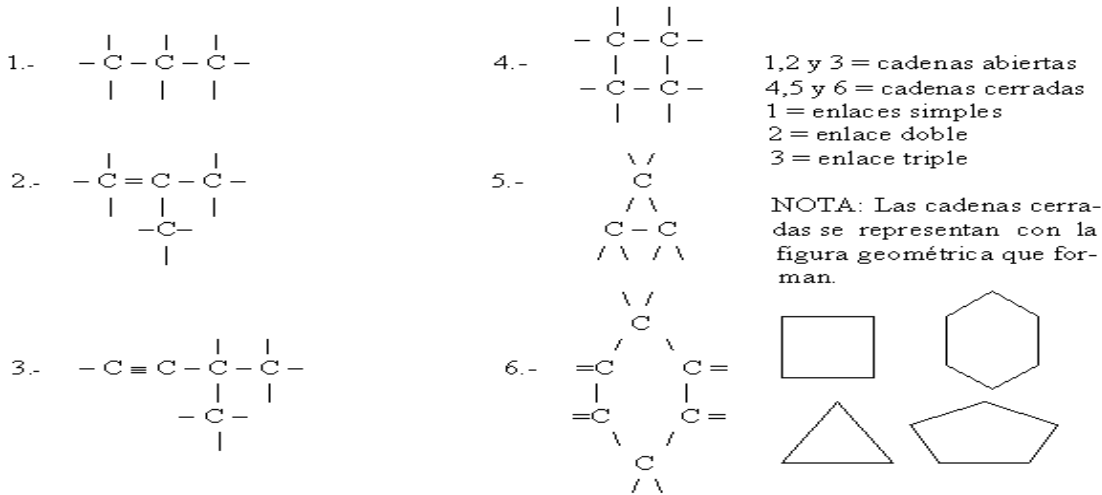


27

La geometría espacial varía según los enlaces simples, dobles o triples que tenga el carbono.

Al unirse átomos de carbono entre sí, pueden dar cadenas lineales, ramificadas e incluso cerradas (anillos), lo que permite crear una gran variedad de estructuras moleculares orgánicas distintas. Ningún otro elemento químico puede formar moléculas estables de tamaños y formas tan diferentes, ni con tal variedad de grupos funcionales que origina al unirse con los otros bioelementos primarios. Ello explica que, a pesar de la relativa escasez del carbono en la corteza terrestre, sea el elemento en el que se basa la química de los seres vivos.

Ejercicio: ¿Por qué el C es el elemento en el que se basa la química de los seres vivos?



Arriba: variedad de estructuras moleculares al unirse átomos de carbono entre sí. Abajo derecha: algunos grupos funcionales que se forman al unirse el carbono con otros bioelementos primarios.

Grupos funcionales hidrófilos		Grupos funcionales hidrófobos	
Carboxilo	-COOH	Radical alquílico	-CH ₂ -R
Hidroxilo	-OH	Radical etilénico	-CH = R
Carbonilo	>C=O	Radical fenilo	-C ₆ H ₅
Amino	-NH ₂		
Imino	>NH		
Sulfhidrilo	-SH		

Los grupos funcionales polares son solubles en agua o hidrófilos. Los no polares son insolubles o hidrófobos.

LOS ENLACES COVALENTES DE LOS BIOELEMENTOS PRIMARIOS (II)

El hidrógeno tiene un electrón de valencia.

El oxígeno tiene dos electrones de valencia.

El hidrógeno tiene un electrón de valencia.

El oxígeno tiene dos electrones de valencia.

El nitrógeno tiene tres electrones de valencia.

- **Bioelementos secundarios**: son bioelementos menos abundantes en los seres vivos que los anteriores (3,3% aprox), pero son necesarios para el correcto funcionamiento del organismo. Son: **Ca²⁺, Cl⁻, K⁺, Na⁺ y Mg²⁺**.

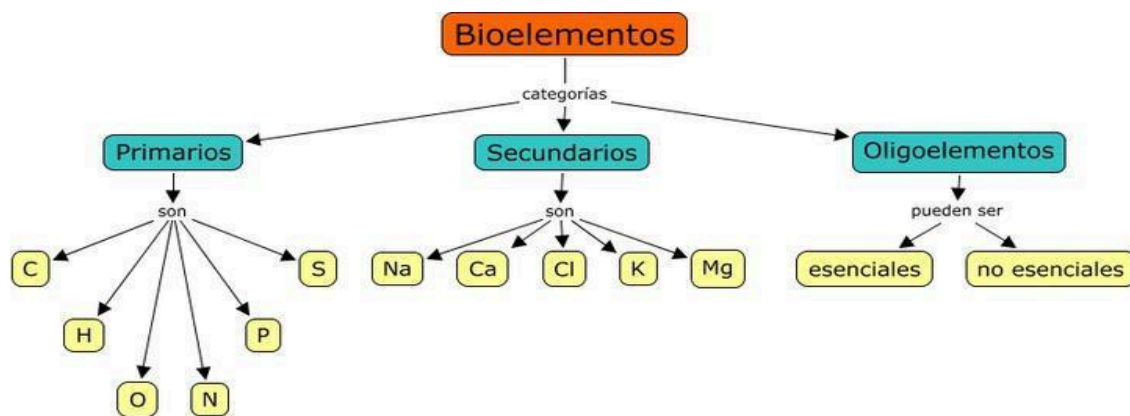
Estos bioelementos forman la mayor parte de las sales minerales disueltas en los seres vivos, regulando la cantidad de líquidos en las células y tejidos por ósmosis. Además muchos forman parte de moléculas con importantes funciones como enzimas, hormonas, vitaminas... y funciones específicas. Por ejemplo:

- el **magnesio** forma parte de la clorofila. Además es componente de muchas enzimas.
- el **calcio** es necesario para la contracción muscular o la coagulación sanguínea y forma parte de los huesos y caparazones de moluscos.
- el **sodio, potasio y cloro** son necesarios para la transmisión del impulso nervioso... Se encuentran disueltos en forma de ion y son los máximos responsables del mantenimiento del grado de salinidad y equilibrio de cargas eléctricas a un lado y otro de la membrana.

- **Oligoelementos o elementos vestigiales**: son bioelementos que aparecen en pequeñísimas concentraciones (**menos del 0,1%**), a pesar de esto, son necesarios para el correcto funcionamiento del organismo. Por ejemplo el **hierro** (Fe) a pesar de haber menos de 0,1% en nuestro cuerpo, forma parte de la hemoglobina que es una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno y sin el Fe la hemoglobina no puede coger el oxígeno y moriríamos. Los oligoelementos se dividen en dos:

- **Oligoelementos esenciales** en todos los seres vivos que son el **Fe, Mn, Cu, Zn, F, I, B, Si, V, Cr, Co, Se, Mo y Sn**.

- **Oligoelementos no esenciales** en todos los seres vivos como el **Li, Al...** Son el resto de elementos, hasta completar la lista de los 70 elementos biogénicos; sin embargo en otros seres vivos pueden no existir estos oligoelementos.



Algunos autores clasifican los oligoelementos dentro de bioelementos secundarios, cualquiera de las dos clasificaciones es buena.

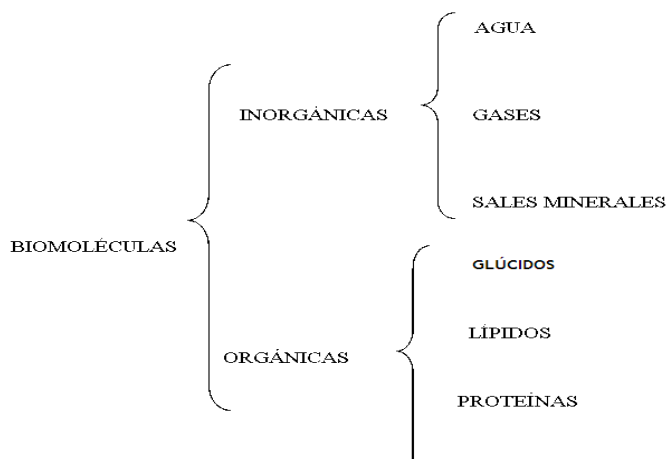
Ejercicio: Busca información sobre la función de los siguientes oligoelementos (esenciales): manganeso, cobre, zinc, flúor, yodo, boro, silicio, vanadio, cromo, cobalto, selenio, molibdeno y estaño y (no esenciales): litio, aluminio.

BIOMOLÉCULAS: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

Los **biomoléculas** son aquellas moléculas (tienen más de 1 átomo) que forman parte de los seres vivos. A diferencia de los bioelementos que se extraen de la materia viva por métodos químicos agresivos, las biomoléculas se pueden extraer de los seres vivos por métodos físicos, como la filtración, la diálisis, la cristalización, la centrifugación, la cromatografía y la electroforesis. También se denominan **principios inmediatos**.

Se clasifican en **orgánicas e inorgánicas**, dependiendo de si son moléculas exclusivas de los seres vivos (sólo aparecen en ellos) o no son exclusivas de los seres vivos ya que también aparecen en la materia inerte, respectivamente.

Las **biomoléculas inorgánicas** comprenden el **agua** y las **sales minerales** (también se podrían incluir **gases** como O₂ y CO₂) y las **biomoléculas orgánicas** comprenden los **glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**.



¿Por qué no hemos puesto las vitaminas y hormonas en biomoléculas orgánicas?

LOS ENLACES QUÍMICOS Y SU IMPORTANCIA EN BIOLOGÍA

El **enlace químico** es la unión entre átomos, moléculas o iones. Un ión es un átomo o una molécula con carga eléctrica.

Los procesos biológicos implican reacciones químicas, y las reacciones químicas no son nada más ni nada menos la ruptura y formación de enlaces químicos.

Los enlaces químicos que presenten las biomoléculas van a conferirles una serie de propiedades a las biomoléculas como la estabilidad de la estructura, su configuración espacial (forma tridimensional que tiene la biomolécula), el posible almacenamiento de energía en sus enlaces (Ejemplos: el ATP tiene enlaces de alta energía que cuando la célula requiere energía solo tiene que romper dichos enlaces; los glúcidos, lípidos y proteínas tienen energía almacenada en los enlaces de sus átomos de H y cuando se oxidan en la mitocondria estas biomoléculas al quitarles los H se obtiene energía y se forma ATP), la polaridad,.. que determinarán la función de cada biomolécula en los seres vivos.

En la materia viva los principales tipos de enlaces son: el enlace iónico entre iones, el enlace covalente entre átomos, y los enlaces intermoleculares entre moléculas como el enlace por puente de hidrógeno.

El enlace iónico: Se da cuando uno de los átomos capta electrones del otro. El átomo que capta electrones se transforma en un ión negativo o **anión**, y el que los pierde, en un ión positivo o **catión**. El anión y el catión quedan unidos por atracción electrostática. El enlace iónico se da entre átomos de electronegatividad muy diferente, es decir, entre átomos con una gran avidez de electrones, los muy electronegativos, y átomos que retienen con poca fuerza sus electrones, los poco electronegativos. Ejemplos de enlace iónico se da en sales minerales como el NaCl, aunque en los seres vivos las sales no presentan enlace iónico ya que aparecen disueltas. En la estructura terciaria de las proteínas puede aparecer enlace iónico entre un grupo carboxilo con carga negativa ($-\text{COO}^-$) y un grupo amino con carga positiva ($-\text{NH}_3^+$).

El enlace covalente: Se forma cuando dos átomos comparten electrones. Se da entre átomos de electronegatividad alta y similar. Es un enlace muy fuerte.

Si los átomos unidos tienen una electronegatividad similar, dan lugar a **moléculas apolares (hidrófobas)**, por ejemplo, compuestos formados por átomos iguales como el O_2 y los constituidos por carbono e hidrógeno.

Si unos átomos atraen más hacia sí los electrones, se forman **moléculas polares (hidrófilicas)**, por ejemplo: CO_2 , H_2O , NH_3 . La polaridad de las moléculas puede tener importante consecuencias para su función, por ejemplo, los lípidos anfipáticos (**moléculas anfipáticas** son aquellas que tienen una parte polar y otra apolar) como los fosfolípidos, su carácter anfipático los hace ideales para formar las membranas biológicas al disponerse formando una barrera entre 2 medios acuosos.

El enlace covalente es el enlace químico por excelencia, y hace posible la enorme diversidad molecular que integra la materia viva, ya que los cuatro bioelementos mayoritarios (H, C, N, O) están entre los elementos químicos más ligeros capaces de formar un enlace covalente. El que más contribuye a la gran diversidad de biomoléculas orgánicas es el C ya que al unirse átomos de carbono entre sí, pueden dar cadena lineales, ramificadas e incluso cerradas (anillos), lo que permite crear una gran variedad de estructuras moleculares orgánicas distintas. Ningún otro elemento químico puede formar moléculas estables de tamaños y formas tan diferentes, ni con tal variedad de grupos funcionales que origina al unirse con los otros bioelementos primarios. La mayoría de los enlaces entre carbonos son simples, pero también existen abundantes casos de doble enlace. Es importante recordar que, mientras el enlace simple entre carbonos permite el giro de los átomos así unidos, el doble enlace lo impide y esto tiene importantes consecuencias para la configuración espacial de las biomoléculas.

Los enlaces intermoleculares: Son los enlaces entre moléculas. Los casos más importantes son el **enlace de hidrógeno** (entre grupos polares sin carga –si tuviera carga, las moléculas polares harían enlaces iónicos

entre ellas) y las **fuerzas de Van der Waals** (entre grupos apolares). Son enlaces **muy débiles** pero si hay un gran número de enlaces intermoleculares puede tener importantes consecuencias para las propiedades y funciones de las moléculas, por ejemplo la alta cantidad de puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua le confiere sus propiedades (alto poder disolvente, alto calor específico,...) que darán lugar a las importantes funciones del agua en los seres vivos (transporte de sustancias, reguladora de la temperatura,...). Otro ejemplo: la mayor o menor cantidad de fuerzas de Van der Waals entre las cadenas de ácidos grasos determinan que sean sólidos o líquidos a temperatura ambiente y la mayor o menor permeabilidad de las membranas.

AGUA

Es la biomolécula más abundante en todos los seres vivos (generalmente oscila entre el 50 - 95% del peso del ser vivo) y sin ella no sería posible la vida.

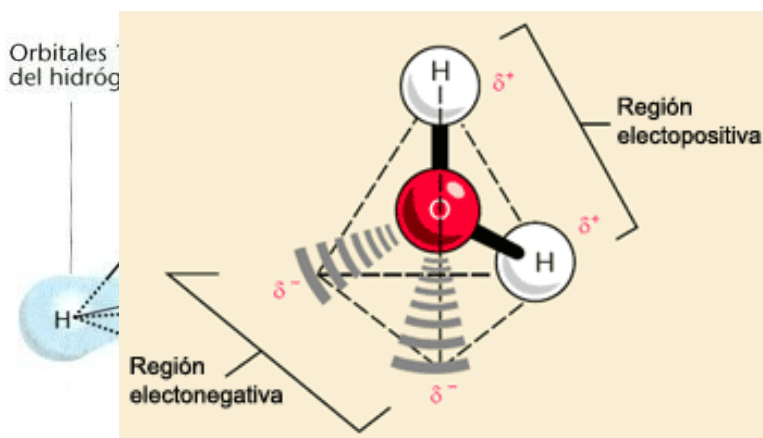
El contenido de agua depende de la especie, partes del cuerpo, la edad del individuo y otros factores: así por ejemplo una medusa tiene aproximadamente un 95% de su peso de agua, mientras que un humano adulto aproximadamente un 65%. En cuanto al tipo de tejido tenemos por ejemplo que la corteza cerebral contiene un 86% de agua y el hueso un 22%. En cuanto a la edad del individuo vemos que con la edad se tiene menos proporción de agua en el cuerpo, ejemplo los humanos al nacer tienen un 70% de agua, de adulto aproximadamente 65% y un anciano menos del 55%. La obesidad también es muy importante pues un adulto puede tener entre un 40% de agua en caso de presentar obesidad extrema y un 70% de agua en caso de delgadez extrema.

¿Por qué una persona obesa tiene menos proporción de agua en el cuerpo?

¿Por qué la deshidratación de los alimentos (como la leche en polvo) es un método de conservación de los alimentos?

ESTRUCTURA DEL AGUA

La molécula de agua está formada por un oxígeno (O) unido a dos hidrógenos (H) mediante **enlaces covalentes simples**. La disposición tetraédrica de los orbitales sp^3 del oxígeno determina que **el ángulo entre los enlaces H-O-H es de $104,5^\circ$** . El O, al ser más electronegativo, atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace, desplazándose ligeramente los electrones más cerca del O, adquiriendo el O una densidad de carga negativa y los H una densidad de carga positiva (el O tira con más fuerza de los electrones, por lo que, aunque ambos átomos comparten los electrones, éstos orbitan más próximos al O que a los H, produciéndose las distintas densidades de carga). Como los dos H se orientan hacia el mismo lado, da lugar en la molécula de agua a una región electropositiva en el lado de los H y una región electronegativa en el lado opuesto. Si los H estuvieran a 180° , en lugar de $104,5^\circ$, la molécula de agua no sería polar, es decir, **la geometría de la molécula es la responsable de que el agua sea una sustancia polar ya que es asimétrica**.



Las densidades de carga se representan con el símbolo “ δ ”. Las densidades de carga opuestas crean la formación de dipolos, por tanto, **la molécula de agua, a pesar de ser eléctricamente neutra** (no tiene carga neta al poseer igual número de electrones que de protones) **es una molécula polar debido a la distribución asimétrica de sus electrones** (debido a la asimetría de las densidades de carga). Nota: no confundir densidad de carga con carga (la densidad de carga crea una atracción mucho más débil que la carga).

Al ser opuestas las densidades de carga del O y de los H, se producen **atracciones electrostáticas**, entre los O de una molécula de agua y el/los H de otra/s molécula/s de agua. Esto produce que se formen los llamados **enlaces por puente de hidrógeno** o enlaces de hidrógeno.

Cada molécula de agua puede formar un máximo de 4 enlaces por puente de H: dos del O y uno de cada H (cuando el agua está congelada todas sus moléculas presentan 4 enlaces por puente de H, mientras que el agua líquida tiene una media de 3,4 puentes de H). Estos puentes de H son los responsables de las propiedades especiales que posee el agua.

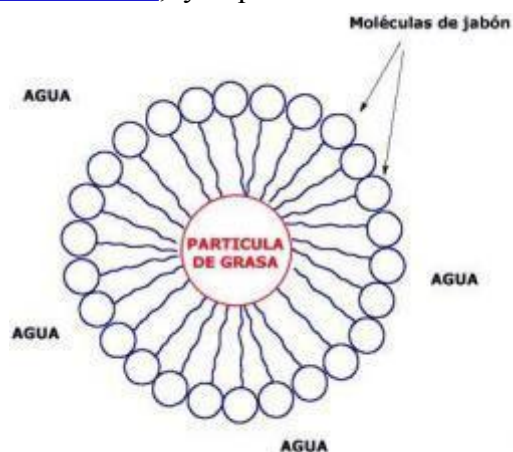
¿Qué sucedería si una molécula de agua en algún momento no tuviera ningún enlace de hidrógeno con otras moléculas de agua?

PROPIEDADES DEL AGUA

La polaridad del agua y la existencia de los puentes de H confieren a esta molécula unas propiedades especiales que son: un gran poder disolvente (acción disolvente), un elevado calor específico, la elevada fuerza de cohesión, un elevado calor de vaporización, la incompresibilidad, la capilaridad, la elevada tensión superficial, el estado líquido a temperatura ambiente y la dilatación anómala del agua.

- **Alto poder disolvente** o acción disolvente: el agua es el líquido que más sustancias disuelve, lo que le ha valido el calificativo de disolvente universal. Las sustancias que **se disuelven en medio acuoso** se denominan **hidrofilicas** y esto es debido a que químicamente son sustancias **polares** (con o sin carga). Las sustancias que **no se disuelven** en medio acuoso se denominan **hidrofóbicas**, ya que son sustancias **apolares**, mientras que las que se disuelven tanto en disolvente acuosos como en disolventes orgánicos apolares se llaman **anfipáticas**, esto es debido a que son sustancias con una parte polar y otra apolar.

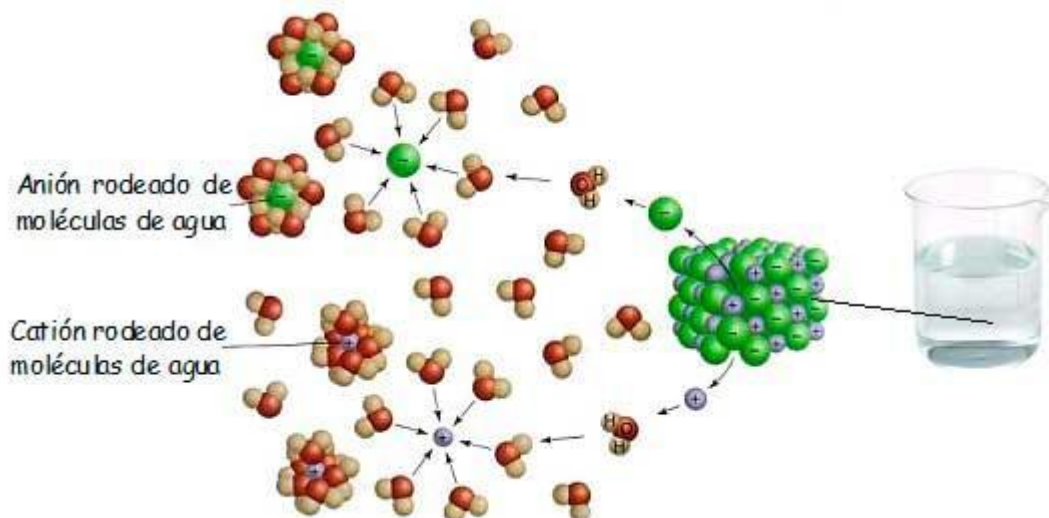
Por ejemplo el jabón (ver dibujo) es una sustancia anfipática cuya parte polar (representada con un círculo) se une a las sustancias polares como el agua y cuya parte apolar (representada con una línea irregular) se une a sustancias apolares como las grasas. De esta manera al lavarte con jabón eliminas de tu piel las sustancias polares (se van con el agua) y apolares (son rodeadas por la parte apolar del jabón), ya que el agua, al arrastrar el jabón (se une a la parte polar del jabón), se lleva todo.



¿Por qué se dice que el agua es el disolvente universal?

Debido a la polaridad de la molécula de agua, el agua **se puede interponer entre los iones de las redes cristalinas** de los compuestos iónicos, lo que origina una disminución importante de la atracción entre ellos, y en definitiva, **provoca su disolución**.

Fijate como el anión (ejemplo Cl^-) es rodeado por los H (tienen densidad de carga +) de varias moléculas de agua y el catión (ejemplo Na^+) es rodeado por los O (tienen densidad de carga -) de varias moléculas de agua.



El agua también puede formar enlaces por puente de H con moléculas no iónicas pero que tienen grupos polares, por ejemplo: monosacáridos, aminoácidos, nucleótidos... y causar su disolución.

La propiedad del alto poder disolvente del agua es crucial para que se puedan **transportar nutrientes y desechos** en los líquidos de los seres vivos (sangre, linfa, savia, hemolinfa...), ya que si no se disolvieran, estas sustancias no podrían ser transportadas. Además, **para que sucedan las reacciones químicas del metabolismo** de los seres vivos es indispensable que las **sustancias** que van a reaccionar **estén disueltas** en el medio líquido y así puedan interactuar (no se podrían poner en contacto los enzimas y sustratos).

- **Alto calor específico**: el calor específico es la cantidad de calor (medido en calorías o julios) que es necesario comunicar a un gramo de una sustancia para aumentar su temperatura 1°C.

El agua tiene un alto calor específico porque cuando se aplica calor al agua, parte de la energía comunicada se emplea en romper los enlaces por puente de H y no en elevar la temperatura. Esta propiedad tiene importantes consecuencias para los seres vivos, ya que el alto calor específico provoca que **el agua se caliente y se enfríe más lentamente, evitando cambios bruscos de temperatura**, y de este modo, **regula la temperatura en los seres vivos**. Esto es muy importante porque la temperatura corporal debe mantenerse más o menos estable en los seres vivos.

- **Elevada fuerza de cohesión**: cohesión es la capacidad de mantenerse juntas sustancias iguales. Las moléculas de agua, gracias a sus enlaces de H, poseen mayor cohesión que cualquier otro líquido, a excepción del mercurio. Esto explica por qué al colmar un vaso por encima del borde, se forma una superficie convexa, o la razón por la cual algunos insectos pueden caminar por el agua de un estanque.

Como los puentes de H mantienen las moléculas de agua tan fuertemente cohesionadas forman una estructura compacta que la convierte en un líquido **casi incompresible**. Al no poder comprimirse puede **actuar como esqueleto hidrostático** en algunos animales invertebrados o **permitir la turgencia** (es el fenómeno por el cual las células al absorber agua, se hinchan, ejerciendo presión contra las membranas celulares) en plantas, ya que el agua evita las deformaciones frente a presiones importantes puesto que el agua rellena, da forma y consistencia a células, tejidos, órganos o incluso a todo el cuerpo de plantas o animales.

La alta cohesión del agua también explica la **función amortiguadora** que ejerce en las articulaciones de los animales vertebrados, constituyendo el líquido sinovial que evita el contacto entre los huesos.

FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

(Destacando la propiedad con la que se relaciona)

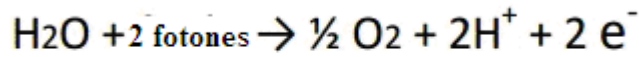
La estructura del agua con sus densidades de carga y la formación de enlaces de H, le confiere unas propiedades al agua que hacen posible que ésta realice importantes funciones en los seres vivos para el mantenimiento de la vida.

- **Función disolvente**: La propiedad del alto poder disolvente del agua es crucial para que se puedan **transportar nutrientes y desechos** en los líquidos de los seres vivos (sangre, linfa, savia, hemolinfa...). Además, para que **sucedan las reacciones químicas del metabolismo** de los seres vivos es indispensable que las **sustancias** que van a reaccionar **estén disueltas** en el medio líquido y así puedan interactuar (no se podrían poner en contacto los enzimas y sustratos).

- **Función estructural**: la **incompresibilidad** del agua es debida a la propiedad de la elevada fuerza de cohesión (unión) de las moléculas de agua. Al no poder comprimirse llega a actuar como **esqueleto hidrostático** en algunos animales invertebrados, permite la **turgencia** en plantas y las **deformaciones citoplasmáticas** y además, la alta cohesión de las moléculas de agua también permite la función mecánica **amortiguadora** en las articulaciones de los animales, ya que constituye el líquido sinovial que disminuye el roce entre los huesos.

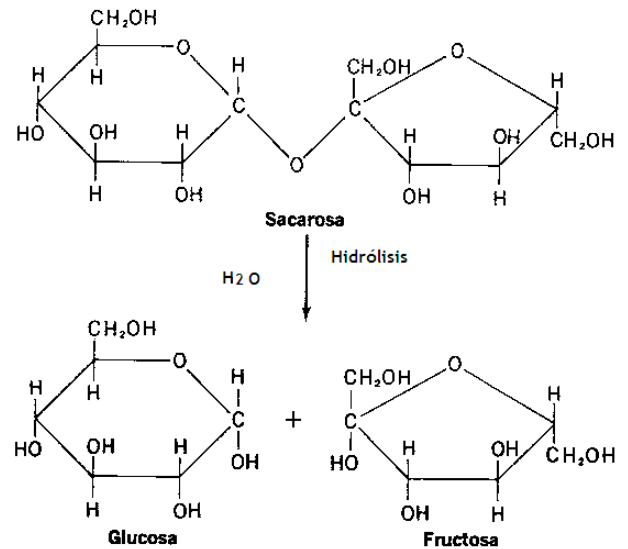
- **Función bioquímica**: además de ser el medio acuoso el lugar donde se producen las reacciones metabólicas de los seres vivos, los seres vivos utilizan químicamente el agua en dos tipos de reacciones fundamentales: la **fotosíntesis** y las **reacciones de hidrólisis**.

En la fotosíntesis, **la molécula de agua es destruida** (proceso llamado fotólisis del agua) usando la energía luminosa obteniéndose oxígeno molecular, electrones y protones.



En las reacciones de hidrólisis, el agua tiene la capacidad de romper moléculas orgánicas en otras más simples, por ejemplo los enlaces O-glucosídico o peptídico o éster se rompen al añadir una molécula de agua.

Observa en la imagen derecha como la sacarosa se rompe por hidrólisis (se añade agua para romperla) dando glucosa y fructosa.



- **Función termorreguladora**: la propiedad del elevado calor específico del agua permite que ésta se caliente y se enfríe muy lentamente, evitando los cambios bruscos de temperatura, por lo tanto, el agua actúa en los seres vivos **regulando su temperatura**.

También influye en la termorregulación, el alto **calor de vaporización** del agua ya que las moléculas de agua **al evaporarse absorben mucho calor del entorno** para romper todos los enlaces por puente de H y así poder evaporarse, **refrescando el entorno**. Esto permite explicar la disminución de temperatura que experimentamos cuando se nos evapora el sudor, **por eso el sudor actúa como regulador de la temperatura**.

¿Por qué el clima oceánico tiene temperaturas más suaves que el clima continental?

LA MATERIA VIVA COMO DISPERSIÓN COLOIDAL (Este apartado no estudiar)

Los fluidos en los seres vivos constan de una fase dispersante o **disolvente** que es el agua y de una fase dispersa o **soluto**. El soluto está formado por partículas que pueden presentar distintos tamaños; según este tamaño los fluidos se pueden clasificar en disoluciones verdaderas o dispersiones coloidales.

- **Disolución verdadera**: son aquellas disoluciones en las que **todas las partículas de soluto tienen un tamaño muy pequeño**. Por ejemplo las sales minerales o pequeñas moléculas orgánicas como glucosa, aminoácidos...

Cuando son **sales minerales** se llaman **disoluciones iónicas** y cuando son **pequeñas moléculas sin carga** se llaman **disoluciones moleculares**. Estas disoluciones son mezclas **homogéneas** (son mezclas uniformes ya que su composición, estructura o propiedades se mantienen en cualquier punto de su masa).

- **Disolución coloidal o dispersión coloidal**: son aquellas disoluciones que **contienen partículas de soluto de tamaño grande** (también suelen tener pequeñas). Por ejemplo polisacáridos, proteínas... Estas partículas de soluto se llaman **coloides**.

Estas mezclas son **heterogéneas** (no uniformes, ya que su composición, estructura o propiedades no se mantienen en cualquier punto de su masa), y a pesar del gran tamaño de las partículas, éstas **no sedimentan** porque poseen grupos polares, haciendo enlaces por puente de H con las moléculas de agua que las rodean.

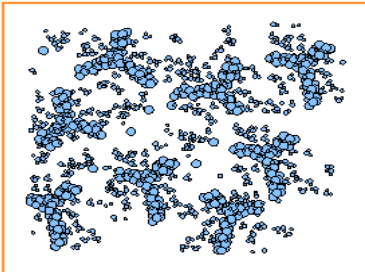
En conclusión: los fluidos de los seres vivos (sangre, linfa, líquido intracelular...), al presentar partículas de todos los tamaños, son dispersiones coloidales.

Las dispersiones coloidales pueden presentar dos estados físicos:

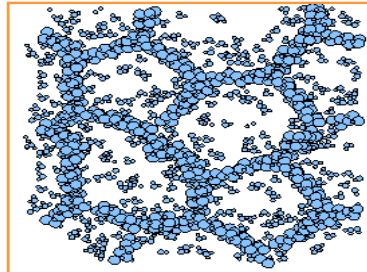
- **Estado de sol:** en estado de sol, las dispersiones coloidales presentan **aspecto líquido**, ya que las moléculas de soluto se encuentran en menor cantidad que las del disolvente.

- **Estado de gel:** este estado lo presentan las dispersiones coloidales con **aspecto semisólido o gelatinoso**, ya que las moléculas de disolvente están “atrapadas” entre las de soluto, que se entrelazan formando una red continua que actúa como disolvente. Es una dispersión coloidal **más concentrada** que la

Estados de sol y de gel de una disolución coloidal.



En el estado de **sol** predomina la fase dispersante, el agua en este caso, sobre la fase dispersa, la macromolécula. Debido a esto la disolución coloidal es más fluida.



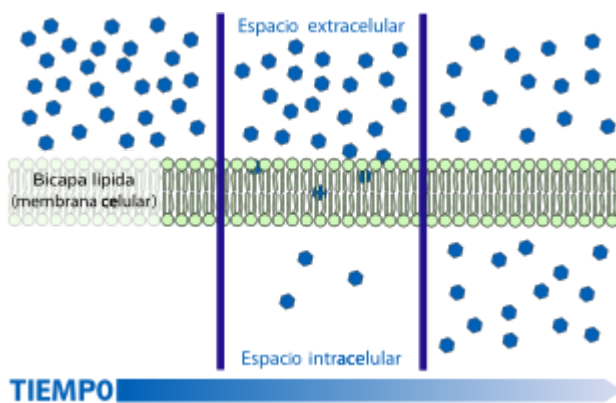
En el estado de **gel** predomina la fase dispersa, la macromolécula, sobre la fase dispersante, el agua, en este caso. Por ello, la disolución coloidal es más viscosa.

En la célula los estados de sol y gel se pueden alternar según las variaciones de concentración de las partículas coloidales (por ejemplo por deshidratación se pierde agua aumentando la concentración de coloides) y los lugares en los que se encuentren, también cambian los estados de sol y gel con las variaciones en el pH, la temperatura y presión (a veces no es posible la transformación a la inversa).

FISICOQUÍMICA DE LAS DISPERSIONES ACUOSAS. DIFUSIÓN Y ÓSMOSIS

Para comprender muchos de los fenómenos que ocurren en el interior de los organismos, y por tanto, de sus células, es fundamental conocer los procesos de difusión y ósmosis que ocurren en las dispersiones acuosas de los seres vivos (citoplasma, líquido intersticial, sangre, linfa...).

- **Difusión:** es el proceso de la **repartición homogénea** (uniforme) **de las partículas** de un fluido (gas o líquido) en el seno de otro fluido al ponerlos en contacto. Ejemplo la absorción del O₂ de los pulmones a la sangre. Al final la difusión se detiene cuando se igualan las concentraciones de dichas partículas en ambos fluidos.

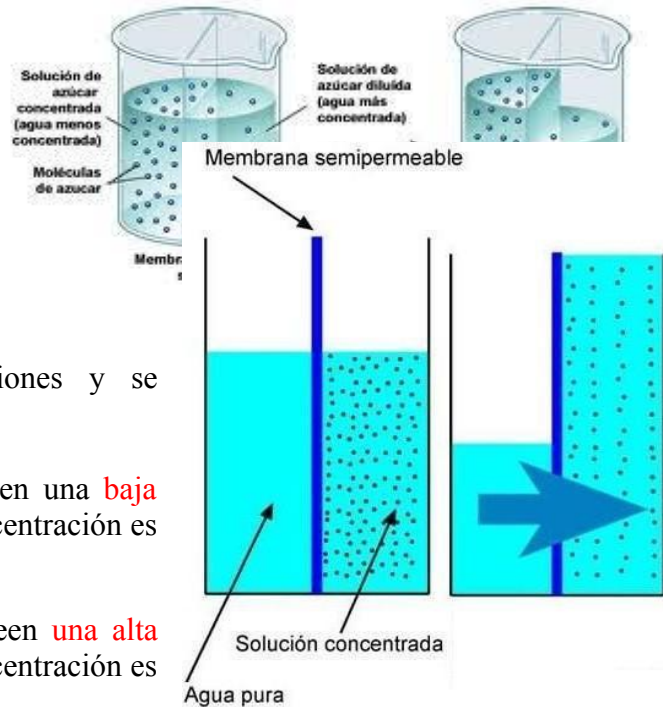


Observa 3 ejemplos de difusión, en los dos primeros hay una cantidad de una sustancia en una zona de un vaso y al cabo del tiempo la sustancia se ha distribuido uniformemente por todo el líquido del vaso. En el último ejemplo tenemos una membrana celular y una importante cantidad de una sustancia en el líquido extracelular, con el tiempo se ha repartido la sustancia de manera homogénea, presentando la misma concentración dentro y fuera de la célula (si la membrana es impermeable a la sustancia no podrá pasar y no habrá difusión).

- **Ósmosis**: es el proceso por el que se produce el **paso del disolvente** (en los seres vivos es el agua) **a través de una membrana semipermeable** entre dos disoluciones de diferente concentración; este paso de disolvente se produce desde la disolución más diluida hacia la más concentrada, hasta que las dos concentraciones alcanzan el equilibrio, igualándose las concentraciones.

Observa como el agua pasa hacia donde hay más azúcar (desde la disolución más diluida hacia la más concentrada) **¿qué sucedería si el azúcar pudiera pasar a través de la membrana?**

En este otro ejemplo de ósmosis el agua pasa hacia la solución concentrada, **pero ¿por qué no pasa más agua a pesar de que sigue habiendo mucha diferencia de concentración a cada lado de la membrana?**



Los medios acuosos pueden tener diferentes concentraciones y se denominan:

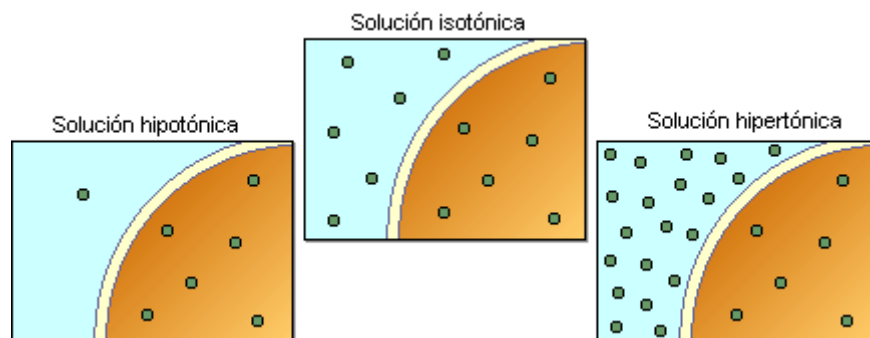
- **Medio hipotónico**: son aquellos medios acuosos que poseen una **baja concentración de solutos** con respecto a otros en los que la concentración es mayor.

- **Medio hipertónico**: son aquellos medios acuosos que poseen **una alta concentración de solutos** con respecto a otros en los que la concentración es menor.

- **Medio isotónico**: son aquellos medios acuosos que tienen la **misma concentración de solutos**.

Si suponemos que la parte oscura es el interior celular y la clara la solución o medio acuoso, se observa como en la solución hipotónica el interior celular se ve más concentrado en solutos, en la solución hipertónica se ve el interior celular menos concentrado que la solución y en la isotónica las concentraciones son iguales.

Todo es relativo, es decir que el interior celular podemos decir que es hipertónico **respecto a** la solución hipotónica, pero a su vez, el interior celular es hipotónico si lo comparamos con la solución hipertónica.



Sin embargo, en todos los casos se ha puesto la misma concentración en el interior celular. Por lo tanto en un examen si dices que algo es hipertónico o hipertónico tienes que decir **respecto a qué**.

Las membranas celulares actúan como una **membrana semipermeable** que permite el paso del agua pero no de los solutos. El agua pasará de los medios hipotónicos a los hipertónicos, ejerciendo una presión sobre la membrana llamada **presión osmótica** (La presión osmótica será más intensa cuanto mayor sea la diferencia de concentración entre ambos medios). En las células se pueden dar 3 situaciones según que el medio extracelular se hipertónico, hipotónico o isotónico:

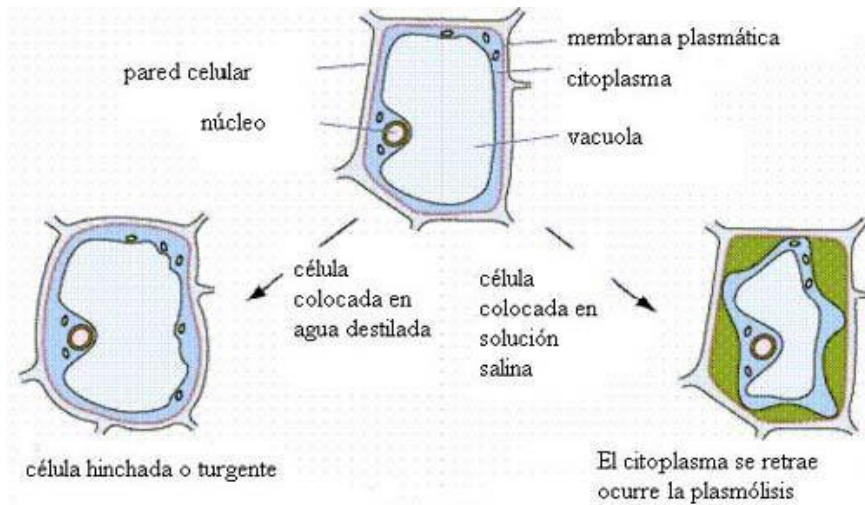
· Cuando el **medio extracelular es hipertónico** respecto a la célula, **sale de la célula agua** por ósmosis, las células pierden agua (disminuye la presión osmótica), se deshidratan e incluso podrían llegar a morir, fenómeno conocido como **plasmólisis**.

· Cuando el **medio extracelular es hipotónico** respecto a la célula, **entra un exceso de agua** al interior celular (aumenta la presión osmótica) produciendo un hinchamiento que puede provocar la ruptura de la membrana plasmática en células **animales**, y por tanto, la muerte celular, fenómeno conocido como **hemólisis**. En células **vegetales**, la pared celular evita que reviente la membrana plasmática y evita un excesivo hinchamiento, en este



caso, el fenómeno recibe el nombre de **turgencia**.

· Cuando el **medio extracelular es isotónico** no se produce **ósmosis** (la cantidad de agua está en equilibrio, ni entra ni sale agua neta).



¿Por qué se muere una planta si la riegas con agua salada como por ejemplo agua de mar?

SALES MINERALES: CLASIFICACIÓN Y FUNCIONES

Son moléculas inorgánicas presentes en todos los seres vivos. Según su solubilidad en agua, se clasifican en sales minerales precipitadas o insolubles en agua y sales minerales disueltas o solubles en agua (aunque también se pueden encontrar asociadas a moléculas orgánicas formando parte de alguna vitamina, hormona, enzima...). **Cumplen muchas funciones** en los seres vivos pero destacaremos la función **estructural** de las sales precipitadas, la función **osmótica** de todas las sales disueltas y la función **tamponadora** de determinadas sales disueltas.

- Las **sales minerales insolubles en agua o precipitadas**: se encuentran en estado **sólido** en los seres vivos formando estructuras con **función de protección y sostén** como por ejemplo **huesos y caparazones**. Las más comunes son el carbonato cálcico (CaCO_3), el fosfato cálcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) y la sílice o dióxido de silicio (SiO_2).
- Las **sales minerales solubles en agua o disueltas**: al disolverse en medios acuosos, **forman iones**. Los más frecuentes son los cationes Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} y los aniones Cl^- , HCO_3^- y HPO_4^{2-} . Las sales minerales disueltas cumplen tanto funciones generales como específicas; por ejemplo la función general de **regular la cantidad de líquidos** en los compartimentos del cuerpo (sangre, citoplasma...), ya que intervienen en la **presión osmótica** (el agua se dirige por ósmosis hacia donde haya mayor concentración de sales minerales disueltas y otros solutos).

Funciones específicas de las sales minerales disueltas:

- Na^+ , K^+ y Cl^- : intervienen en la **transmisión del impulso nervioso**.
- Ca^{2+} : intervienen en la **contracción muscular y coagulación sanguínea**.
- Co^{2+} : forma parte de la **vitamina B₁₂**.
- Fe^{2+} : forma parte de la **hemoglobina** que transporta el oxígeno.
- I: forma parte de la hormona **tiroxina** que regula el metabolismo.

¿Por qué la falta de minerales en nuestro cuerpo afecta a nuestra salud?

Función estructural

Las sales precipitadas tienen función estructural, pues forman parte de estructuras duras de protección y sostén, destacan el carbonato cálcico (CaCO_3), el fosfato cálcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) y la sílice o dióxido de silicio (SiO_2).

El **carbonato cálcico** (CaCO_3) constituye el esqueleto de corales, forman las conchas de gasterópodos y bivalvos, endurecen huesos y dientes de vertebrados, constituyen los otolitos en el oído interno de vertebrados que permiten mantener el equilibrio, forma parte de protozoos marinos como los foraminíferos, forman las espinas de erizos de mar y confiere rigidez a algunas esponjas ya que forma sus espículas. Conchas de gasterópodos y bivalvos (derecha).

Fotos: esqueletos de corales.



El **fosfato cálcico** ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) forma parte de los esqueletos de vertebrados (huesos y dientes).

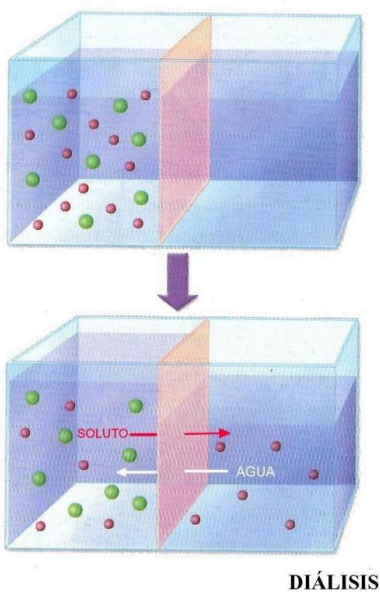


La **sílice** (SiO_2) forma parte de los caparzones que presentan algunos microorganismos como las **algas unicelulares** llamadas diatomeas, confiere rigidez a la estructura de algunas **esponjas** (esponjas con espículas silíceas) y endurece estructuras de sostén en algunos vegetales como las gramíneas (plantas como el césped y cereales).

Función osmótica (a)

La presencia de sales en el medio interno celular y extracelular es determinante para que se verifique la entrada o salida de agua a través de la membrana celular, ya que el **equilibrio osmótico depende de la concentración de sustancias** (solutos) de distinta naturaleza (no solo sales, por ejemplo la concentración de glucosa que es el azúcar en sangre) **a ambos lados de la membrana celular**. Un cambio de concentración de solutos en el medio externo o en el medio intracelular altera el equilibrio y provoca el proceso de ósmosis, por el que el agua tiende a pasar a través de la membrana, pudiendo conducir a procesos de plasmólisis o de retracción si el medio extracelular es hipertónico respecto al medio intracelular, o de turgencia o de hemólisis, si es hipotónico.

¿Por qué los diabéticos presentan poliuria (orinan mucho)?

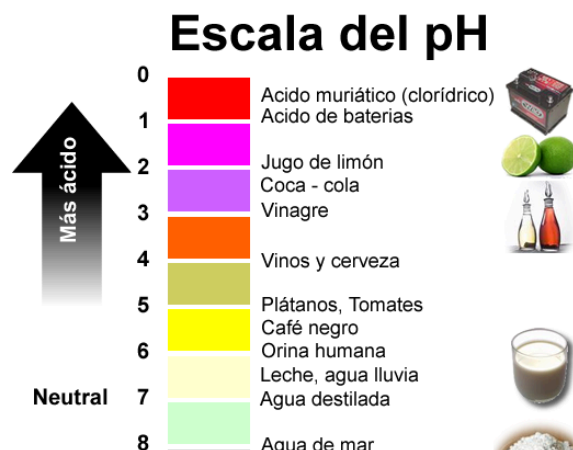


(b) DIÁLISIS: En este caso, además del agua, también pueden **atravesar la membrana** ciertas **moléculas de pequeño tamaño**, pero en este caso, esas moléculas **pasarán de la disolución en la que estén a mayor concentración a la disolución en la que estén a menor concentración**. Es decir, **justo al contrario que en la ósmosis**. Por tanto, en la diálisis, el agua pasará en un sentido, y el soluto de moléculas pequeñas en el sentido contrario.

Este proceso puede servir para separar dos tipos de sustancias que estén disueltas a la vez en la misma disolución, una con moléculas grandes incapaces de atravesar la membrana y la otra con moléculas pequeñas que si la pueden **atravesar**.

Función

Recordatorio: o basicidad una disolución mediante su



tamponadora

El grado de acidez (alcalinidad) de se expresa valor de pH.

El agua pura tiene **pH neutro** (pH=7) porque siempre hay el mismo número de H⁺ y OH⁻. Sin embargo, al añadirse sustancias ácidas (bajan el pH al aumentar la concentración de H⁺) o básicas (suben el pH al aumentar la concentración de OH⁻) cambia el pH. Se considera pH ácido cuando es menor de 7 y básico o alcalino cuando es mayor de 7.

pH ácido < 7 < **pH básico**

Alta [H⁺] **pH neutro** **Alta [OH⁻]**

Baja [OH⁻] **[H⁺]=[OH⁻]** **Baja [H⁺]**

Los organismos vivos no soportan variaciones de pH mayores de unas décimas, ya que **las variaciones de pH afectan a la estabilidad de las macromoléculas** (desnaturalización de proteínas, desnaturalización del ADN...). Por esta razón los seres vivos han desarrollado los **sistemas tampón**. Las **disoluciones tampón** también llamadas **sistemas amortiguadores o buffer** consisten en un **conjunto de sustancias relacionadas entre sí, capaces de mantener el pH constante** (dentro de ciertos límites) **cuando se añaden pequeñas cantidades de iones** (H⁺ u OH⁻) procedentes de ácidos o bases (respectivamente). Formados por sales minerales tenemos los sistemas tampón **bicarbonato** en los medios **extracelulares** como la sangre y el sistema tampón **fosfato** en los medios **intracelulares**. Existen otros sistemas tampón en el cuerpo.

- **Sistema tampón bicarbonato**: en el plasma sanguíneo, el CO₂ procedente del metabolismo celular se combina de forma reversible con H₂O, dando H₂CO₃. El ácido carbónico es un ácido débil que puede disociarse en los iones H⁺ y HCO₃⁻ (bicarbonato).



Cuando se produce un aumento de la concentración de iones H⁺ (al haber sustancias ácidas) el equilibrio se desplaza hacia la izquierda (elimina los H⁺ neutralizando la acidez) y se elimina hacia el exterior el exceso de CO₂ producido. Si por el contrario disminuye la concentración de H⁺ (al aumentar la concentración de OH⁻ debido a la presencia de sustancias básicas) el equilibrio se desplaza hacia la derecha tomando CO₂ de la sangre (aumenta los H⁺ neutralizando la basicidad).

A pH 7,4 (el pH de la sangre) la relación bicarbonato/ácido carbónico es 20:1, por lo que es un excelente amortiguador de ácidos (muchos HCO₃⁻ libres para coger H⁺) en el medio extracelular. Este sistema ofrece además la ventaja de ser abierto, al poder eliminar el exceso de CO₂ por ventilación pulmonar y el exceso de bicarbonato por los riñones.

¿Por qué la hiperventilación (respirar muy rápido) tiene graves efectos en el mantenimiento del pH, pudiendo producir vómitos, mareos, problemas visuales, desvanecimientos o incluso la muerte?

- **Sistema tampón fosfato**: en el sistema tampón fosfato las dos especies son: H₂PO₄⁻ y H⁺ + HPO₄²⁻, y su equilibrio viene dado por la siguiente reacción reversible:



Cuando se produce un aumento de la concentración de H⁺, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda (elimina exceso de H⁺); si por el contrario se produce una disminución de H⁺, el equilibrio se desplaza hacia la derecha (se forma H⁺ para neutralizar el exceso de OH⁻ al unirse ambos formando H₂O).

La concentración de fosfato en sangre es baja, por lo que su capacidad amortiguadora en la sangre es escasa si la comparamos con el tampón bicarbonato. Sin embargo, es un eficaz amortiguador de pH en el medio intracelular, teniendo en cuenta las elevadas cantidades de fosfato que existen en el interior celular donde la relación HPO₄²⁻/H₂PO₄⁻ es 4:1.

FIN

Para los temas siguientes necesitas repasar los enlaces que pueden formar el C, H, O, N y S y los nombres de los **grupos funcionales** carboxilo, hidroxilo, amino, aldehído y cetona.

Grupos funcionales hidrófilos

Carboxilo	- COOH
Hidroxilo	- OH
Carbonilo	> C=O
Amino	-NH ₂
Imino	> NH
Sulfhidrilo	-SH

Grupos funcionales hidrófobos

Radical alquílico	-CH ₂ - R
Radical etilénico	-CH = R
Radical fenilo	-C ₆ H ₅

Los grupos funcionales polares son solubles en agua o hidrófilos.
Los no polares son insolubles o hidrófobos.

Grupos funcionales hidrófilos

Carboxilo	- COOH
Hidroxilo	- OH
Carbonilo	> C=O
Amino	-NH ₂
Imino	> NH
Sulfhidrilo	-SH

Grupos funcionales hidrófobos

Radical alquílico	-CH ₂ - R
Radical etilénico	-CH = R
Radical fenilo	-C ₆ H ₅

Los grupos funcionales polares son solubles en agua o hidrófilos.
Los no polares son insolubles o hidrófobos.

