

# 1 - LA BASE QUÍMICA DE LA VIDA



Todos los seres vivos están formados por una o más células, formadas a su vez por moléculas de muchos tipos diferentes. Sus moléculas están formadas por átomos y estos átomos no son especiales, sino que forman parte de la tabla periódica de los elementos y se encuentran también en la materia inerte. Es la forma y las proporciones en que se unen esos elementos lo que hace especial a la materia que forma los seres vivos, llegando a formarse moléculas exclusivas, que no aparecen fuera de los seres vivos. Para entender la forma en que se organiza y funciona la materia viva es importante conocer los elementos químicos y moléculas que la integran y las uniones que se pueden establecer entre ellos.

## 1. LOS ENLACES QUÍMICOS

-Son uniones entre átomos (y entre moléculas) generadas por fuerzas de atracción.

Fuertes: COVALENTE – IÓNICO (entre átomos).

Débiles: ENLACE DE HIDRÓGENO - VAN DER WAALS (fuerzas intermoleculares).

-El tipo de enlace depende de la diferencia de *electronegatividad* entre los átomos que se enlazan.

-Electronegatividad: Fuerza de un átomo para atraer electrones (de un enlace con otro átomo) hacia él.

-**ENLACE IÓNICO**. Entre **átomos con electronegatividades opuestas**: uno es muy electronegativo y el otro tiene una electronegatividad muy baja. Un átomo tendrá entonces mucha tendencia a ganar electrones y el otro a perderlos → se transfieren electrones de uno al otro → se forman iones + y - → se establece una atracción electrostática.

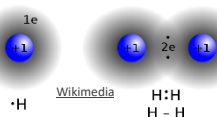


-No se forman moléculas sino agregados iónicos en redes cristalinas de extensión indefinida.

-**ENLACE COVALENTE**. Entre **átomos con alta electronegatividad**.

-No hay transferencia de electrones de un átomo al otro, ninguno de los átomos gana electrones del otro, sino que se comparten los electrones del enlace. Cada átomo atrae (por su alta electronegatividad) a un electrón del otro y estos dos electrones constituyen ahora un par compartido (par representado como -) por los dos átomos, que se mantendrán unidos por la atracción de los núcleos sobre los dos electrones del par, lo que supone la formación de un enlace.

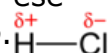
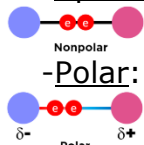
-Apolar: Entre átomos iguales.



-Polar: Entre átomos diferentes.



El átomo más electronegativo atrae más a los electrones del enlace, dando lugar a una carga parcial ( $\delta$ ) negativa en ese átomo y una positiva en el otro. La molécula es entonces **polar**, un **dipolo**.

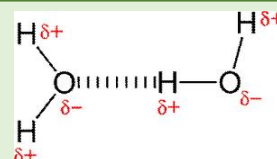


-**FUERZAS INTERMOLECULARES**: Atracciones entre moléculas covalentes polares, **dipolos**, por fuerzas electrostáticas.



-Gracias a ellas, no todas las sustancias son gases.

**1. Enlaces de hidrógeno**: Entre un átomo electronegativo y un átomo de H unido a otro átomo muy electronegativo (como O, F o N). Responsables de la gran cohesión interna del agua líquida y de muchas otras de sus propiedades.



**2. Fuerzas de Van der Waals:** El resto de combinaciones posibles: entre dipolos no formados por H enlazado a O, F o N. Muy débiles. Responsables de fenómenos como la adhesión, el rozamiento, la difusión, la tensión superficial y la viscosidad y de las uniones enzima-sustrato y antígeno-anticuerpo.

-**Fuerzas dipolo-dipolo:** Entre dipolos permanentes.  $\text{HCl} \cdots \text{HCl}$  [A veces, se incluyen aquí los puentes de H].

-**Fuerzas de dispersión:** Entre dipolos instantáneos debidos a variaciones al azar en la distribución de las cargas, que se dan en todas las moléculas, polares o no.



## 2. LOS BIOELEMENTOS

Elementos químicos que forman parte de los seres vivos.

-Son unos 70, de los cuáles, unos 25 son comunes a todos.

-Se combinan formando **biomoléculas** o **principios inmediatos**.

-Tres grupos por su abundancia: primarios – secundarios – oligoelementos.

11 suponen un  
99% del peso total

### 2.1. BIOELEMENTOS PRIMARIOS



-Constituyen ellos solos un 96 % de la materia viva, de la masa de las células.

#### ¿DÓNDE SE ENCUENTRAN?

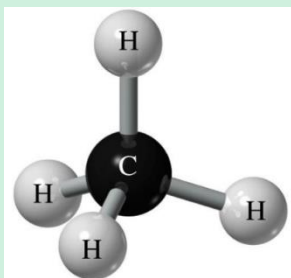
- **C, H, O** están presentes en todas las biomoléculas orgánicas.
- N es fundamental en proteínas y ácidos nucleicos.
- S en muchas proteínas.
- P en ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP, esqueletos.

#### -CARACTERÍSTICAS:

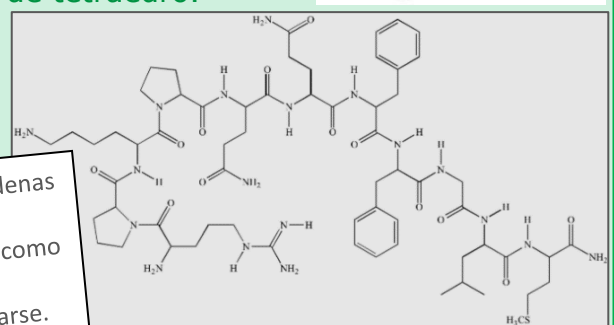
- Capaces de establecer enlaces covalentes.
- Masa atómica baja → enlaces fuertes → moléculas estables.

#### EL ÁTOMO DE CARBONO

- Puede unirse hasta con 4 átomos (o grupos funcionales) por enlaces covalentes fuertes → moléculas de gran estabilidad y variedad tridimensional.
- Puede formar cadenas "hidrocarbonadas" (átomos de H unidos a los átomos de C) largas, ramificadas y cíclicas.
- Los enlaces sencillos se disponen en forma de tetraedro.
- Puede establecer enlaces sencillos, dobles y triples con otros átomos. Los más frecuentes son los enlaces sencillos y los dobles (con O, N y C).



Polipéptido en el que se pueden ver cadenas hidrocarbonadas ramificadas y cíclicas. Los átomos de C pueden representarse como simples puntos de unión. Los átomos de H pueden no representarse.



## 2.2. BIOELEMENTOS SECUNDARIOS



-Suelen aparecer en forma iónica.

-En el medio celular en proporciones bajas, a veces por debajo del 0,1 %.

### ¿DÓNDE SE ENCUENTRAN?

- Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> responsables del potencial de membrana, del impulso nervioso y del equilibrio osmótico (junto con el Cl<sup>-</sup>).
- Ca<sup>2+</sup> interviene en el impulso nervioso, la contracción muscular y la coagulación sanguínea. Estructuras esqueléticas en forma de CaCO<sub>3</sub>.
- Mg<sup>2+</sup> en la clorofila y formando parte de enzimas.

## 2.3. OLIGOELEMENTOS



-Presentes siempre por debajo del 0,1 %.

-Fe en hemoglobina y mioglobina.

-Cu y Zn en enzimas.

-I en tiroxina.

-F en dientes.

## 3. LAS BIOMOLÉCULAS

Moléculas constituyentes de los seres vivos, formadas por la combinación de bioelementos.

### -CLASIFICACIÓN:

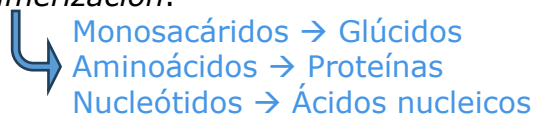
**1. Inorgánicas:** No exclusivas de los seres vivos. Estructura sencilla.

**Agua - Sales minerales - Gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>)**

**2. Orgánicas:** Exclusivas de la materia viva. Formadas por cadenas de **C** e **H** (cadenas *hidrocarbonadas*).

**Glúcidos - Lípidos - Proteínas - Ácidos nucleicos**

La mayoría son macromoléculas (grandes moléculas). Muchas son **polímeros**: formadas por la unión de moléculas sencillas (**monómeros**, de los que hay unos 30 diferentes) mediante procesos de *polimerización*.



### **GRUPOS FUNCIONALES MÁS COMUNES EN LAS MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

**Hidroxilo:** -OH → alcoholes  $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}\text{—OH}$  (ej. en glúcidos, glicerina)

**Carbonilo:** C=O → aldehídos  $\text{C}\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{=}}\text{—H}$  y cetonas  $\text{C}\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{=}}\text{—O}$  (ej. en glúcidos)

**Carboxilo:**  $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}\text{—OH}$  -COOH -COO<sup>-</sup> → ácidos carboxílicos (ej. en ácidos grasos)

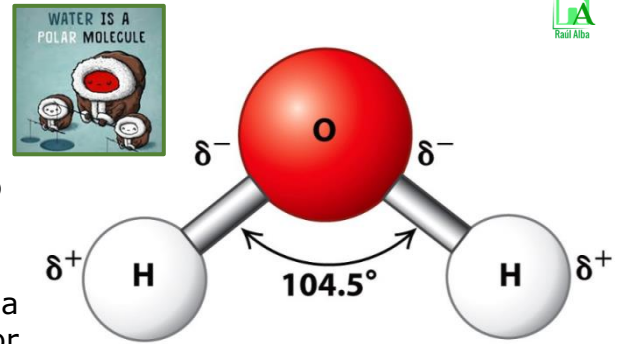
**Amino:** -NH<sub>2</sub>  $\text{>NH}$  → aminas (ej. en aminoácidos)

## 4. EL AGUA

### 4.1. ESTRUCTURA

-Molécula formada por un átomo de oxígeno unido a dos de hidrógeno mediante enlaces covalentes en ángulo de  $104,5^\circ$ .

-Aunque su carga eléctrica es neutra, es una **molécula polar**:  $2\delta^-$  en O y  $1\delta^+$  en cada H. Por ello, se establecen **enlaces de hidrógeno**, entre las cargas parciales positivas y negativas de moléculas diferentes (cada molécula hasta con otras 4) → **estructura reticular** en el agua líquida, con gran cohesión interna.



### 4.2. PROPIEDADES Y FUNCIONES BIOLÓGICAS DERIVADAS

-Al ser una molécula polar, posee ciertas propiedades fisicoquímicas, lo que deriva en importantes funciones biológicas.

**1. GRAN PODER DISOLVENTE:** Es el disolvente universal por su polaridad, que le permite establecer enlaces de hidrógeno con compuestos iónicos y con moléculas que tienen grupos polares.

-**Sustancias hidrofílicas (o polares):** Son solubles en agua porque establecen, en la mayoría de los casos, puentes de H entre sus moléculas y las del agua. (ej. azúcar, amoníaco, alcoholes).

-**Sustancias hidrofóbicas (o apolares):** No se disuelven en agua (grasas).

#### **Funciones resultantes:**

-Medio de transporte de muchas sustancias en el interior de los seres vivos, por ejemplo, para la incorporación de nutrientes a las células y para la eliminación de sustancias de desecho.

-Soporte de muchas reacciones del metabolismo: el agua no interviene, pero constituye el seno en el que se encuentran y reaccionan los reactivos.

**2. CALOR DE VAPORIZACIÓN ELEVADO:** Energía (calor, cal) absorbida por un líquido (1 g) para pasar a gas sin variar su temperatura. Elevado en el agua porque se necesita mucha energía para romper los enlaces de hidrógeno.

#### **Funciones resultantes:**

-Efecto refrigerante al evaporarse → control de la temperatura corporal por el sudor.

**3. CALOR ESPECÍFICO ELEVADO:** Calor necesario para aumentar 1 g de una sustancia en 1 °C su temperatura. En el agua, parte de la energía calorífica absorbida se emplea en romper los puentes de hidrógeno y solo una pequeña parte queda disponible para elevar la temperatura (energía cinética de las moléculas), por lo que la temperatura del agua aumenta (o disminuye) lentamente al absorber (o al perder) calor.

#### **Funciones resultantes:**

-Amortiguador térmico: la temperatura corporal varía poco, aunque varíe la temperatura ambiental.

**4. COHESIÓN Y ADHESIÓN ELEVADAS:** Alta cohesión (atracción entre sus moléculas) por los puentes de hidrógeno y elevada adhesión para unirse a cualquier molécula o superficie con cargas positivas o negativas.

#### **Funciones resultantes:**

-Capilaridad → Ascenso de savia bruta de la raíz a las hojas, drenaje de lágrimas.

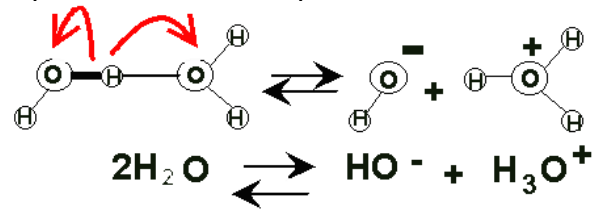
-Tensión superficial → Desplazamiento de pequeños insectos sobre el agua.

-Incompresibilidad → Esqueleto hidrostático. Ej. turgencia de las células vegetales, que da consistencia a la planta.

**5. REACTIVIDAD QUÍMICA:** El agua es un potente reactivo químico al disociarse en iones, capaces de romper enlaces moleculares (**hidrólisis**).

**Funciones resultantes:**

- Hidrólisis.** Ruptura de enlaces moleculares por el agua, en muchas reacciones donde se necesita romper ciertas moléculas.



**6. MENOR DENSIDAD EN FORMA DE HIELO QUE LÍQUIDA:** La estructura reticular del hielo es más amplia que en el agua líquida al establecer cada molécula cuatro puentes de hidrógeno con otras cuatro → moléculas más separadas → menor densidad.

**Funciones resultantes:**

- En una masa de agua (lago, mar), el agua congelada flota y forma, en la superficie, una capa que aísla térmicamente del medio al resto de la masa, impidiendo que se congele todo su volumen.

## **5. LAS SALES MINERALES**

-En los seres vivos se encuentran en dos formas: sólidas y en disolución.

**5.1. SALES MINERALES EN FORMA SÓLIDA:** originan estructuras esqueléticas y de sostén, como:

- Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>** en los **huesos** de los vertebrados.
- CaCO<sub>3</sub>** en **esqueletos y conchas** de crustáceos, corales y moluscos, en **espículas** de algunas esponjas y en las **espinas** de los erizos de mar.
- SiO<sub>2</sub>** en **espículas** de algunas esponjas, tallos de **gramíneas** y caparazón de **diatomeas**.

**5.2. SALES MINERALES EN DISOLUCIÓN:** disueltas en agua en forma de iones.

-**Aniones:** cloruro, bicarbonato, fosfato, nitrato.

-**Cationes:** Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>...

-Intervienen en procesos como el mantenimiento del **potencial de membrana** (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) la transmisión del **impulso nervioso** (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) la **contracción muscular** (Ca<sup>2+</sup>) y en **sistemas tampón** (control del pH: tampón bicarbonato y fosfato). Otros actúan como **cofactores** de enzimas (Mg<sup>2+</sup>). Mantienen el **equilibrio osmótico** celular (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>) y neutralizan las cargas de las macromoléculas.

## 6. EL MEDIO CELULAR

**6.1. EL EQUILIBRIO ÁCIDO - BASE:** El pH es uno de los factores más importantes para mantener el equilibrio en el interior de las células y en los fluidos extracelulares. Hace referencia a la concentración de protones –  $[H^+]$ .

-**El pH:** Es el logaritmo decimal, cambiado de signo, de la concentración de  $H^+$  (en realidad, los  $H^+$  disociados se unen a moléculas de agua formando  $H_3O^+$ ).

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

-El agua está disociada en iones  $H_3O^+$  (*hidronio*) y  $OH^-$  en muy pequeña proporción, siendo neutra el agua pura  $[H_3O^+] = [OH^-]$  pH = 7.

-En las disoluciones de los seres vivos, las sustancias disueltas pueden modificar el pH, que debe mantenerse entre unos márgenes para que los enzimas no disminuyan su actividad y, por ello, se alteren las reacciones del metabolismo celular.

-Los **sistemas amortiguadores o tampón** son sustancias que neutralizan las variaciones del pH. Ej. Tampón bicarbonato en la sangre y tampón fosfato en el medio intracelular. También se utilizan en cultivos celulares para mantener el pH constante.

## 6.2. DIFUSIÓN, ÓSMOSIS Y DIÁLISIS

-En el medio celular se encuentran disoluciones y dispersiones coloidales.

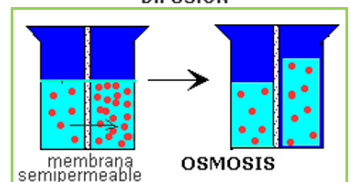
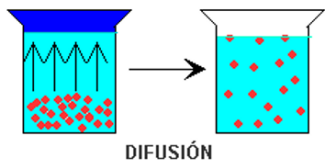
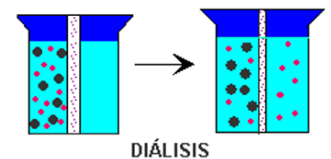
-**Disolución:** Mezcla homogénea de, al menos, dos componentes: disolvente (normalmente agua) y solute (sustancia que se disuelve). Sales minerales, monosacáridos y aminoácidos forman disoluciones.

-**Dispersión coloidal o coloide:** Mezcla en la que el soluto no es soluble pero las partículas pueden dispersarse homogéneamente y no sedimentar durante un tiempo. Pueden parecer disoluciones, pero dispersan la luz (aspecto turbio). La mayoría de las grandes moléculas orgánicas, como proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos se encuentran formando coloides.

-En una disolución acuosa pueden darse 2 fenómenos según el movimiento de las partículas de soluto en el agua:

•**DIFUSIÓN:** Tienen a dispersarse uniformemente en el agua.

•**ÓSMOSIS:** Fenómeno que se da cuando se tienen dos disoluciones de diferente concentración separadas por una membrana semipermeable (permite la circulación de agua, pero no la de solutos). En esta situación, se produce el paso de agua de la disolución más diluida a la más concentrada, hasta que se igualen sus concentraciones. Se distinguen disoluciones o medios hipotónicos (con menor concentración), isotónicos (igual concentración) e hipertónicos (mayor concentración) [o hipoosmóticos, isoosmóticos, hiperosmóticos] con respecto a otras disoluciones o medios.

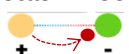


**Las membranas celulares son semipermeables**, lo que puede dar lugar a varios fenómenos, según el medio en el que esté una célula. Al introducir una célula en agua destilada (medio hipotónico con respecto al interior de la célula), entrará agua. Si la célula es vegetal, se hinchará -**turgencia**- y la pared impedirá que estalle. Si la célula es animal, el agua entrará, la hinchará y podrá estallar -**lisis**-. Si se introduce en un medio hipertónico, ocurre lo contrario: saldrá agua y la célula reducirá su volumen y se deshidratará -**crenación**-. Si es una célula vegetal, se separará de la pared -**plasmólisis**-.

-**DIÁLISIS:** Separación -en laboratorio- de partículas grandes -coloides: proteínas, ADN- mediante una membrana dializadora: con poros suficientemente pequeños para que difundan las partículas pequeñas, pero no las grandes.



## ENLACES QUÍMICOS

-**IÓNICO**: Entre átomos con electronegatividades opuestas → se transfieren electrones de un átomo al otro → se forman iones → atracción electrostática.  **NaCl Na<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>**

-**COVALENTE**: Entre átomos con alta electronegatividad. Se comparten electrones del enlace.  
**H<sub>2</sub> H-H - HCl H-Cl** átomos diferentes → distinta electronegatividad → enlace polar → dipolo  $\delta^+ \delta^-$  **H—Cl**

-**DE HIDRÓGENO**: Entre un átomo electronegativo y un átomo de H unido a otro átomo muy electronegativo (como O, F o N). 

-**FUERZAS DE VAN DER WAALS**: Entre dipolos no formados por H con O, F o N, permanentes y momentáneos. **HCl...HCl Cl<sub>2</sub>...Cl<sub>2</sub>**

## BIOELEMENTOS

-**PRIMARIOS**: 96% de la masa de las células.



- C, H, O en todas las biomoléculas orgánicas.
- N en proteínas y ácidos nucleicos.
- S en proteínas.
- P en ácidos nucleicos, ATP, fosfolípidos, esqueletos.

-**SECUNDARIOS**: En bajas proporciones.



- Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> en potencial de membrana, impulso nervioso.
- Ca<sup>2+</sup> en impulso nervioso, contracción muscular, coagulación de la sangre, esqueletos.
- Mg<sup>2+</sup> en clorofila y enzimas.

-**OLIGOELEMENTOS**: <0,1%



- Fe en hemoglobina y mioglobina.
- Cu y Zn en enzimas.
- I en tiroxina.
- F en dientes.

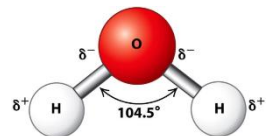
## BIOMOLÉCULAS

**Inorgánicas**: Agua – Sales minerales

**Orgánicas**: Glúcidos – Lípidos – Proteínas – Ácidos nucleicos

-**AGUA**: Molécula polar - 2δ<sup>-</sup> en O y 1δ<sup>+</sup> en cada H → enlaces de hidrógeno → estructura reticular.

- Gran poder disolvente** → Medio de transporte – Soporte de reacciones metabólicas.
- Calor de vaporización elevado** → Refrigerante (sudor).
- Calor específico elevado** → Amortiguador térmico.
- Cohesión y adhesión elevadas** → Capilaridad – Tensión superficial – Incompresibilidad.
- Reactividad química** → Rotura de moléculas por hidrólisis.
- Menor densidad en sólido que en líquido** → Aislamiento térmico de masas de agua.



-**SALES MINERALES**:

- Forma sólida**: Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> en huesos - CaCO<sub>3</sub> en esqueletos, conchas, espinas de erizos de mar, espículas de esponjas - SiO<sub>2</sub> en espículas de esponjas, tallos de gramíneas, diatomeas.
- En disolución**: Potencial de membrana (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) - Impulso nervioso (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup>) - Contracción muscular (Ca<sup>2+</sup>).

Dos medios pueden ser, entre sí, hipo- hiper- o isotónicos  
Separados por una membrana semipermeable, pasa agua del más diluido al más concentrado

### CÉLULA EN MEDIOS DE DIFERENTE CONCENTRACIÓN

- En medio hipotónico**: Entra agua – Vegetal: *turgencia*. / Animal: *lisis*.
- En medio hipertónico**: Sale agua → se deshidrata: *crenación* – Vegetal: *plasmólisis*.