

TEMA 1: BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

1. BIOELEMENTOS

Son los elementos químicos que constituyen la materia viva. Al unirse entre sí forman las biomoléculas. Existe una gran diversidad biológica en nuestro planeta, pero los elementos químicos que componen los seres vivos se repiten siempre.

Sin embargo, los elementos más abundantes en los seres vivos (C H, O, N, P y S) no son los mismos que los mayoritarios en la litosfera (donde abunda por ejemplo el Si), en la atmósfera o en la hidrosfera.

Los bioelementos se clasifican en base a su proporción o abundancia en los seres vivos:

* **Bioelementos Primarios** (más del 95% del total de la materia viva --> CHONPS) (*hay que sabérselos todos*)

Son indispensables para la formación de las biomoléculas orgánicas o principios inmediatos (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). Todos los bioelementos primarios necesitan electrones (e^-) para completar su capa de valencia y tienen baja masa atómica, por lo que forman enlaces que confieren estabilidad.

C	Posee 4 e^- despareados con posibilidad de formar enlaces covalentes (forma de tetraedro) con átomos como el H, O y N dando lugar a la gran variedad de grupos funcionales. Es capaz de formar cadenas lineales, ramificadas y cíclicas de distintos tamaños y muy estables. Ningún otro elemento químico puede formar moléculas con formas, tamaños y estructuras tridimensionales tan diferentes. Esta diversidad molecular permite que el ser vivo pueda constituir estructuras como la membrana y los demás orgánulos celulares y que, además, pueda reconocer la diversidad de moléculas externas. La estabilidad de las largas cadenas formadas por C permiten que 1 sola molécula, como el ADN, pueda contener toda la información del organismo y que al replicarse, transmita esta información a los descendientes, acción imprescindible para la continuidad de la vida
H	Junto al C forma las cadenas hidrocarbonadas. También forma parte del agua y es uno de los átomos capaz de formar enlaces de H ($\delta+$) con átomos electronegativos ($\delta-$) como el O y el N.
O	Tanto el O, N, P y S son elementos electronegativos que forman grupos polares al enlazarse de forma covalente con H. El O forma H_2O , CO_2 y grupos funcionales (-OH, -CHO, -COOH) importantes p.ej. en glúcidos
N	En el grupo $-NH_2$ de los aminoácidos (proteínas) y también forma parte de las bases nitrogenadas (A, C, G, T, U) de ácidos nucleicos.
P	En los grupos fosfato presentes en ácidos nucleicos como el ARN o el ADN. Además, también se almacena energía química en los enlaces entre fosfatos del ATP.
S	Forma el radical $-SH$ de los aminoácidos como la cisteína que mediante el enlace disulfuro estabiliza la estructura terciaria de las proteínas.

* **Bioelementos Secundarios** (alrededor del 4% del total de materia viva → Na K Cl Ca Mg) (*entran los 5*)

Están en menor proporción que los bioelementos primarios, aunque desempeñan funciones de vital importancia. Son imprescindibles para la vida de la célula y se encuentran en todos los seres vivos.

Na, K y Cl	Na ⁺ , K ⁺ y Cl ⁻ son los iones más abundantes en el medio interno e interior celular. Mantienen el equilibrio de cargas a ambos lados de la membrana, por lo que participan en la transmisión del impulso nervioso
Ca	Participa en contracción muscular y en forma de $CaCO_3$ constituye las conchas, esqueletos y caparazones
Mg	Componente de muchos enzimas y del pigmento clorofila (participa en la fotosíntesis)

* Oligoelementos (menos del 0,1% del total de materia viva → Cu Co Zn Li F y Fe)

Son imprescindibles para la vida de la célula y se encuentran en todos los seres vivos. Hay algunos oligoelementos esenciales que aparecen en todos los seres vivos (Fe, Cu, Zn o Co) y otros oligoelementos no esenciales presentes únicamente en ciertos seres vivos y no en otros (I, F, Li...). Suelen ser necesarios para el funcionamiento de algunas proteínas (grupos prostéticos) y, sin ellos, no se pueden dar ciertas reacciones químicas (muchos oligoelementos son cofactores de enzimas implicados en las reacciones metabólicas).

Fe	Forma parte de la hemoglobina, pigmento presente en los glóbulos rojos, que transporta el O ₂ en sangre
Cu	Necesario para formar hemocianina, pigmento respiratorio de invertebrados acuáticos
Co	Uno de los átomos presentes en la vitamina B ₁₂
Zn	Abundante en frutos secos. Está presente en el cerebro, páncreas y órganos sexuales
I	Necesario para formar las hormonas tiroideas, encargadas de regular el metabolismo
F	Se acumula en huesos en forma de F ⁻ y le aporta más resistencia. También previene caries dental
Li	Participa en la liberación de neurotransmisores, estabilizando el estado de ánimo

;OJO! El Fe en algunos libros aparece como bioelemento secundario, pero normalmente se considera oligoelemento.

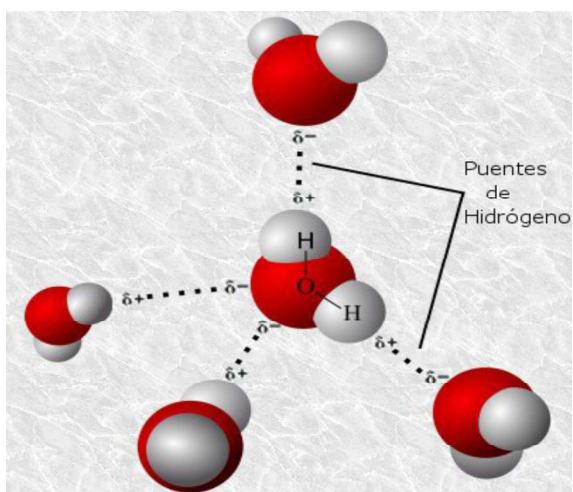
2. BIOMOLÉCULAS

- **SIMPLES** (con átomos del mismo elemento) --> O₂ y N₂ (inorgánicas).
- **COMPUESTAS** (con átomos diferentes) --> Pueden ser inorgánicas (como H₂O, CO₂, CaCO₃, NaCl, etc.) u orgánicas (si tienen C y H, como los glucidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). Suele tratarse de POLÍMEROS muy grandes formados por la unión de varias unidades llamadas MONÓMEROS.

3. EL AGUA

Es la biomolécula más importante en todos los seres vivos. Podemos encontrar el H₂O en distintas formas: circulante (savia, sangre...), intersticial (entre células y tejidos) o intracelular (dentro de la célula). Su proporción varía entre el 50-95% del peso de los organismos, dependiendo de: la especie (medusas hasta el 99%), la edad del individuo (más jóvenes mayor proporción) o el tipo de tejido /órgano (el cerebro posee mucha mayor % de agua que los huesos). Es por esta razón que, aunque el C es la base de la vida, los bioelementos más abundantes en los seres vivos son mayoritariamente el H y O.

Estructura química y formación de enlaces de H

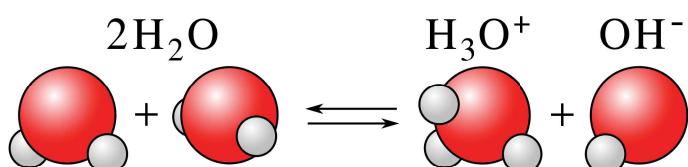


La molécula de H₂O está formada por 2 átomos de H y 1 de O, unidos mediante enlaces covalentes que forman un ángulo entre sí de 104,5°. El O es más electronegativo que el H, por lo que atrae hacia sí los electrones compartidos del enlace y, gracias a su geometría angular, se crea un **dipolo** con una región electronegativa cercana al O (δ⁻) y otra zona electropositiva cerca de los H (δ⁺). Por tanto, el H₂O es una molécula polar debido a su distribución desigual de los e-.

La existencia de estos dipolos en las moléculas de H₂O hace que las fuerzas de atracción establezcan entre ellas un tipo de uniones débiles llamadas **enlaces de hidrógeno** (también *puentes de H*). Gracias a los enlaces de H, el agua presenta unas características únicas e imprescindibles para los seres vivos.

* **Propiedades del H₂O** (*Muchas de ellas se deben a la capacidad de formación de enlaces de H*)

- **Líquida a T^a ambiente** (elevado punto de fusión y ebullición): Los enlaces de H mantienen una elevada fuerza de cohesión entre las moléculas de H₂O lo que permite que se mantenga líquida a T^a ambiente (a diferencia de otras moléculas similares como el NH₃ o CO₂ que son gases). Esta propiedad es fundamental en determinadas funciones del agua como por ejemplo la de servir de disolvente de moléculas hidrofílicas y de medio de transporte.
- **Alto poder disolvente:** gracias a la polaridad de la molécula de H₂O (elevada constante dieléctrica) es capaz de disolver compuestos iónicos como las sales minerales y moléculas polares como la glucosa. Las moléculas de H₂O, gracias a su distribución desigual de electrones, se disponen alrededor de los grupos polares del soluto, los átomos de O (δ^-) se sitúan cerca de los cationes y los de H (δ^+) cerca de los aniones, produciendo el fenómeno de solvatación. De hecho, se considera al H₂O como "el disolvente universal".
- **Elevada cohesión interna y alta capacidad de adhesión:** Las moléculas de H₂O están fuertemente cohesionadas entre sí, gracias a la formación de enlaces de H. Estas fuerzas de cohesión oponen resistencia a romperse y le confieren al H₂O las siguientes características:
 - Es un **líquido incompresible** porque debido a la elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas, es necesario altas presiones para comprimir el H₂O. Por ello, funciona como esqueleto hidrostático en vegetales, invertebrados, etc.
 - **Alta capilaridad** porque las fuerzas de cohesión con los enlaces de H y la elevada adhesión del H₂O a los conductos, causa que pueda ascender por conductos estrechos sin que participe otra fuerza (p.ej. la absorción en raíces).
 - **Alta tensión superficial:** La cohesión entre las moléculas de la superficie del agua opone una resistencia a romperse. De hecho, la superficie del agua se comporta como una membrana elástica tensa. Esto posibilita que muchos seres vivos, como los zapateros, floten sobre la superficie del agua.
- **Elevado calor específico:** Es el calor necesario para elevar 1°C la T^a de 1 gramo de sustancia. Para poder romper los enlaces de H, se necesita muchísimo calor. Esto permite que el agua se comporte como un regulador térmico de los cambios bruscos de T^a. Este efecto termorregulador ocurre en el citosol de las células y, también, en ambientes cercanos al mar, donde existen menos fluctuaciones de T^a y un clima más suave que en zonas de interior.
- **Alto calor de vaporización:** Al ser necesario romper los enlaces de H, se necesita mucha energía para que el H₂O pase a vapor. Cuando las moléculas de agua consiguen pasar a vapor roban esa energía del entorno, teniendo un poder refrigerante. Es lo que ocurre con el sudor, que al pasar a vapor actúa como refrigerante corporal.
- **Menor densidad del hielo que el agua líquida.** El agua cuando se congela aumenta su volumen, por lo que disminuye su densidad. De este modo, en los medios acuáticos solo se congela la parte superficial permitiendo la vida por debajo.
- **Bajo grado de ionización:** Solo 1 de cada 10 millones de moléculas de H₂O se encuentra ionizada, lo que hace que al añadir una pequeña cantidad de un ácido o de una base, el pH del agua varíe drásticamente.



* Importancia biológica de las propiedades del H₂O y su relación con las funciones del H₂O

PROPIEDAD	FUNCIONES RELACIONADAS / IMPORTANCIA BIOLÓGICA
Gran capacidad disolvente (elevada constante dieléctrica) y líquida a T ^a ambiente (altos puntos de fusión y ebullición)	<p>Función de transporte: como es líquida a temperatura ambiente y tiene gran capacidad disolvente, es el medio de transporte de sustancias entre el medio externo y el organismo y dentro del propio organismo, por ejemplo, el transporte a través de la sangre.</p> <p>Función disolvente: al ser líquida a temperatura ambiente y ser un dipolo, facilita la disociación de las sales (iónicas) y de otros compuestos polares (glúcidos, proteínas) por lo que es el medio en el que se realizan todas las reacciones biológicas (reacciones metabólicas).</p> <p>Función bioquímica: gracias a su gran reactividad química, interviene en muchas reacciones químicas como la <u>hidrólisis</u> (en las que el H₂O se disocia en los iones H₃O⁺ y OH⁻ que rompen enlaces moleculares de tipo covalente) o la <u>fotosíntesis</u> (utiliza el H₂O como fuente de átomos de H).</p>
Elevada cohesión interna y alta capacidad de adhesión	<p>Función estructural: La elevada cohesión entre moléculas hacen que sea un líquido incompresible, lo que hace que sea utilizada como esqueleto hidrostático por algunos seres vivos. Muchos organismos unicelulares y las células que no poseen una pared celular rígida mantienen su forma gracias a la presión que ejerce el agua (presión osmótica).</p> <p>Función de amortiguador mecánico: Evita golpes o rozaduras (líquido sinovial, líquido cefalorraquídeo, líquido amniótico).</p> <p>Capilaridad: permite el ascenso de la savia bruta por el xilema desde las raíces al resto de la planta, que es fundamental para la vida de las plantas terrestres.</p>
Elevado calor específico	<p>Función termorreguladora (tampón térmico): Debido a su alto calor específico, el H₂O puede absorber calor sin aumentar mucho su temperatura, por lo que es capaz de amortiguar los cambios de temperatura y regula la temperatura del planeta (mares y océanos) y mantener a los organismos (el citosol de las células) en unos límites de temperatura adecuados incluso con grandes variaciones en el medio.</p>
Elevado calor de vaporización	<p>Función refrigerante: Debido a su elevado calor de vaporización, el H₂O permite disminuir la temperatura corporal a través de la sudoración. Las gotas de sudor, para evaporarse en la superficie corporal, deben romper todos los enlaces de H, y para ello necesitan energía que roban del entorno, refrescando el cuerpo.</p>
Mayor densidad en estado líquido	<p>Supervivencia en masas de agua de climas muy fríos: Las grandes masas de H₂O se congelan en la superficie y, al ser el hielo menos denso, flota sobre el agua líquida. El hielo aísla las masas de agua por debajo de él, permitiendo que la vida siga desarrollándose en su interior.</p>

4. DISOLUCIONES Y DISPERSIONES ACUOSAS

Los compuestos iónicos y las moléculas orgánicas polares de pequeño tamaño suelen disolverse en agua formando **DISOLUCIONES**. *Ej: Cuando se disuelve la sal de mesa ($NaCl$), los iones Na^+ y Cl^- se disocian y quedan rodeados de una capa de moléculas de H_2O (capa de solvatación). El etanol (CH_3-CH_2OH) también es hidrosoluble porque sus moléculas forman puentes de hidrógeno con las moléculas de H_2O adyacentes.*

Las macromoléculas como las proteínas o los polisacáridos, debido a su mayor tamaño, no forman disoluciones verdaderas. No obstante, sus grupos polares también establecen puentes de H con las moléculas de H_2O que se disponen en capas a su alrededor. Se trata de **DISPERSIONES COLOIALES**, que suelen tener aspecto translúcido y en las que las partículas de soluto dispersas pueden separarse del disolvente por centrifugación.

Las dispersiones coloidales presentan una elevada viscosidad y pueden presentarse o bien en estado de **sol** (estado líquido) o en estado de **gel** (semisólido y gelatinoso). P.ej. el citosol posee numerosas macromoléculas dispersas normalmente en estado de sol. Pero en ocasiones puede pasar al estado de gel (gelificarse). Esta transición entre ambos estados es la responsable de la emisión de pseudópodos y de movimientos celulares como el de las amebas.

5. SALES MINERALES

En los seres vivos, las sales minerales se pueden encontrar de las siguientes formas:

- **Sales precipitadas:** Constituyen estructuras sólidas, insolubles y con **función esquelética** como el $CaCO_3$ de las conchas o unido al $Ca_3(PO_4)_2$ (fosfato cálcico) en los huesos.
- **Sales disueltas:** Gracias a la capacidad de solvatación iónica del agua y a su elevada constante dieléctrica, al disolverse en H_2O , las sales se disocian en iones. Por tanto, están en forma de cationes (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , etc.) o aniones (PO_4^{3-} , HCO_3^- , Cl^- , etc.). Sirven a la célula para mantener constante el medio interno (HOMEOSTASIS).
- **Asociadas a moléculas orgánicas:** como el Fe en el grupo *hemo* de la hemoglobina, el Cu en la hemocianina...

5.1. FUNCIONES DE LAS SALES MINERALES DISUELTA EN LOS SERES VIVOS:

Además de las funciones fisiológicas y bioquímicas concretas de cada uno de los distintos aniones y cationes en la que las sales minerales se disocian en disolución (p.ej. el Ca^{2+} en la contracción muscular o el N^+ y K^+ en la transmisión del impulso nervioso), las principales funciones de las sales minerales disueltas son:

- **Mantener la homeostasis**, es decir, las sales disueltas mantienen un grado de salinidad constante en el organismo y, por tanto, intervienen en la **regulación de la presión osmótica y el volumen celular**.
- **Estabilizar las dispersiones coloidales**, es decir, aseguran la estabilidad de los coloides que se encuentran en las células, generalmente de macromoléculas como proteínas, polisacáridos o ácidos nucleicos.
- **Regular la actividad enzimática**, ya que determinados iones actúan como cofactores necesarios para el funcionamiento de enzimas que participan en las reacciones metabólicas. De hecho, la presencia de determinados iones (Zn^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} o Mg^{2+}) activa las reacciones bioquímicas (función catalítica) asociándose al sustrato o a la enzima. Un ejemplo es el rol imprescindible que tiene el Mg^{2+} para la RuBisCO, la enzima más abundante de la naturaleza, encargada de fijar CO_2 en la fase oscura de la fotosíntesis.
- **Generan potenciales eléctricos**, creando una diferencia de cargas a un lado y otro de la membrana. Esta diferencia de iones entre la parte externa de la membrana y la que está en contacto con el citosol, es el denominado **potencial de membrana**, de vital importancia en muchos procesos celulares relacionados.
- **Regulan el pH** ya que algunas sales **poseen capacidad amortiguadora o tampón** frente a los cambios de acidez o alcalinidad del medio.

A continuación, veremos con detalle dos de las anteriores funciones de las sales minerales disueltas: el efecto amortiguador de los cambios del pH y la regulación del equilibrio osmótico.

5.2. IMPORTANCIA DEL pH EN LOS SERES VIVOS

El H_2O puede ionizarse en H_3O^+ y OH^- . Por tanto, aunque la gran mayoría son moléculas de H_2O sin ionizar, también aparecen algunos iones OH^- e iones H_3O^+ que, por convenio, se simplifican como H^+ .

El pH está relacionado con la concentración de iones de H^+ presentes en la solución y es una medida de la acidez o alcalinidad de una disolución. Al ser el número de moléculas ionizadas tan pequeño, por comodidad, se utiliza la escala de pH, donde $\rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Debido a ese signo menos, si hay mucha $[\text{H}^+]$ el valor de pH será bajo (ÁCIDO) y si hay poca $[\text{H}^+]$, el valor de pH será alto (BÁSICO o ALCALINO).

La escala de pH siempre tiene valores entre **0 y 14**, siendo:

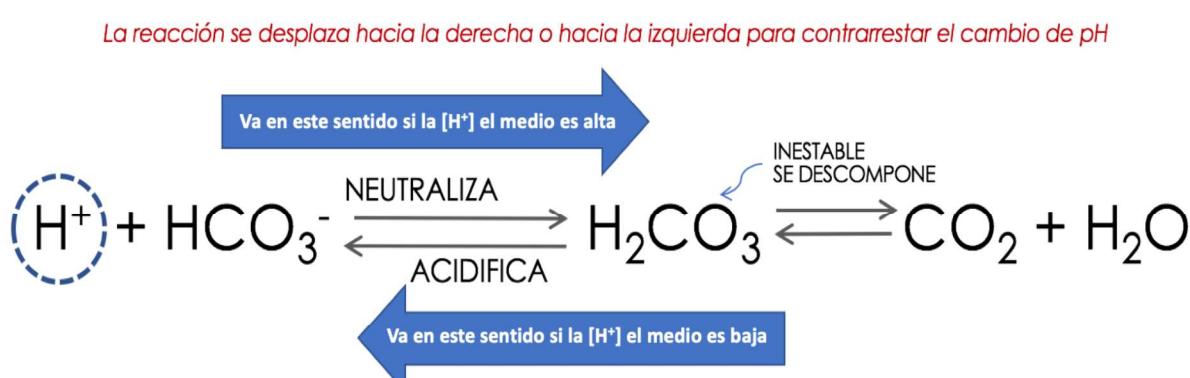
- **pH ácidos** son pH que oscilan del **1** (ácidos fuertes) **al 6** (ácidos débiles).
- **pH neutros** son los valores cercanos a **7**.
- **pH básicos** son pH que oscilan del **8** (bases débiles) **al 14** (bases fuertes).

¿Cómo afecta el pH a las células y las reacciones metabólicas?

- Si el pH variase, muchas reacciones químicas cambiarían el sentido de la reacción.
- Las proteínas pueden desnaturalizarse y perder su función debido a cambios de pH. Cada enzima de nuestro cuerpo tiene un pH óptimo, en el cual desarrolla su máxima actividad. Si el pH varía, los enzimas pueden reducir su velocidad, modificar su estructura tridimensional o dejar de funcionar (p.ej. si se desnaturaliza y precipita).
- El organismo mantiene una concentración de electrolitos determinada, si varía el pH se puede desencadenar una acidosis o alcalosis metabólica con graves consecuencias sobre la salud.

El organismo intenta evitar estos cambios y mantener una condición interna estable a través de los mecanismos de **HOMEOSTASIS**, entre los que destacan la regulación del CO_2 , la reabsorción y excreción renal y las disoluciones amortiguadoras o tampón.

Las **DISOLUCIONES AMORTIGUADORAS O TAMPÓN** están formadas por un **ácido débil y su base conjugada**, o una **base débil y su ácido conjugado**. Estas disoluciones tienen la capacidad de minimizar el cambio de pH cuando se añaden al medio pequeñas cantidades de ácidos o bases. ¿Cómo lo hacen? Pueden ionizarse en menor o mayor grado para contrarrestar el cambio, p.ej. liberando más H^+ si el pH sube por la adición de una base o viceversa. Los ejemplos más característicos son el **tampón fosfato** y el **tampón bicarbonato**. *(Hay que saberse las dos reacciones!)*



El tampón bicarbonato se encarga de amortiguar los cambios de pH en el líquido extracelular y, especialmente, en la sangre. Si la sangre se vuelve demasiado ácida, significa que hay exceso de H^+ , con lo cual el bicarbonato HCO_3^- capta ese exceso de H^+ transformándose en H_2CO_3 y luego en CO_2 y H_2O . Si la sangre tiene un pH demasiado básico, es que la concentración de H^+ es baja, así que ocurre lo contrario, el H_2CO_3 libera un H^+ transformándose en HCO_3^- .

El tampón fosfato es importante para mantener un pH sin variaciones bruscas en el citosol. Capta H^+ si el pH intracelular es muy ácido transformándose en $H_2PO_4^-$ y, en el caso contrario, libera ese H^+ si el pH se alcaliniza, quedándose como HPO_4^{2-} .

5-3. ÓSMOSIS Y DIFUSIÓN

DIFUSIÓN: reparto homogéneo de las partículas de un fluido (sea un gas o un líquido) cuando se introducen en un medio en el que inicialmente no estaban. Ej: un ambientador difunde por toda la habitación.

ÓSMOSIS: capacidad de paso de un **disolvente** a través de una **membrana semipermeable** entre dos disoluciones de diferente concentración, desde la menos concentrada a la más concentrada, hasta igualar concentraciones.

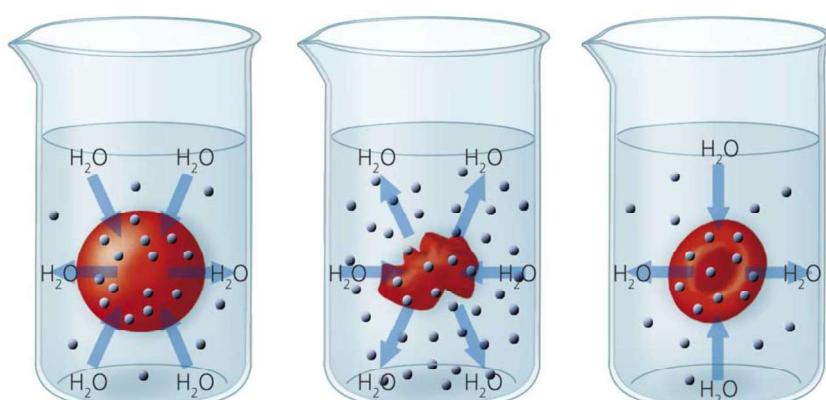
La ósmosis es un tipo de difusión pasiva (pasiva porque no requiere gasto de energía) pero en la que son las moléculas de H_2O las que se mueve de un lado a otro de la membrana. El término difusión se emplea para cualquier soluto.

* **Presión osmótica:** Presión o resistencia que sería necesaria para detener el flujo de agua a través de la membrana semipermeable.

La membrana plasmática de las células se comporta como una membrana semipermeable, por lo que las células vivas sufren ósmosis, dependiendo del medio en el que se encuentren:

- **MEDIO ISOTÓNICO** (concentración externa = interna) --> Cuando la concentración de solutos del medio extracelular es igual a la concentración intracelular, no ocurre nada ya que el agua entra y sale de la célula en la misma proporción. Hay un equilibrio entre la salida y entrada de agua a ambos lados de la membrana.
- **MEDIO HIPOTÓNICO** (concentración externa < interna) --> cuando el líquido extracelular está más diluido que el interior celular, el H_2O tiende a pasar al citoplasma a favor de gradiente hasta que se igualan las concentraciones, la célula se hincha (**turgencia**) y en algunos casos incluso llega a romperse (**lisísis celular**).
- **MEDIO HIPERTÓNICO** (concentración externa > interna) --> cuando el líquido extracelular está más concentrado en solutos que el interior celular, el H_2O intracelular tiende a salir a favor de gradiente hasta igualar las concentraciones externa e interna, la célula pierde agua, se deshidrata y se encoge hasta morir (**plasmólisis**).

Por tanto, el agua pasará de los medios hipotónicos a los hipertónicos, ejerciendo una presión sobre la membrana que es la que conocemos como presión osmótica.



En los glóbulos rojos, el fenómeno de ósmosis es muy importante a la hora de inyectar soluciones en sangre (debe ser suero fisiológico isotónico con el interior de los hematíes) ya que la membrana plasmática de los eritrocitos actúa como una membrana semipermeable. Puesto que inyectar fármacos en agua podría llevar a la hemólisis (el medio hipotónico hace que las células se llenen de agua, se pongan turgentes e incluso se rompan en pocos minutos). El fenómeno contrario, la plasmólisis, en el caso concreto de los glóbulos rojos se denomina **crenación**.

En las células vegetales, así como en las algas, la presencia de una pared celular rígida impide que las células lleguen a romperse en medios hipotónicos aunque sí se observa la turgencia (aumenta muy poco su volumen total por la barrera que presenta la pared). En el caso de medios hipertónicos, aunque la pared celular sigue en su sitio y aparentemente no parece que haya sucedido gran cosa, sí que se da la plasmólisis.

**En algunos libros, podéis encontrar los términos isosmótico, hiposmótico o hiperosmótico con el mismo significado.*

***DIÁLISIS:** La diálisis es un proceso relacionado con la ósmosis. Pero, en este caso, además del H_2O , la membrana semipermeable de diálisis también permite el paso de moléculas (solutos) de baja masa molecular por difusión desde la disolución en la que la molécula está más concentrada hacia donde está más diluida. Un ejemplo conocido de esta técnica es la hemodiálisis, en la que "se filtra" la sangre de enfermos del riñón haciéndola pasar por un circuito de diálisis en máquinas que generalmente reciben el nombre de "riñón artificial". En el proceso, las moléculas más pequeñas presentes en la sangre del paciente (desechos como la urea) atraviesan la membrana de diálisis, por lo que se separan y se eliminan. Sin embargo, otras partículas de mayor tamaño, como las células sanguíneas, no son capaces de atravesar la membrana y no se eliminan.

6. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN DE BIOMOLÉCULAS

Además de la diálisis, existen otras técnicas de separación de biomoléculas muy utilizadas en biología:

***CENTRIFUGACIÓN:** técnica utilizada para sedimentar de forma rápida orgánulos celulares o incluso células enteras gracias al uso de fuerza centrífuga. Para ello se usan aparatos llamados centrífugas o ultracentrífugas con rotores que al girar facilitan la sedimentación y posterior separación de los componentes de la muestra.

***CROMATOGRAFÍA:** Método físico de separación de mezclas que consiste en hacer pasar una fase móvil por una fase estacionaria que separa los componentes en base a su afinidad por cada fase. El ejemplo más típico es separar los pigmentos en una cromatografía en papel (por ejemplo las clorofillas de las hojas de las plantas).

***ELECTROFORESIS:** Utilizando un gel en el que se introducen las muestras y al que se somete a un campo eléctrico, se separan biomoléculas como ADN (con carga -) o proteínas (tratadas con detergente para que tengan carga -) en distintas bandas de distintos tamaños, que se comparan con un patrón de tamaños conocidos. Las moléculas más pequeñas atraviesan más rápidamente el gel desde el electrodo negativo hacia el positivo.

***ESPECTROFOTOMETRÍA:** Distintos métodos basados en la cantidad de luz que absorbe o emite una sustancia a una determinada longitud de onda. Puede servir para hallar concentraciones de sustancias comparando con patrones. Para ello se utiliza un aparato denominado espectrofotómetro.

