

# 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.

## 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.

La clasificación más común de los bioelementos es atendiendo a su abundancia en los seres vivos:

- **Bioelementos primarios**: son los bioelementos más abundantes en los seres vivos (casi el 96%), son 6: **C, H, O, N, P y S**.

Son tan abundantes porque son los que forman la mayor parte de la composición de nuestras biomoléculas (H<sub>2</sub>O, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), debido a que forman enlaces covalentes estables al tener un bajo número de electrones.

El **carbono** es especialmente importante porque forma 4 enlaces covalentes con otros carbonos o bioelementos. Estos enlaces pueden ser simples, dobles o triples.

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. Además forma moléculas con una gran variedad de grupos funcionales. Por ello, el carbono es el elemento en el que se basa la química de los seres vivos.

- **Bioelementos secundarios**: son menos abundantes que los anteriores (3,3% aprox), pero son necesarios para el correcto funcionamiento del organismo. Son: **Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> y Mg<sup>2+</sup>**.

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 (aprenderse funciones):

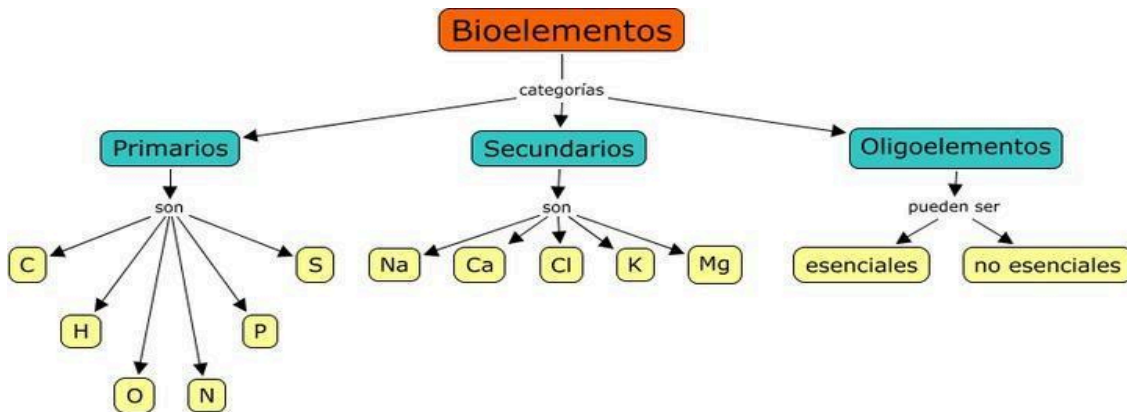
- el **magnesio** forma parte de la clorofila. Es componente de muchas enzimas.
- el **calcio** es necesario para la contracción muscular o la coagulación sanguínea y forma parte de los huesos y caparazones de moluscos.
- el **sodio, potasio y cloro** son necesarios para la transmisión del impulso nervioso... 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**: 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), forma parte de la hemoglobina que es una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno. Sin él, 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.

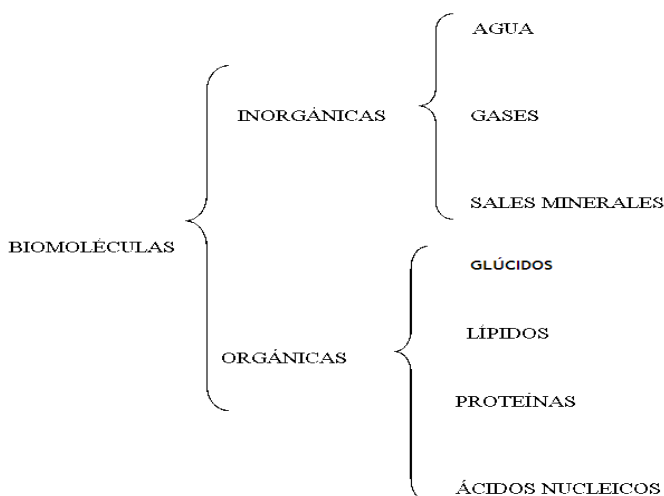


## BIOMOLÉCULAS: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

**Biomoléculas**: moléculas que forman parte de los seres vivos. 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 o no, 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 O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) y las **biomoléculas orgánicas** comprenden los **glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**.



# LOS ENLACES QUÍMICOS Y SU IMPORTANCIA EN BIOLOGÍA

El **enlace químico** es la unión entre átomos, moléculas o iones.

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, 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**: Se da cuando **uno de los átomos capta electrones del otro**. El anión y el catión quedan unidos por atracción electrostática.
- **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  $O_2$ .

Si unos átomos atraen más hacia sí los electrones, se forman **moléculas polares (hidrófilas)**, por ejemplo:  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ .

El enlace covalente 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.

- **Los enlaces intermoleculares**: Son los enlaces entre moléculas. Los casos más importantes son el **enlace de hidrógeno** (entre grupos polares sin carga) y las **fuerzas de Van der Waals** (entre grupos apolares). Son enlaces **muy débiles**.

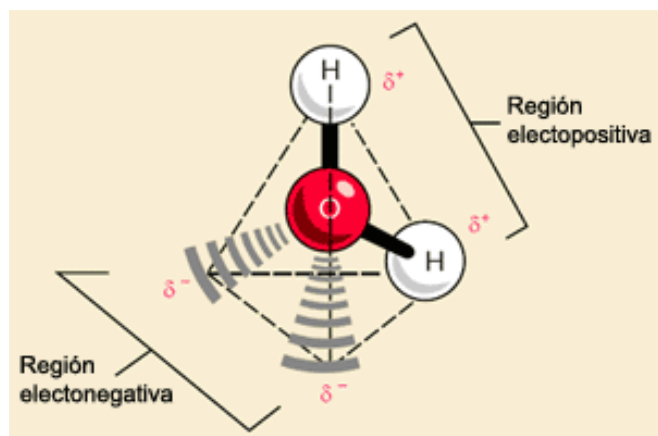
## AGUA

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.

### ESTRUCTURA DEL AGUA

La molécula de agua está formada por un oxígeno (O) unido a dos hidrógenos (H) mediante **enlaces covalentes simples**. 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, adquiriendo el O una densidad de carga negativa y los H una densidad de carga positiva. 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 “ $\delta$ ”. La molécula de agua, a pesar de ser eléctricamente neutra, es una molécula polar debido a la distribución asimétrica de sus electrones.

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.

## 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.

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**.

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 interaccionar.

- **Alto calor específico**: Hay que aportar una gran cantidad de calor a un gramo de agua para aumentar su temperatura 1°C. 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 cambio 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 muchos líquidos. 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**. Así, puede **actuar como esqueleto hidrostático** en algunos animales invertebrados o **permitir la turgencia** en plantas. 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 interaccionar (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**.

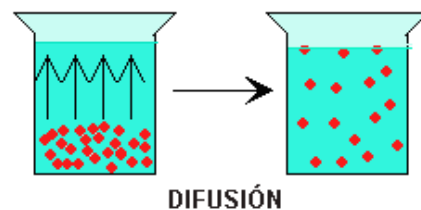
- **Función termorreguladora**: el agua que se calienta y se enfría muy lentamente, evitando los cambios bruscos de temperatura, por lo tanto, el agua actúa en los seres vivos **regulando su temperatura**.

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**.

PROPIEDAD	FUNCIÓN
Alto poder disolvente (debido a la alta constante dieléctrica)	Disolvente universal Transporte Bioquímica (medio + reactivo químico)
Alto calor específico Alto calor vaporización	Termorreguladora (sudor / clima)
Elevada fuerza de cohesión (líquido casi incompresible) Elevada tensión superficial	Estructural (esqueleto hidrostático) Lubricante o amortiguadora mecánica Permite el desplazamiento por la superficie
Alta fuerza de adhesión + Alta fuerza de cohesión (repetido)	Permite la capilaridad (ascenso por conductos estrechos en contra de gravedad)
Mayor densidad en estado líquido = El hielo flota	Permite la vida submarina en zonas de aguas congeladas

### FISICOQUÍMICA DE LAS DISPERSIONES ACUOSAS. DIFUSIÓN Y ÓSMOSIS

- **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. Al final la difusión se detiene cuando se igualan las concentraciones de dichas partículas en ambos fluidos.



- **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.



Los medios acuosos pueden tener diferentes concentraciones y se denominan:

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

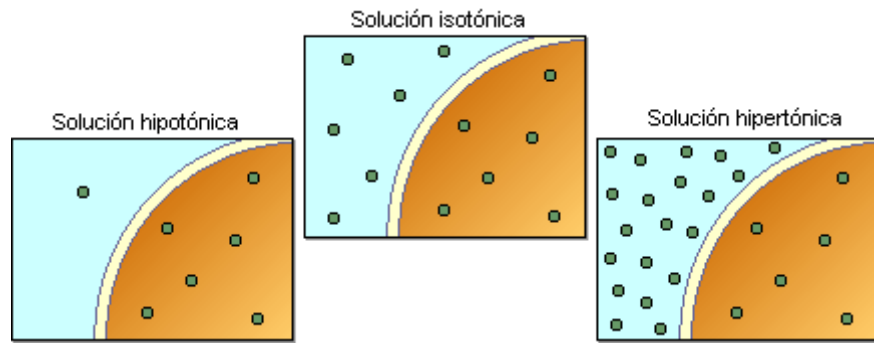
- **Medio hipertónico:** poseen una alta concentración de solutos con respecto a otros en los que la concentración es menor.

- **Medio isotónico:** tienen la misma concentración de solutos.

Siempre hay 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 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, 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 produciendo un hinchamiento que puede provocar la ruptura de la membrana plasmática en células animales, y por tanto, la muerte celular (**hemólisis**). En células vegetales, la pared celular evita que reviente la membrana plasmática y evita un excesivo hinchamiento (**turgencia**).

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

## SALES MINERALES: CLASIFICACIÓN Y FUNCIONES

Son moléculas inorgánicas presentes en todos los seres vivos. Según su solubilidad en agua, se clasifican en:

- Las **sales minerales insolubles en agua o precipitadas:** en estado sólido, formando estructuras con función de protección y sostén como por ejemplo huesos y caparazones. Las más comunes son el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), el fosfato cálcico ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) y la sílice o dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ).
- Las **sales minerales solubles en agua o disueltas:** al disolverse en medios acuosos, forman iones. Los más frecuentes son los cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  y los aniones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

### Funciones específicas de las sales minerales disueltas:

- $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$ : intervienen en la transmisión del impulso nervioso.
- $\text{Ca}^{2+}$ : intervienen en la contracción muscular y coagulación sanguínea.
- $\text{Co}^{2+}$ : forma parte de la vitamina  $\text{B}_{12}$ .
- $\text{Fe}^{2+}$ : forma parte de la hemoglobina que transporta el oxígeno.
- $\text{I}^-$ : forma parte de la hormona tiroxina que regula el metabolismo.

### **Función estructural**

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

- El **carbonato cálcico** ( $\text{CaCO}_3$ ) constituye el esqueleto de corales, forman las conchas de gasterópodos y bivalvos, endurecen huesos y dientes de vertebrados.
- El **fosfato cálcico** ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) forma parte de los esqueletos de vertebrados (huesos y dientes).
- La **sílice** ( $\text{SiO}_2$ ) forma parte de los caparzones que presentan algunos microorganismos como las **algas unicelulares** (diatomeas).

### **Función osmótica (a)**

El equilibrio osmótico depende de la concentración de sustancias (solutos) de distinta naturaleza 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, 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.

(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.

### **Función tamponadora** (reguladora del pH)

El agua pura tiene pH neutro ( $\text{pH}=7$ ) porque siempre hay el mismo número de  $\text{H}^+$  y  $\text{OH}^-$ . Se considera pH ácido cuando es menor de 7 y básico o alcalino cuando es mayor de 7.

**pH ácido** < 7 < **pH básico**

**Alta  $[\text{H}^+]$**       **pH neutro**      **Alta  $[\text{OH}^-]$**

**Baja  $[\text{OH}^-]$**        **$[\text{H}^+]=[\text{OH}^-]$**       **Baja  $[\text{H}^+]$**

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 ( $\text{H}^+$  u  $\text{OH}^-$ ) 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:**



- **Sistema tampón fosfato**: en el sistema tampón fosfato las dos especies son:  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ , y su equilibrio viene dado por la siguiente reacción reversible:



**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		Grupos funcionales hidrófobos	
Carboxilo	- COOH	Radical alquílico	-CH <sub>2</sub> - R
Hidroxilo	- OH	Radical alénilico	-CH = R
Carbonilo	> C=O	Radical fenilo	-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>
Amino	-NH <sub>2</sub>		
Imino	> NH		
Sulfhidrilo	-SH		

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

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

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

GRUPOS FUNCIONALES

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{Aldehído} \end{array}$$

GRUPOS FUNCIONALES

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{Ketona} \end{array}$$