

BIOLOGÍA

2º BACHILLERATO
Bioelementos y biomoléculas

www.tipsacademy.es

TEMA 1 BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS. AGUA Y SALES MINERALES

1. BIOELEMENTOS.

Los seres vivos están constituidos por los mismos elementos químicos que forman la materia inerte. De los 107 elementos químicos, en los seres vivos se han encontrado hasta 70, de los cuales solo 22 son componentes esenciales de éstos; son los denominados **elementos biogénicos o bioelementos**.

CLASIFICACIÓN

BIOELEMENTOS PRIMARIOS.

Son los seis bioelementos mayoritarios: **C, H, O, N, P y S**.

La razón de su abundancia se debe a sus propiedades físico-químicas que los hacen idóneos para formar las biomoléculas:

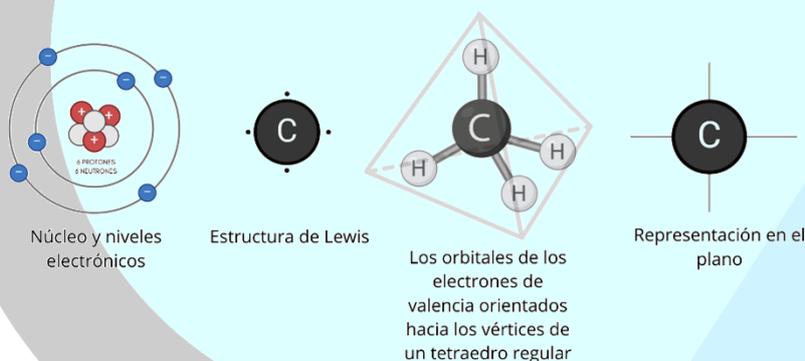
- Capaces de formar enlaces covalentes estables.
- Debido a su número atómico bajo, las moléculas formadas son estables.
- Forman compuestos polares fáciles de disolver en agua.
- Gran facilidad para oxidarse o reducirse.
- Se incorporan fácilmente a los seres vivos.

Por su parte, el **Carbono** reúne una serie de propiedades que le hacen idóneo para formar parte de la materia viva:

- Posee cuatro electrones en su periferia que le permite formar cuatro enlaces covalentes dirigidos hacia los vértices de un tetraedro imaginario.

Un caso muy interesante es el del **carbono** frente al **silicio**. Mientras que el primero es muy escaso en la corteza terrestre, apenas un 0,14%, es muy abundante en la vida, un 12%. Por el contrario, el silicio es muy abundante en la corteza de la Tierra, un 28%, pero no en la vida, con sólo trazas de su presencia.

La respuesta a esta cuestión se centra en las características que diferencian a estos dos bioelementos:



La combinación C-O forma un compuesto gaseoso y soluble en agua (dióxido de carbono), lo que favorece el intercambio de dicha molécula entre la célula y el medio. Por el

contrario, la combinación Si-O origina un compuesto sólido e insoluble (dióxido de silicio o sílice), tan estable que resulta casi irrompible, lo cual afecta a su capacidad de reacción ya que carece de ella, siendo químicamente inerte. Desde el punto de vista biológico, los enlaces deben ser estables, pero no hasta el punto de que bloqueen el metabolismo.

Los enlaces C-C son estables, pueden formar largas y variadas cadenas, así como anillos cíclicos y heterocíclicos, que constituyen los "esqueletos estructurales" de una inmensa variedad de moléculas orgánicas. Sin embargo, los enlaces Si-Si son inestables y por tanto no son capaces de construir moléculas biológicamente resistentes.

La estructura tetraédrica de los compuestos de C puede proporcionar a las moléculas variadas configuraciones tridimensionales diferentes, llamadas estereoisómeros, de las que derivan muchas propiedades y funciones. En el Si, por el contrario, esto no es posible.

Se une con igual afinidad al oxígeno y al hidrógeno, lo que permite que se produzcan reacciones de óxido-reducción, fundamentales en el metabolismo.

BIOELEMENTOS SECUNDARIOS

Se encuentran en mucha menor proporción: Ca, Na, K, Mg y Cl

OLIGOELEMENTOS

Proporción es inferior a 0,1%: Fe, Cu, Zn, I, Ni, Co y Mn presentes en todos los seres vivos. También Si, F, B, Cr, Li, Mo y Al presentes en algunos seres vivos.

Las funciones son muy variadas y todas indispensables.

Fe - Hemoglobina	Li - Neurotransmisor
Co - Vit B12	I - Hormonas T3 y T4

BIOMOLÉCULAS

Los bioelementos se combinan para formar las biomoléculas que pueden ser de naturaleza química inorgánica u orgánica.

- Inorgánicas son el **Agua, Sales Minerales** y gases como el O_2 , N_2 y CO_2 .
- Orgánicas son los **Glúcidos, Lípidos, Proteínas** y Ácidos Nucleicos.

LOS ENLACES QUÍMICOS EN BIOLOGÍA

Como ya decíamos antes, en los seres vivos es imprescindible que los elementos y moléculas que participan en su composición tengan una cierta reactividad química, lo que les permita crear y romper enlaces químicos con cierta facilidad. En algunos temas más adelante veremos precisamente que el metabolismo se fundamenta esencialmente en este principio básico.

La unión de los bioelementos mediante enlaces químicos da lugar a los **principios inmediatos o biomoléculas inorgánicas y orgánicas**.

ENLACES INTRAMOLECULARES

Son aquellos que mantienen unidos fuertemente entre sí los átomos para formar moléculas. En los seres vivos los encontramos de dos tipos:

- **Enlace covalente:** para completar su último nivel los átomos comparten uno o más pares de electrones. Puede ser **apolar**, si los dos átomos atraen los electrones con la misma

fuerza, o **polar**, si uno de ellos los atrae con mayor fuerza que el otro al ser más electronegativo. En este último caso se forma un **dipolo**, ya que la molécula presentará polaridad eléctrica. Es el caso de la molécula del agua, que veremos más adelante en este mismo tema.

- **Enlace iónico:** se produce una atracción electrostática entre iones de distinto signo de carga. Como consecuencia se forman redes iónicas o cristales en las que los átomos quedan perfectamente ordenados en el espacio.

ENLACES INTERMOLECULARES

Son aquellos que mantienen unidas las moléculas entre sí, siendo normalmente de carácter débil. Los que aparecen principalmente en los seres vivos son:

- **Fuerzas electrostáticas:** producidas entre grupos iónicos con carga de distinto signo.
- **Fuerzas de solvatación:** producidas entre un ion y una molécula covalente polar. Son responsables del desmoronamiento de una red iónica por la creación de una capa de solvatación de moléculas de agua alrededor de cada uno de los iones, cuando la sal se disuelve en agua.
- **Interacciones hidrofóbicas:** producidas por la tendencia de las moléculas hidrofóbicas a unirse entre sí, al querer alejarse del agua.
- **Fuerzas de Van der Waals:** producidas por las débiles fuerzas de atracción entre moléculas eléctricamente neutras, al estar muy juntas.
- **Enlaces de hidrógeno:** producidas entre dos dipolos, al verse débilmente atraídos los polos opuestos de dos moléculas en las que interviene el hidrógeno.

2. EL AGUA

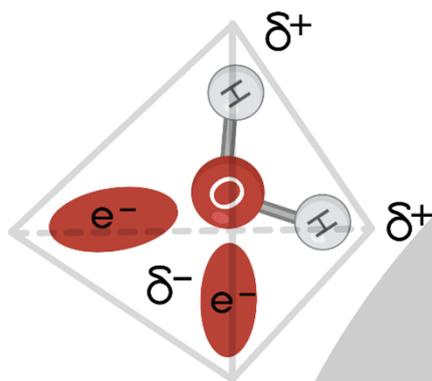
Es el componente más abundante de los seres vivos. 63% en el Hombre, 95 % en las algas, 22 % en semillas.

La cantidad depende de tres factores:

- **La especie.** Los organismos acuáticos mayor cantidad de agua.
- **La edad.** Los organismos jóvenes tienen mayor cantidad de agua.
- Tipo de **tejido** u **órgano**.

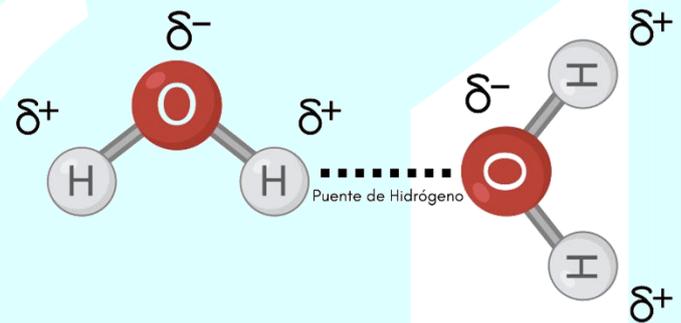
1.1. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS.

El agua posee una serie de propiedades poco frecuentes que la diferencian mucho de la mayoría de líquidos corrientes. Estas propiedades se deben a la estructura de la molécula de agua.



El átomo de O comparte dos electrones, uno con cada átomo de H. Aunque la molécula posee carga neta neutra, la alta electronegatividad del O hace que este atraiga con fuerza los electrones libres de los H, dejando el núcleo de estos desnudos. Como consecuencia de todo esto la molécula de agua actúa como un **dipolo eléctrico**.

Cuando dos moléculas de agua se aproximan se establece una atracción electrostática entre el O de una molécula y el H de la otra, formando un enlace conocido como **puentes de hidrógeno**.



Este enlace es 20 veces más débil que un enlace covalente. Por otra parte, el enlace de H es más fuerte cuando los tres átomos se encuentran en línea.

Este enlace se puede establecer también entre un átomo de H unido covalentemente a un átomo electronegativo y un átomo de O, N o F. Estas interacciones son muy frecuentes entre las proteínas y ácidos nucleicos, donde se establecen miles de puentes de H que hacen que la unión sea muy fuerte.

Estas características estructurales hacen que el agua posea unas **propiedades** físico-químicas muy notables:

- a) **Alta constante dieléctrica.**
- b) **Elevada fuerza de cohesión**
- c) **Elevado calor específico.**
- d) **Elevado calor de vaporización**
- e) **Bajo grado de ionización**
- f) **Contracción y dilatación anómalas**

Estas propiedades son responsables de las funciones biológicas del agua.

1.2 FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

A) ALTA CONSTANTE DIELECTRICA

La constante dieléctrica sirve para medir la fuerza que ejerce un disolvente para oponerse a la unión de iones positivos y negativos los compuestos iónicos. Este valor es alto en el agua, lo que la convierte en el mejor disolvente de sales cristalizadas y compuestos iónicos (NaCl).

También es un buen disolvente de compuestos no iónicos polares (con carga eléctrica neta), tales como los alcoholes, aldehídos y cetonas con los que establece puentes de hidrógeno.

Las moléculas no polares (sin carga eléctrica neta) interrumpen la estructura del agua. Son por tanto **hidrofóbicas** y por tanto muy insolubles. Sin embargo, dos o más grupos hidrofóbicos rodeados de agua tienden a permanecer unidos evitando así la perturbación de los enlaces de H del agua. Estas uniones se conocen como **interacciones hidrofóbicas** y originan sistemas muy estables.

Algunas moléculas son **dipolares**, se conocen como moléculas **anfipáticas**, de forma que en el agua tienden a formar **micelas**, en las cuales los grupos polares de las moléculas interaccionan con el agua y los grupos apolares se unen mediante interacciones hidrofóbicas.

Este poder disolvente hace que el agua tenga las siguientes **funciones**:

1. Es el medio donde se **disuelven** los **minerales** y **biomoléculas** de los seres vivos.

Según el tamaño de las biomoléculas (solutos) se distinguen dos tipos de disoluciones:

- **Disoluciones verdaderas:** Moléculas de soluto pequeñas (sales y glúcidos pequeños). El aspecto de la disolución es igual que el del disolvente. Poseen propiedades **coligativas** (presión osmótica).
- **Disoluciones coloidales:** Moléculas de soluto de gran tamaño como proteínas, ácidos nucleicos y polisacáridos. Tienen como propiedades su elevada viscosidad, capacidad de adsorción (adherencia) y efecto Tyndall (traslucidas). Los coloides pueden aparecer en dos estados: **sol** (más agua) y **gel** (menos agua) interconvertibles.

Otro tipo de medio biológico líquido son las **emulsiones** formadas por líquidos **inmiscibles**, en los que uno de estos líquidos (fase dispersa) forma gotitas dispersas en el otro líquido (fase dispersante)

2. Es el medio donde se realizan las reacciones metabólicas (hidrataciones, oxidaciones, reducciones e hidrólisis). Además, actúa como vehículo de transporte de sustancias disueltas (sangre y savia).

B) ELEVADA FUERZA DE COHESIÓN.

Debido a la elevada fuerza de cohesión, las moléculas de agua se unen transitoriamente formando una red de enlaces de H, que origina una estructura compacta que hace que el agua sea: **líquida** a temperatura entre 0 y 100 °C, que sea prácticamente **incompresible** y posea una **alta tensión superficial**.

Esto determina las siguientes funciones del agua:

3. Actúa como esqueleto hidrostático de invertebrados, y confiere rigidez y turgencia a las plantas.
4. Facilita el transporte de savia en los vegetales por el fenómeno de **capilaridad**.

C) ELEVADO CALOR ESPECÍFICO

El calor específico mide la cantidad de calor necesario para incrementar en 1°C la temperatura de un gramo de una sustancia.

D) ELEVADO CALOR DE VAPORIZACIÓN

Debido a la alta cohesión por los puentes de hidrógeno, se requiere gran cantidad de calor para pasar al estado gaseoso. Esto hace que las superficies húmedas al evaporarse se enfríen.

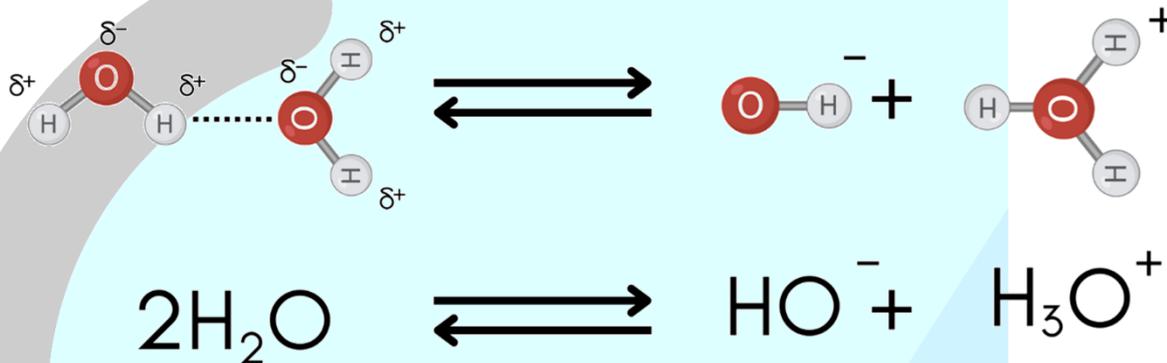
Estas dos últimas propiedades tienen importantes consecuencias biológicas:

5. Se producen pocas fluctuaciones térmicas en los medios líquidos, lo que permite la vida de los seres acuáticos, termorregulación del medio.
6. Permite mantener constante la temperatura de los animales terrestres, termorregulación interna.

E) BAJO GRADO DE IONIZACIÓN DEL AGUA.

Debido a que el átomo de O atrae fuertemente el único electrón libre del H, existe una tendencia muy limitada del ion H⁺ a disociarse de la molécula y "saltar" al átomo de O de una molécula adyacente.

En esta reacción se produce un **ion hidronio** (H₃O⁺) y el **ion hidroxilo** (OH⁻). Por convenio se emplea el símbolo H⁺ con objeto de abreviar, pero hay que tener en cuenta que no existen protones libres en el agua.



En 1 litro de agua a 25 °C [H⁺] = [OH⁻] = 10⁻⁷ moles

PRODUCTO IÓNICO DEL AGUA: ESCALA DE PH.

Se llama **producto iónico** de agua al producto de las concentraciones de iones hidronio e iones hidroxilo.

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

Debido a que las concentraciones son muy bajas en los medios biológicos, se diseñó una escala logarítmica que facilitase su manejo.

La escala de pH que permite designar la concentración real de H^+ y OH^- en cualquier disolución acuosa.

Se define el termino **pH** como: $pH = \log_{10} 1/[H^+]$

En una disolución neutra: $[H^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7} M$

Por tanto, el pH de la disolución será: $pH = \log 1/1,0 \times 10^{-7} = 7$

La escala de pH varía entre 0 y 14.

Un **ácido** se define como un compuesto dador de protones, y una **base** como un compuesto aceptor de protones.

El pH de algunos fluidos orgánicos:

- Plasma sanguíneo: 7,4
- Fluido intracelular en músculos: 6,1
- Jugo gástrico: 1,2-3,0
- Orina: 5,8

Los seres vivos no soportan variaciones de pH mayores de unas décimas pues éstas afectan a la estabilidad de las proteínas, por lo que han desarrollado **sistemas tampón** o "**buffer**" que mantienen constante el pH de los diferentes líquidos corporales.

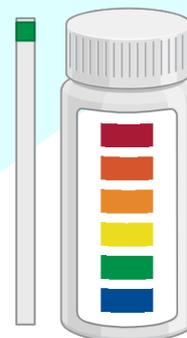
Los sistemas tampón consisten en un par ácido-base conjugado que actúan como dador y aceptor de protones respectivamente. Un ejemplo es el par **ácido carbónico - bicarbonato**.



F) CONTRACCIÓN Y DILATACIÓN ANÓMALAS

Los líquidos se contraen al enfriarse aumentando su densidad, y esto es lo que ocurre con el agua, hasta llegar a los 4°C. A partir de esta temperatura, hasta los 0°C, las moléculas están tan próximas que forman una estructura reticular muy estable que ocupa más volumen que en estado líquido, por lo que su densidad disminuye, provocando que el agua sólida sea menos densa que el agua líquida, flotando en ella.

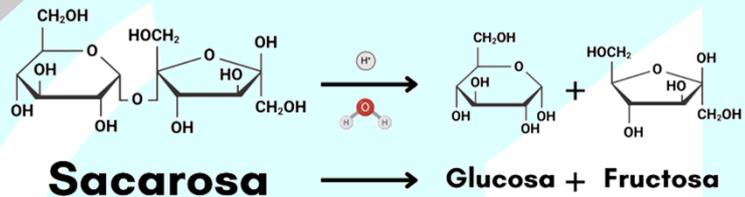
Esta característica provoca que en los mares y lagos la parte congelada del agua en invierno sea la que está en contacto con la atmósfera, sirviendo de aislante de las capas más profundas de agua y evitando así su congelación. Esto posibilita la vida acuática durante la estación fría.



1.3. USOS BIOQUÍMICOS DEL AGUA

Los seres vivos usan el químicamente el agua en dos reacciones fundamentales:

- **Fotosíntesis:** donde se produce la fotólisis del agua, proporcionando oxígeno, H^+ y electrones.
- Reacciones de **hidrólisis:** donde los enzimas hidrolíticos emplean la capacidad del agua para romper determinados enlaces de compuestos orgánicos más o menos simples.



3. SALES MINERALES

Las sales minerales pueden ser:

Insolubles: Forman estructuras sólidas con función protectora y de sostén.

- Caparazones de crustáceos y moluscos de carbonato cálcico.
- Endoesqueleto de vertebrados formado por fosfato, cloruro y carbonato cálcico.
- Esmalte dental de fluoruro cálcico.
- La pared celular vegetal incorpora depósitos de sales minerales.
- Otolitos: cristales de carbonato cálcico situados en el oído para el equilibrio.

Solubles: Se encuentran disociadas en sus iones correspondientes, siendo responsables de funciones biológicas muy importantes.

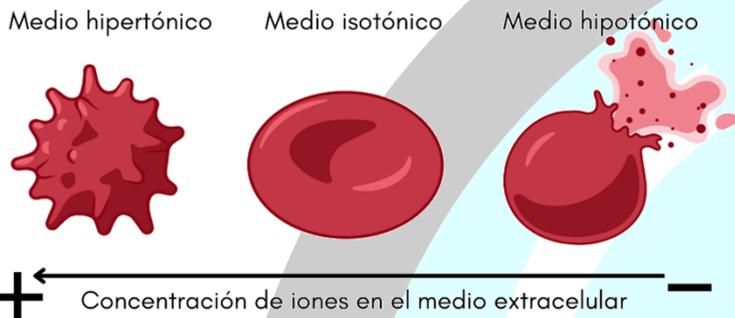
	Iones	Funciones
Cationes	Na^+	Transmisión del impulso nervioso.
	K^+	Transmisión del impulso nervioso. Regula la actividad cardíaca.
	Mg^{2+}	Activador de enzimas. Constituyente de la clorofila.
	Fe^{2+}/Fe^{3+}	Constituyente de la hemoglobina
	Ca^{2+}	Contracción muscular
Aniones	Cl^-	Componente del jugo gástrico.
	CO_3^{2-}/HCO_3^-	Regulador del pH.

3.1. OSMOSIS Y PRESIÓN OSMÓTICA.

Cuando dos soluciones acuosas de diferente concentración se encuentran separadas por una membrana semipermeable (solo deja pasar el agua y no los solutos), se produce un flujo de agua desde la solución menos concentrada a la más concentrada, que tiende a igualar ambas concentraciones. Este

fenómeno se conoce como **ósmosis**, y a la presión que ejerce el flujo de agua sobre la membrana se le denomina **presión osmótica**.

Célula animal

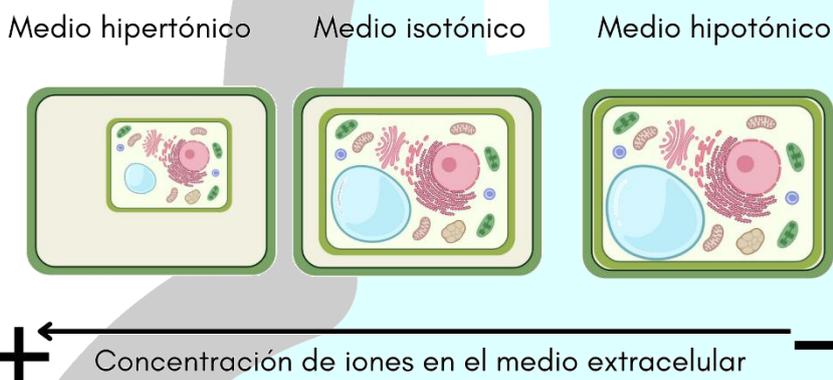


La solución menos concentrada recibe el nombre de **hipotónica** mientras que la más concentrada se llama **hipertónica**. Si ambas concentraciones poseen igual concentración se llaman **isotónicas**.

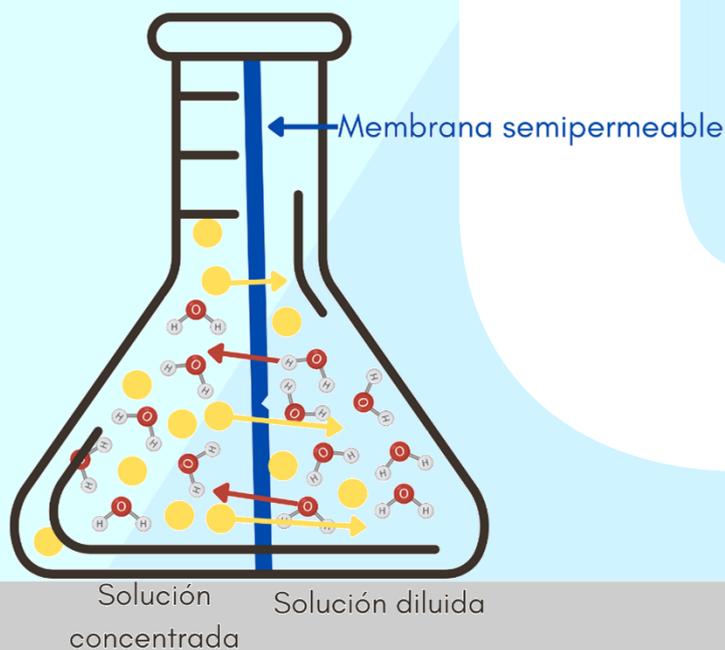
La membrana celular es una membrana semipermeable sometida a estos procesos de ósmosis.

Si el medio es hipertónico se produce la salida de agua de la célula y la **plasmólisis** de esta. Si es hipotónico se produce una entrada de agua al interior que provoca la **turgencia** de las células.

Célula vegetal



Cuando las membranas permiten el paso no solo de agua sino también de pequeñas moléculas de soluto, se produce el fenómeno de la **diálisis**, por el cual estas moléculas pasan de la solución más concentrada a la menos concentrada. De esta forma se producen los fenómenos de filtrado en el aparato excretor.

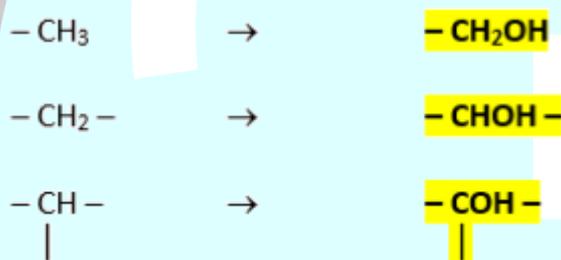


4. GRUPOS FUNCIONALES

Aunque estrictamente forma parte del temario de Química, no está de más, dar un pequeño repaso a la Química orgánica más básica, al menos a sus grupos funcionales más relevantes.

Las biomoléculas orgánicas se forman a partir de hidrocarburos en los que uno o más de sus átomos de hidrógeno han sido sustituidos por grupos funcionales, dotándolas de determinadas propiedades. Antes de pasar a los temas siguientes vamos a repasar algunos de los más comunes en los seres vivos:

HIDROXILO o ALCOHOL: Se forman al sustituirse en un hidrocarburo un átomo de hidrógeno por un grupo hidroxilo (-OH). Dependiendo de que la sustitución se produzca sobre un átomo de carbono primario (-CH₃), secundario (-CH₂) o terciario (-CH), se formarán respectivamente grupos **alcohol primario, secundario o terciario**:



ALDEHÍDO: Se forma al sustituir sobre un átomo de carbono primario (-CH₃) de un hidrocarburo, dos átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno con un doble enlace (=O):



CETONA: Se forma al sustituir sobre un átomo de carbono secundario (-CH₂) de un hidrocarburo, dos átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno con un doble enlace (=O):



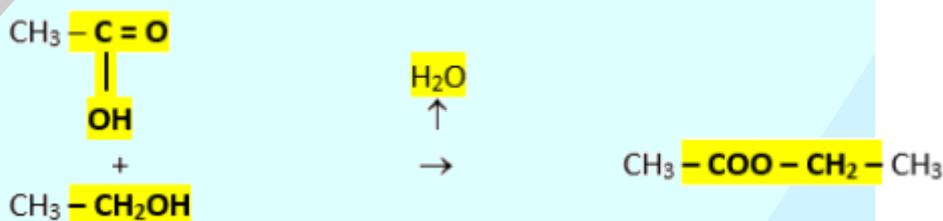
CARBOXILO o ÁCIDO: Se forma al sustituir sobre un átomo de carbono primario (-CH₃) de un hidrocarburo, dos átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno con un doble enlace (=O), y un átomo de hidrógeno por un grupo hidroxilo (-OH):



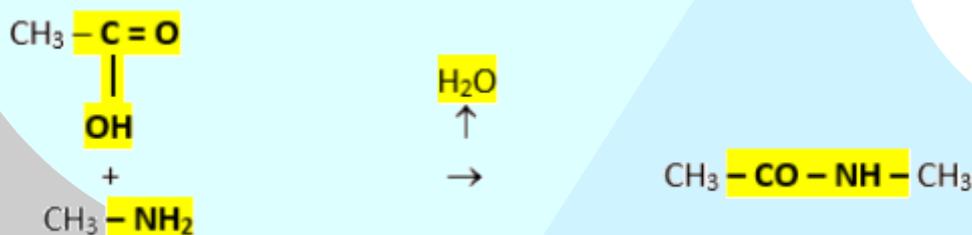
AMINO: Se forman al sustituirse uno, dos o tres átomos de hidrógeno del amoníaco (NH₃) por radicales alquilo, formándose respectivamente un **amino primario, secundario o terciario**, respectivamente:



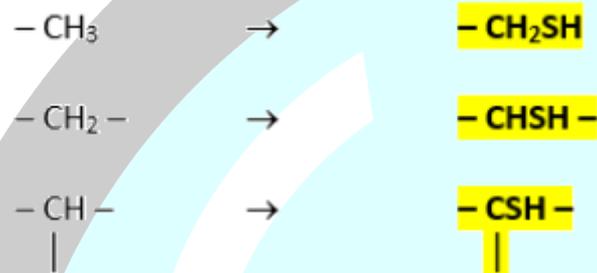
ÉSTER: Se forma cuando se combinan un grupo ácido (-COOH) y un grupo alcohol primario (-CH₂OH) produciéndose la pérdida de una molécula de agua:



AMIDA: Se forma cuando se combinan un grupo ácido (-COOH) y un grupo amina primaria (-NH₂) produciéndose la pérdida de una molécula de agua:



TIOL: Se forman al sustituirse en un hidrocarburo un átomo de hidrógeno por un grupo (-SH). Dependiendo de que la sustitución se produzca sobre un átomo de carbono primario (-CH₃), secundario (-CH₂) o terciario (-CH), se formarán respectivamente grupos **tiol primario, secundario o terciario**:



FOSFATO: es un **ion poliatómico**, compuesto por un átomo central de fósforo rodeado por cuatro átomos idénticos de oxígeno en una disposición tetraédrica:

