



BLOQUE I. ¿CUÁL ES LA COMPOSICIÓN DE LOS SERES VIVOS?

TEMAS 1 Y 2: BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS. EL AGUA.

TEMA 1. Composición de los seres vivos: bioelementos y biomoléculas.

TEMA 2. El agua.

- 2.1. Estructura.
- 2.2. Propiedades físico-químicas.
- 2.3. Funciones biológicas.
- 2.4. Disoluciones acuosas de sales minerales.

TEMA 1. COMPOSICIÓN DE LOS SERES VIVOS: BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS.

1.0. INTRODUCCIÓN: CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS.

Aunque ya sabemos que es muy difícil dar una definición de ser vivo o del concepto de VIDA, podemos distinguir los **sistemas biológicos** de la materia inerte por una serie de cualidades: los seres vivos tienen en común su **composición**, su **organización** y sus **funciones**.

En cuanto a su **composición**, hay que decir que llama la atención la gran **complejidad**. La mayoría de las moléculas que los constituyen son exclusivas de ellos (glúcidos, lípidos, etc.) y desde una bacteria a un elefante, todos los organismos vivientes poseemos moléculas semejantes y en ocasiones idénticas.

La materia viva está altamente **organizada**. (El término organismo significa precisamente eso, organización). Básicamente sólo hay dos modelos de organización en los seres vivos: procariota y eucariota. El **procariota**, es más sencillo y anterior (¡en varios miles de millones de años!) que el modelo **eucariota**. Los **virus** son relativamente simples y se les considera en el límite de lo vivo y lo inerte no cumpliendo con la definición "oficial" de ser vivo, pero compartiendo cualidades con estos. Se trataría más bien de formas de vida "simplificadas" y modernas (recuerda el modo de reproducción que presentan). Dejando aparte los virus, los seres vivos se organizan en estructuras llamadas células, en las que los componentes moleculares están aislados del exterior por membranas biológicas, también hechas de moléculas.

Los seres vivos también se caracterizan por realizar una serie de **funciones** que se han dado en llamar **vitales** y que son la nutrición, la relación y la reproducción (los virus cumplen solamente la última de ellas). La **nutrición** representa la necesidad de intercambio de materia y energía que tienen los seres vivos y que les permite construirse, repararse y reproducirse y, en definitiva, mantener su alto grado de organización, es decir, seguir vivos. La función de **relación** es la capacidad de los organismos de **responder a estímulos**, o lo que es lo mismo, los seres vivientes son capaces de detectar cambios físicos o químicos del medio, de analizarlos y de obrar en consecuencia (hay muchos tipos de estímulos, así como de respuestas). De la **reproducción** cabe decir que es la capacidad de hacer copias semejantes o idénticas, y es otra de las características exclusivas de los seres vivos.

Por último, en esta introducción no debe olvidarse mencionar que la vida comenzó en la Tierra hace más de 3.800 millones de años, cuando las condiciones del planeta eran otras bien distintas de las actuales; que todos los seres vivos estamos emparentados, lo que quiere decir que **procedemos de un antepasado común**; que la vida no se ha interrumpido desde los orígenes y que la enorme **diversidad** de especies que hoy día conocemos se ha producido por **evolución** de especies antecesoras, debido a dos causas fundamentales: los cambios, errores o mutaciones producidos en la información genética de los individuos que pasan a la descendencia, junto con los

mecanismos que durante la misma reproducción producen **variabilidad** o diferencias en la descendencia y la **selección** que los factores ambientales ejercen sobre las poblaciones de seres vivos (teoría darwinista de la evolución). [Estos aspectos serán tratados ampliamente a lo largo del curso].

Niveles de organización biológica.

Al observar la materia viva podemos distinguir varios grados de complejidad estructural, que son los llamados niveles de organización. Podemos diferenciar de menor a mayor siete niveles: el nivel subatómico, el nivel atómico, el nivel molecular, el nivel celular, el nivel pluricelular, el nivel de población y el nivel de ecosistema.

Los niveles subatómico y atómico son niveles abióticos, es decir, niveles de materia no viva; el nivel molecular es en parte un nivel abiótico y en parte un nivel biótico, ya que a él pertenecen los virus. Estos organismos están en la frontera entre la materia viva y la materia no viva, ya que, aunque se pueden reproducir en el interior de las células que parasitan, si no entran en contacto con una célula adecuada, pueden permanecer indefinidamente inertes. El resto de los niveles son todos bióticos.

[Plantear estos niveles de organización es una manera de “descomponer la realidad” con el fin de conocerla y comprenderla mejor].

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES NIVELES DE ORGANIZACIÓN:

a) Nivel subatómico. Lo integran las partículas más pequeñas de materia, como los protones, los neutrones, etc. (Cada día se identifican nuevas partículas subatómicas: continuamente conocemos más acerca del mundo y desconocemos aún más).

b) Nivel atómico. Está constituido por los átomos. Los átomos son la parte más pequeña de un elemento químico que puede intervenir en una reacción. Por ejemplo, un átomo de hierro, un átomo de oxígeno, un átomo de hidrógeno, etc.

c) Nivel molecular. Es el que incluye a las moléculas, unidades materiales formadas por la agrupación de dos o más átomos mediante enlaces químicos. Por ejemplo, una molécula de oxígeno (O_2), una de carbonato cálcico ($CaCO_3$), etc. A las moléculas que constituyen la materia viva se las denomina **biomoléculas** o **principios inmediatos**; por ejemplo, la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) o el carbonato cálcico mencionado anteriormente.

Todas las moléculas que son compuestos de carbono se denominan moléculas orgánicas (excepto el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, el carbonato cálcico...), ya que se creía que solamente las podían producir los organismos. Actualmente, tras lograrse la síntesis artificial de compuestos de carbono que nunca aparecen en los seres vivos como, por ejemplo los plásticos, es preciso distinguir, dentro de las moléculas orgánicas, entre las biomoléculas y las que no lo son.

A este nivel también pertenecen las macromoléculas y los virus. Las macromoléculas resultan de la unión de muchas moléculas en un polímero. La unidad que se repite se denomina monómero. Así, por ejemplo, el almidón (macromolécula) es un polímero de glucosa (monómero). Las proteínas (macromoléculas) son polímeros formados por aminoácidos (monómeros). Los ácidos nucleicos (macromoléculas) son polímeros de nucleótidos (monómeros).

d) Nivel celular. Abarca las células. Éstas son unidades de materia viva constituidas por una membrana, un citoplasma y un núcleo. Se distinguen dos tipos de células: procariotas y eucariotas.

- Las células procariotas son las que carecen de envoltura nuclear. En ellas, por tanto, el contenido del núcleo se halla disperso en el citoplasma. (*Pro-proto= primero, primitivo*)

- Las células eucariotas son las que sí tienen envoltura nuclear y un núcleo bien diferenciado. (*Eu=bueno, verdadero, auténtico.*)



Son organismos unicelulares procariotas las **bacterias** y las **cianobacterias** (antiguamente llamadas algas cianofíceas o algas verde-azules), y son siempre organismos unicelulares eucariotas los **protozoos**, los **algas unicelulares** y los **hongos unicelulares**.

Las células son, pues, las partes más pequeñas de materia viva que pueden existir libres en el medio. A veces, los organismos unicelulares se asocian formando colonias, consiguiendo así una mejor adaptación al medio, pero estas agrupaciones no se incluyen en el nivel pluricelular, ya que cada célula sigue realizando individualmente todas las funciones, a pesar de que algunas pueden especializarse para realizar una determinada labor.

e) Nivel pluricelular. Abarca aquellos seres vivos que están constituidos por más de una célula. Dentro de este nivel se pueden distinguir varios grados de complejidad o subniveles: los tejidos, los órganos, los sistemas y los aparatos.

Los **tejidos** son conjuntos de células muy parecidas que realizan las mismas funciones y que tienen un mismo origen. Cuando un organismo pluricelular sólo tiene un tipo de células, se dice que tiene estructura de **talo**. Las **algas pluricelulares** y los **hongos pluricelulares**, por ejemplo, tienen estructura de talo.

Los **órganos** son las unidades estructurales y funcionales de los llamados seres vivos superiores. Están constituidos por varios tejidos diferentes y realizan actos concretos. Por ejemplo, el músculo bíceps está constituido por tejido muscular, tejido conjuntivo, tejido nervioso y sangre, y el acto que realiza consiste en la flexión del antebrazo. Otros órganos son el corazón (encargado de bombear sangre), etc.

Los **sistemas** son conjuntos de órganos parecidos, ya que están constituidos por los mismos tejidos, pero que realizan actos que pueden ser completamente independientes. Por ejemplo, en el sistema muscular hay músculos que mueven la cabeza, otros los brazos, otros las piernas, etcétera. Otros sistemas son el óseo, el nervioso y el endocrino.

Los **aparatos** son conjuntos de órganos que pueden ser muy diferentes entre sí, pero cuyos actos están coordinados para constituir lo que se llama una función. Por ejemplo, el aparato digestivo está formado por órganos tan diferentes como los dientes, la lengua, el estómago, etc., y todos coordinados realizan la función de la digestión.

Los organismos **metazoos** (animales) y las **metafitas** (plantas) poseen células especializadas que forman órganos, aparatos y sistemas.

f) nivel de individuo. El conjunto de todos los aparatos y sistemas, perfectamente coordinados y regulados (por el sistema neuroendocrino en los animales metazoos) constituye el nivel de individuo.

g) Nivel de población. Se entiende por población el conjunto de individuos de la misma especie que viven en una misma zona y en un momento determinado (sin duda establecen relaciones entre ellos).

h) Nivel de ecosistema. En él se estudian tanto el conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven interrelacionadas (la llamada comunidad o biocenosis) como el lugar, con sus condiciones fisicoquímicas, en el que se encuentran viviendo (el llamado biotopo). El conjunto de biocenosis y biotopo se denomina ecosistema. Existen infinidad de ecosistemas y pueden tener muy diferentes tamaños. El mayor de todos es la propia **biosfera**.

1.1. COMPOSICIÓN: BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS.

Los bioelementos son los elementos químicos que forman parte de los seres vivos, bien en forma atómica o bien como integrantes de las biomoléculas. Son unos 70 elementos de la tabla periódica, aunque **todos** los seres vivos comparten aproximadamente 25 [estos números son meramente orientativos ya que no hay acuerdo general entre los investigadores]. Los bioelementos se presentan en **proporciones diferentes** y esto se emplea como criterio para clasificarlos (¡y no su importancia!), estableciéndose los siguientes grupos:

Bioelementos primarios: son **carbono (C)**, **hidrógeno (H)**, **oxígeno (O)**, **nitrógeno (N)**, **fósforo (P)** y **azufre (S)**. De estos seis elementos, los cuatro primeros constituyen aproximadamente el **95%** de la materia viva y los seis juntos llegan a formar el **96,2%** de la misma. Estos elementos tienen gran facilidad para constituir moléculas complejas en forma de cadena, las más sencillas de las cuales contienen solamente carbono e hidrógeno y por eso se las denomina **hidrocarburos**. A partir de ellas, por sustitución de algunos hidrógenos por otros átomos o grupos de átomos, que llamamos **grupos funcionales**, se obtiene infinidad de compuestos o biomoléculas.

Bioelementos secundarios: son todos los demás. Dentro de ellos los hay más abundantes y suelen presentarse formando sales y hay otros, minoritarios, que sólo forman parte de ciertas moléculas (hierro en la hemoglobina, yodo en la tiroxina, magnesio en la clorofila, cobalto en la vitamina B₁₂...). Se pueden diferenciar:

- **Indispensables o esenciales:** aparecen en todos los organismos. Entre ellos destacan el **sodio (Na)**, **potasio (K)**, **cloro (Cl)**, **calcio (Ca)**, **magnesio (Mg)**, **hierro (Fe)**, etc.
- **Variables o no esenciales:** pueden faltar en ciertos organismos. Algunos de ellos son el **bromo (Br)**, **cinc (Zn)**, **aluminio (Al)**, **yodo (I)** etc.

Un bioelemento incluido en una categoría, puede, en determinados organismos, pertenecer a otra. Así, el **silicio (Si)**, es secundario en general, pero en organismos como las diatomeas (algas unicelulares), pasa a ser primario (constituye el caparazón).

Se denominan **Oligoelementos** a aquellos bioelementos secundarios que se encuentran en cantidades muy pequeñas en los seres vivos. Por ejemplo, el **cobalto (Co)** o el **litio (Li)**, el **yodo (I)**, el **cinc (Zn)**... [A los fabricantes de champús y de cremas les encanta hablar de oligoelementos y también a los que hacen leche y yogures].

Cualquier bioelemento es indispensable para el ser vivo que lo posea y aunque la cantidad sea minúscula, su carencia acarrea la muerte del individuo. [Piensa que una simple disminución de hierro nos provoca anemia y que esta situación puede llegar a ser muy grave].

[Composición de un humano que pese 70 kg: 45,5 kg de oxígeno (65%), 12,6 kg de carbono (18%), 7 kg de hidrógeno (10%), 2 kg de nitrógeno, 1 kg de calcio, 700 g de fósforo, 240 g de potasio, 175 g de azufre, 105 g de sodio, 100 g de cloro, 35 g de magnesio, 4 g de hierro...]

El que la materia viviente esté constituida mayoritariamente por C, H, O y N no obedece a que sean los elementos químicos más abundantes de la Tierra sino a sus características. Se trata de elementos de bajo peso molecular que tienden a formar enlaces covalentes muy estables. El carbono puede ser considerado el bioelemento "estrella", con su capacidad para formar cuatro enlaces covalentes equivalentes y con su facilidad para unirse a otros cuatro átomos de carbono, dando origen a cadenas muy variadas en longitud y en distribución espacial. Además, un átomo de carbono puede formar un doble y hasta un triple enlace con otro átomo de carbono. [Estas características son exclusivas del carbono, ya que el Silicio, un elemento de la familia del anterior, pero de mayor tamaño y mucho más abundante en nuestro planeta, tiene más afinidad por el oxígeno que por otros átomos del mismo elemento y, si bien puede formar estructuras tridimensionales (busca información sobre los silicatos), sus moléculas jamás se acercan en variedad ni en complejidad a las que origina la química del carbono].

En cuanto a otros bioelementos primarios, el oxígeno es muy electronegativo y se combinará con algunos carbonos de las cadenas, confiriendo nuevas propiedades a estas y haciendo que sean más reactivas (presentarán más facilidad para reaccionar con otras moléculas). El nitrógeno es menos electronegativo que el oxígeno, pero también hará más reactiva a la molécula que lo porte. El hidrógeno, por su parte, es un elemento muy abundante, de pequeño tamaño y que aparece unido al carbono en todas las moléculas orgánicas. El azufre presente en una cadena carbonada tiene una gran facilidad para unirse mediante enlaces fuertes a otros azufres (puentes disulfuro) de la misma o de otra cadena, modificando su estructura tridimensional, lo cual afecta a la funcionalidad



de la molécula. Esta configuración en el espacio es fundamental en las proteínas. Por último, el fósforo forma enlaces muy energéticos que fácilmente pueden romperse liberando la energía que encerraban.

Entre los bioelementos secundarios, se pueden citar funciones específicas de algunos de ellos como, por ejemplo: el Fe, Cu y Mg, que transportan electrones en reacciones de oxidorreducción; los iones Na, K y Cl posibilitan la conducción del impulso nervioso y son responsables del equilibrio osmótico; el I forma parte de una hormona; etc.

BIOMOLÉCULAS. Si se efectúa un análisis físico o químico sencillo de la materia viva, de forma que podamos separar cada una de las sustancias que la componen sin que éstas se alteren, se llega a los llamados **principios inmediatos** o **biomoléculas**. (Los métodos utilizados para este análisis son la evaporación, la filtración, la destilación, la diálisis, la cristalización, la electroforesis y la centrifugación). Por ese hecho de poder separar distintos tipos de moléculas con métodos relativamente sencillos y rápidos, se les llamó hace ya más de un siglo “principios inmediatos”.

Los principios inmediatos pueden ser **simples** o **compuestos**. Se llaman simples cuando las moléculas están formadas por átomos del mismo tipo, como en el caso del **oxígeno** (O_2); y compuestos cuando hay átomos de diferentes elementos, como, por ejemplo, el **agua** (H_2O). Los principios inmediatos compuestos pueden ser **inorgánicos**, como el agua, las **sales minerales** (carbonatos, fosfatos, etc.) y el **dióxido de carbono** (CO_2); y **orgánicos**, es decir, constituidos por cadenas de carbono, como los **glúcidos**, los **lípidos**, los **prótidos** y los **ácidos nucleicos**.

1.1.1. Las sales minerales. Aunque de forma breve, no debe olvidarse hacer una relación de estas biomoléculas inorgánicas junto con sus funciones biológicas.

Las sustancias minerales se pueden encontrar en los seres vivos de tres formas: precipitadas, disueltas en forma de iones o asociadas a sustancias orgánicas.

Las **sales minerales precipitadas** constituyen estructuras sólidas, insolubles, con **función esquelética**. Por ejemplo, el carbonato cálcico en las conchas de los moluscos; el fosfato cálcico junto con el carbonato cálcico que, depositados sobre el colágeno, constituyen los huesos. [El cuarzo, no siendo una sal, se comenta por su abundancia y su importancia como sustancia mineral formadora de caparazones en ciertos grupos de organismos, como las algas diatomeas, las plantas superiores gramíneas (cereales), los protozoos radiolarios, etc. El cuarzo es químicamente dióxido de silicio.]

Las **sales minerales disueltas** dan lugar a aniones y cationes. Los principales son:

- Cationes: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}
- Aniones: Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- y NO_3^-

- Los iones crean **presión osmótica** por el hecho de encontrarse en disolución acuosa y puesto que las membranas biológicas se comportan como membranas semipermeables (se estudiará en otro apartado).
- Otra función muy importante de uno de estos iones, el **hidrógenocarbonato o bicarbonato**, es el **mantenimiento del pH**. En el interior celular se producen múltiples reacciones en las que los protones (H^+) unas veces se producen y otras se consumen. Estas variaciones suponen una alteración del pH y esto es algo que no pueden permitirse los seres vivos. El ion HCO_3^- es una sustancia **anfótera**, lo cual significa que puede comportarse como un ácido si el medio es básico y como una base si el medio es ácido. También se dice que es una sustancia **anfiprótica** porque al comportarse como un ácido es capaz de ceder un protón al medio y se comporta como una base cuando capta un protón del medio. El hecho de que una disolución presente este ion hace que a pesar de que se añada una cierta cantidad de ácido o base a la misma, el pH apenas variará. Este fenómeno se denomina **efecto tampón** y a estas disoluciones se las llama **disoluciones tampón, amortiguadoras o buffer**. (Hay otros iones, así como otros tipos de moléculas, que tienen también efecto tamponante. Pero en las células, el ion bicarbonato es el

principal responsable del mantenimiento del pH). [¿Te suena que hay personas que toman bicarbonato sódico para acabar con su “ardentía” o acidez de estómago?]

- Algunos iones tienen **funciones específicas**, como el sodio y el potasio que intervienen en la conducción del impulso nervioso o el calcio, imprescindible en la contracción muscular.
- Otros iones pueden estar asociados a moléculas orgánicas. Se trata de cationes “minerales” y de aniones orgánicos; estas sales orgánicas se disocian en el medio acuoso y solo así son funcionales. Por ejemplo, las sales biliares son moléculas del tipo mencionado, fundamentales en el proceso de la digestión de las grasas. Y aun otros, se combinan con moléculas orgánicas (no mediante enlace iónico), siendo imprescindibles para que dicha molécula tenga funcionalidad. Así, muchas enzimas poseen un ion metálico (manganeso, cinc, cobalto, etc.).

TEMA 2. EL AGUA.

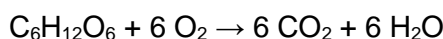
2.0. INTRODUCCIÓN.

El agua es la sustancia química más abundante en la materia viva. En los humanos representa el 63 % de su peso, en las algas el 95 %, en el embrión humano el 94 %. Entre los límites inferiores están los huesos, con un 22 %, algunas semillas, con un 20 %, y la dentina de los dientes, con sólo un 10 %. Existe una relación directa entre contenido en agua y actividad fisiológica de un organismo. Así, los menores porcentajes se dan en seres con vida latente, como semillas, esporas, etc. Los virus no contienen agua. El agua se encuentra en los seres pluricelulares bajo tres formas:

- Como **agua circulante**; por ejemplo, en la sangre, en la hemolinfa, en la savia, etc.
- Como **agua intersticial** o intercelular, entre las células.
- Como **agua intracelular**, en el citoplasma y en el interior de los orgánulos celulares.

[Un hombre de 70 kg, contiene 3 litros de agua en su sangre (plasma), 11 litros de agua intersticial y 28 litros de agua en sus células. En total 42 litros (y kilos) de agua].

Los organismos pueden conseguir el agua directamente del exterior o a partir de otras biomoléculas mediante diferentes reacciones bioquímicas; es lo que se denomina **agua metabólica**. Por ejemplo, con la oxidación de la glucosa se obtiene agua:



Muchos animales no beben nunca agua porque les basta la que obtienen de las reacciones químicas. Otros, además, cuentan con la de los alimentos y otros, como nosotros, con las anteriores más la que bebemos directamente. Siempre se ha dicho que los camellos tienen agua en las jorobas, pero no es así, sino que se trata de grasa. Pero es cierto que la oxidación de esa grasa con oxígeno proporciona al animal energía y agua metabólica.

2.1. ESTRUCTURA DE LA MOLÉCULA DEL AGUA.

La molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno unida a dos átomos de hidrógeno mediante enlaces covalentes (compartiendo pares de electrones, el oxígeno consigue sus ocho electrones en la capa de valencia y los hidrógenos, los dos que admite su único orbital). Esto hace que la molécula del agua sea neutra desde el punto de vista eléctrico, pero se da una circunstancia que hace de ella una sustancia excepcional:

El agua, a temperatura ambiente, es líquida, al contrario de lo que cabría esperar. Otras moléculas de parecido peso molecular, como el SO₂, el CO₂, el NO₂, el NH₃, etc., son gases. Este comportamiento físico se debe a que en la molécula de agua los electrones de los dos hidrógenos están desplazados hacia el átomo de oxígeno, dada su alta electronegatividad, por lo que en la molécula aparece un polo negativo (donde hay mayor densidad electrónica) y un polo positivo (donde, al haber menor densidad electrónica, predominan las cargas positivas de los núcleos de



hidrógeno). Las moléculas de agua son, pues, **dipolos** (pequeños imanes de dos polos). Este carácter de **molécula neutra pero polar** aparece en otras biomoléculas orgánicas como se verá más adelante, pero al agua le otorga unas propiedades que la hacen especial y, lo más importante, imprescindible para la vida.

Entre los dipolos del agua se establecen fuerzas de atracción llamadas **puentes de hidrógeno**, formándose grupos de 3, 4 y hasta poco más de 9 moléculas. Con ello se alcanzan pesos moleculares elevados y el H₂O se comporta como un líquido. [Estas agrupaciones duran fracciones de segundo, lo cual confiere al agua todas sus propiedades de fluido. En la realidad, coexisten estos pequeños polímeros de agua con moléculas aisladas que rellenan los huecos]. [→Membranas impermeables pero transpirables como Goretex®]. Hay que saber dibujar moléculas de agua unidas por puentes de hidrógeno.

Nota: No insisto más sobre la estructura de esta molécula (distancias entre átomos, ángulo que forman, interacciones entre los hidrógenos, etc.) dado que se estudia con todo detalle en la asignatura de química.

2.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA.

De su polaridad dentro de la neutralidad se derivan unas cualidades que se analizan a continuación.

Elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas, debida a los puentes de hidrógeno. Esto explica que el agua tenga una elevada **tensión superficial**, es decir, que su superficie oponga una gran resistencia a romperse. [Por esto, por ejemplo, el agua moja con dificultad ciertos tejidos. Los detergentes contienen *tensioactivos* que son moléculas que precisamente disminuyen esta tensión superficial rompiendo los puentes de hidrógeno y permitiendo que cada molécula de agua pueda entrar entre las fibras y atraer o arrastrar las manchas de suciedad].

Elevado calor específico. Esto significa que hace falta mucho calor para elevar su temperatura (hay que romper puentes de hidrógeno). Esto la convierte en estabilizador térmico del organismo frente a los cambios bruscos de temperatura del ambiente.

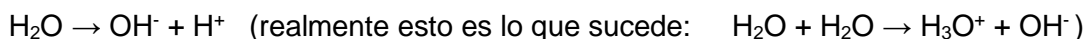
Elevado calor de vaporización. Debido a que para pasar del estado líquido al gaseoso hay que romper todos los puentes de hidrógeno.

Mayor densidad en estado líquido que en estado sólido. Se trata de una curiosa anomalía. Ello explica que el hielo flote sobre el agua líquida y forme una capa superficial termoaislante que permite la vida en ríos, mares y lagos. (Y también explica que se nos reviente la botella puesta a enfriar en el congelador).

Elevada constante dieléctrica. Por tener moléculas dipolares, el agua es un gran medio disolvente de muchos compuestos iónicos, como sales minerales, y de compuestos covalentes polares como muchos glúcidos. El proceso de disolución se debe a que las moléculas de agua, al ser polares, se disponen alrededor de los grupos polares del soluto [solvatación], llegando en el caso de los compuestos iónicos a descomponerlos en aniones y cationes, que quedan así rodeados por moléculas de agua. (Esquema).

Las sustancias **anfipáticas** son aquellas que presentan una parte polar de la molécula y otra apolar y por tanto una porción soluble y otra insoluble en agua. Estas moléculas se organizan formando pequeñas estructuras a modo de esferas llamadas micelas o bien bicapas en las que solo las partes **hidrófilas** se enfrentan al agua ocultándose de ellas las partes **hidrófobas**. Estas moléculas son la base de las membranas biológicas.

Bajo grado de ionización. Sólo una molécula de cada 551.000.000 de moléculas de agua se encuentra ionizada:



Esto explica que la concentración de iones hidronio (H_3O^+) y de los iones hidroxilo (OH^-) sea muy baja, concretamente 10^{-7} moles por litro ($[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$). [De esta característica se deriva el concepto de pH. Recuérdalo].

2.3. FUNCIONES Y PROPIEDADES BIOLÓGICAS.

Debido a las peculiares propiedades del agua que acaban de ser enumeradas, ésta desempeña funciones muy importantes en el organismo vivo. Las principales son:

Función disolvente de las sustancias. Es básica para la vida, ya que muchos compuestos para reaccionar deben encontrarse en forma ionizada.

Medio de reacción. Casi todas las reacciones biológicas tienen lugar en medio acuoso que posibilita la movilidad de las sustancias reaccionantes. (La deshidratación supone una paralización de las reacciones químicas y así, una semilla puede permanecer “dormida” durante años; en ambiente seco el hierro no se oxida, en cambio simplemente con humedad ambiental sí se produce la reacción).

Función bioquímica. Como **sustancia reaccionante**, el agua interviene en muchas reacciones, por ejemplo, en las hidrólisis (rotura de enlaces con intervención de agua), que se dan durante la digestión de los alimentos, como fuente de electrones y de hidrógeno en la fotosíntesis, etc. Pero también es **producto de reacción** (agua metabólica).

Función de transporte de las sustancias desde el exterior al interior de los organismos y en el propio organismo, a veces con un gran trabajo como en la ascensión de la savia bruta en los árboles.

Función estructural. El volumen y forma de las células que carecen de envoltura rígida se mantienen gracias a la presión que ejerce el agua interna. Al perder agua, las células pierden su turgencia natural, se arrugan y hasta pueden llegar a romperse.

Función mecánica amortiguadora y lubricante. Por ejemplo, los vertebrados poseen en sus articulaciones bolsas de líquido sinovial que evita el roce entre los huesos.

Función termorreguladora. Se debe a su elevado calor específico y a su elevado calor de vaporización. Por ejemplo, los animales, al sudar, expulsan agua, la cual, para evaporarse, toma calor del cuerpo y, como consecuencia, éste se enfría. (Con poca agua que se evapore se consigue enfriar mucho el organismo; por el contrario, un organismo al contener agua pierde el calor lentamente, aunque disminuya la temperatura exterior).

Capilaridad, tensión superficial y cohesión.

La **capilaridad** es una propiedad de los fluidos que depende de la tensión superficial y esta, a su vez, tiene que ver con la cohesión de las moléculas del líquido entre sí. También está relacionada con la adhesión del líquido a las paredes del conducto. En definitiva, la capilaridad en el caso del agua le permite ascender (ir en contra de la gravedad) por tubos y cavidades suficientemente estrechos. Este fenómeno proporciona una propiedad biológica de enorme importancia ya que es uno de los mecanismos que emplean las plantas para mover la savia bruta desde las raíces hasta los extremos de los tallos y las hojas (los vegetales no tienen un corazón que bombee sus líquidos transportadores). Observa cómo el agua asciende por una servilleta de papel al mojar uno de sus extremos o un azucarillo al ponerlo en contacto con el café. Capilar viene de “pelo” y se refiere al movimiento del agua en tubos o cavidades de diámetro muy fino).

La **tensión superficial** es debida a la cohesión entre las moléculas de agua (o de cualquier líquido). En la superficie libre del líquido aparece una fuerza que tiende a contraer dicha superficie. Esta fuerza o tensión se manifiesta como si sobre la superficie del líquido existiera una membrana. Observa cómo los insectos que llamamos “zapateros” se deslizan sobre la superficie de las charcas



sin hundirse en el agua, pero deformando dicha superficie con sus patas. [Dado que en el agua la tensión superficial es muy alta, resulta que en muchas ocasiones forma gotas en vez de mojar los objetos que queremos limpiar (ya sea ropa, nuestras manos o un coche). Los detergentes actúan porque contienen tensioactivos, que son sustancias que disminuyen la tensión superficial. Esto provoca que el agua se expanda y pueda arrastrar la suciedad.

Cohesión. La elevada fuerza de cohesión entre las moléculas de agua permite entre otras cosas la ascensión de la savia bruta en los vegetales (además de por capilaridad y presión osmótica). En las hojas, la evaporación del agua a través de sus estomas, supone que una molécula al evaporarse “tira” de otra obligando a subir la columna de líquido como si de una cuerda se tratase.

Comportamiento anómalo del agua en estado sólido. El hecho de que el agua a 4°C sea más densa que el hielo hace que éste flote, lo cual tiene dos grandes ventajas en la naturaleza, allí en donde las bajas temperaturas invernales se dan: al congelarse el agua de los ríos y lagos de arriba abajo, no mueren los seres que viven en los fondos y además, el hielo flotante es un excelente aislante térmico que impide, casi siempre, la congelación del agua que hay debajo y que igualmente supondría la muerte de los organismos acuáticos.

2.4. DISOLUCIONES ACUOSAS DE SALES MINERALES.

DIFUSIÓN

Difusión es el proceso irreversible por el cual un grupo de partículas añadidas a un medio se distribuye de manera uniforme (ya sea dicho medio vacío o formado por otro grupo de partículas). El movimiento de cada partícula aislada es totalmente aleatorio y se encuentra impulsado por la agitación térmica que posee. Se produce siguiendo un gradiente de concentración (de donde hay más partículas inicialmente a donde hay menos). Una gota de tinta en un vaso de agua o una gota de perfume en una habitación son ejemplos de difusión.

ÓSMOSIS

Cuando dos disoluciones de distinta concentración están separadas por una **membrana semipermeable** que permite el paso de disolvente, pero nada o casi nada el de soluto, se produce el fenómeno de **ÓSMOSIS**. En este caso, las moléculas de disolvente, generalmente agua, pasan de la zona donde existe mayor concentración de esta a la zona donde hay menor concentración de la misma, o lo que es lo mismo, el agua pasa de la solución diluida a la concentrada hasta que las concentraciones de soluto se igualan.

Si la experiencia tiene lugar en recipientes cerrados, al tener el compartimento de mayor concentración de sales un volumen limitado, el transporte de agua a esta zona supondrá un aumento de presión en la misma, conocida como **presión osmótica**. Las membranas biológicas son membranas semipermeables, lo que significa que permiten el paso del agua, pero son selectivas con respecto al paso de iones y otras sustancias.

Las células en estado normal deben encontrarse en un medio **isotónico**, es decir, que la concentración de moléculas debe ser semejante a ambos lados de la membrana.

Si colocamos células en un medio **hipertónico**, es decir, más concentrado en soluto que el interior de la propia célula, las moléculas de agua de las células saldrían al medio hasta que se igualasen las concentraciones a ambos lados de la membrana. Por lo tanto, las células se deshidratan y llegan a morir. Se conoce como **plasmólisis** la separación de la membrana plasmática de una célula vegetal de su pared celular cuando hay deshidratación. Y por extensión también se denomina plasmólisis a la deshidratación de una célula animal en medio hipertónico.

El fenómeno contrario es el de **turgescencia**, y ocurre cuando una célula se encuentra en un medio **hipotónico**, de manera que dicho medio está más diluido que el interior de la célula. En este caso, las moléculas de agua pasan del medio exterior a la célula, hinchándose ésta. Puede

llegarse en el caso de células sin pared celular al estallido de las mismas. (No olvidar hacer esquemas).

El fenómeno de la ósmosis está relacionado con las membranas semipermeables, el agua, y con todo tipo de sustancias disueltas en ella. No tienen que ser exclusivamente sales: cualquier molécula o elemento puede producir presión osmótica, dependiendo solo del número de partículas presente en ambos lados de la membrana.

[¿Por qué la miel no necesita conservantes?][Edemas producidos por desnutrición]

[¿Por qué la sal conserva los alimentos?]

DIÁLISIS

Es el **paso de agua y soluto** de un lugar de mayor concentración a un lugar de menor concentración a través de una membrana. Se trata de una membrana semipermeable que deja pasar el agua y moléculas disueltas de pequeño tamaño. No pueden pasar moléculas que, aunque estén disueltas sean grandes (agua y sales minerales sí pasan, proteínas, ADN, polisacáridos, etc. no lo hacen).

El término diálisis resulta conocido como tratamiento de la sangre a personas con insuficiencia renal. Las membranas empleadas no son "perfectas" como un riñón, pero permiten extraer urea de la sangre, que es el principal producto tóxico de la misma procedente del catabolismo proteico.

TIPOS DE DISOLUCIONES

Existen tres tipos de mezclas de soluto en agua dependiendo fundamentalmente del tamaño de las partículas que intervienen. Se habla de **disoluciones verdaderas** cuando la fase dispersa (el agua es la fase dispersante) está constituida por partículas muy pequeñas (inferiores a $0,1 \mu$), se trata de mezclas homogéneas. Una vez que el soluto se ha disuelto, solo la evaporación del agua o cambios drásticos como por ejemplo de pH, pueden producir la separación de las fases. Las moléculas orgánicas de pequeño tamaño como la glucosa o los aminoácidos o iones de sales como los de la sal común forman disoluciones verdaderas. Cuando las partículas de soluto sobrepasan un cierto tamaño (20μ) se habla de **suspensiones**: una suspensión es una mezcla heterogénea en la que la ausencia de agitación produce la separación por precipitación del soluto (los medicamentos que vienen en sobres constituyen suspensiones cuando se les añade agua, por eso hay que removerlos y siempre queda algo en el fondo del vaso). Pero queda un tipo intermedio de mezclas heterogéneas, formado por aquellas partículas cuyo tamaño oscila entre los extremos que producen disoluciones y suspensiones, son las **dispersiones coloidales**. Las moléculas se agrupan en la fase dispersante formando micelas (Si son de líquido y no se mezclan en agua, se llama a la mezcla **emulsión**). Muchas macromoléculas orgánicas tales como polisacáridos, proteínas o ácidos nucleicos forman coloides en agua. Puede haber coloides hidrófilos y coloides hidrófobos en función de su comportamiento frente al agua.

Los coloides pueden presentar dos estados diferentes: **sol**, que tiene un aspecto líquido y se asemeja a una disolución verdadera y **gel**, con una textura semisólida y gelatinosa (deriva de la palabra gelatina. En el interior de las células, el hialoplasma constituye una dispersión coloidal en estado de sol que puede, bajo determinadas condiciones pasar a gel de manera reversible.