

Química Biológica = Bioquímica

QUIMICA DE LA VIDA: naturaleza molecular de los procesos de la vida.

- Objetivo: explicar en términos químicos las estructuras y funciones de los seres vivos
- Estudia la química de los seres vivos a nivel molecular y general
- Estudia los componentes químicos de los organismos vivos y las vías metabólicas o reacciones químicas para obtener energía del entorno.
- Un organismo tiene **vida** cuando es capaz de obtener energía del entorno, autorreplicarse y transmitir información genética.
- Todos los seres vivos usan los mismos tipos de biomoléculas y consumen energía

Usan la **energía** para realizar trabajo:

- Biosíntesis
- Osmótico
- Mecánico
- Activación

E. Potencial : En los enlaces químicos, en gradiente de concentración, en un potencial eléctrico.

E. Cinética: movimiento, puede existir en forma de calor, luz, etc.

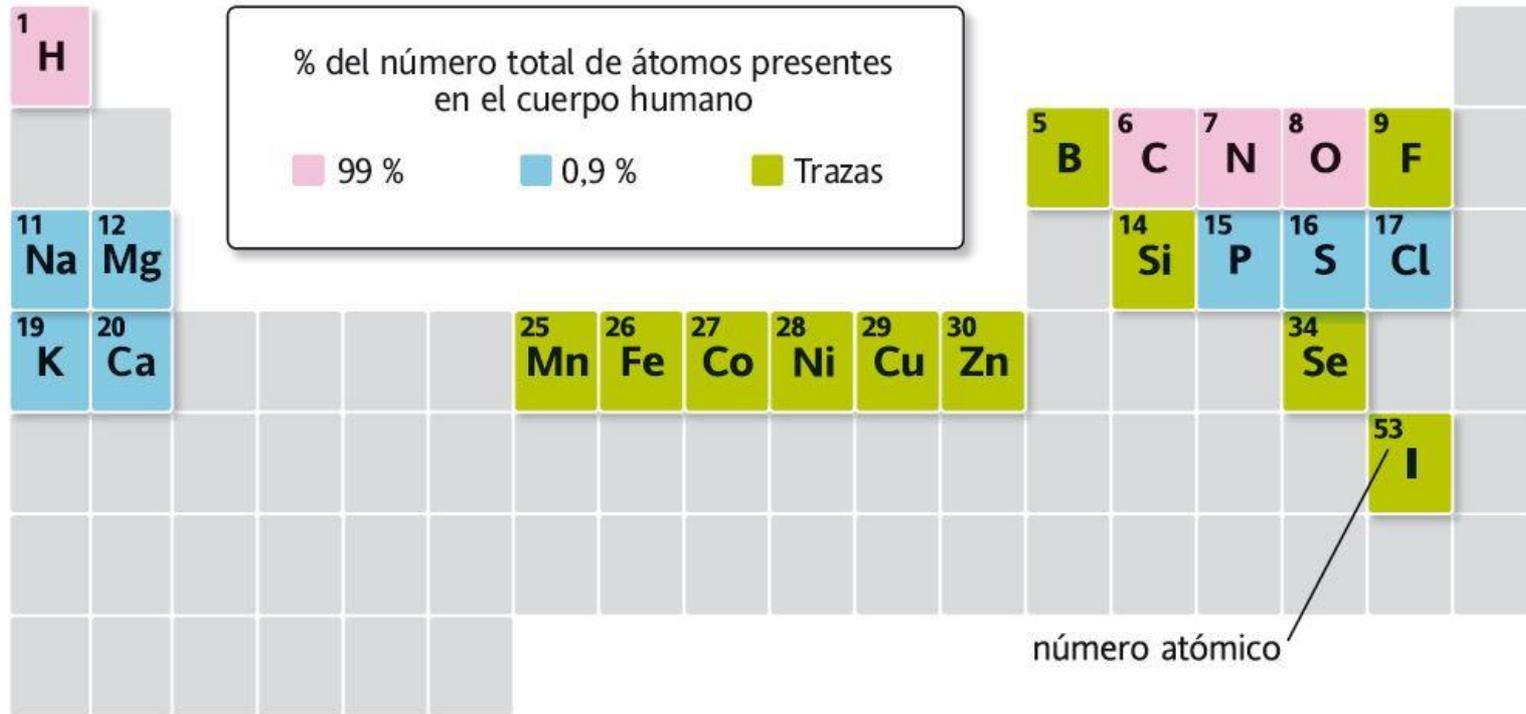
Todos los procesos de la vida requieren energía

- El sol es la principal fuente de energía de todos los seres vivos.
- Las plantas captan esa energía lumínica mediante fotosíntesis y la emplean para transformar el CO_2 en sacarosa, que es el almacenamiento potencial de energía química.
- Un atleta puede consumir la sacarosa y liberar la energía potencial que contiene, transformándola en forma de movimiento muscular: energía cinética.

Las diferentes formas de energía se transforman unas en otras:

- Energía mecánica
- Energía química
- Energía osmótica
- Energía eléctrica
- Energía lumínica

Tabla periódica donde se indican los elementos químicos presentes principalmente en los seres vivos.

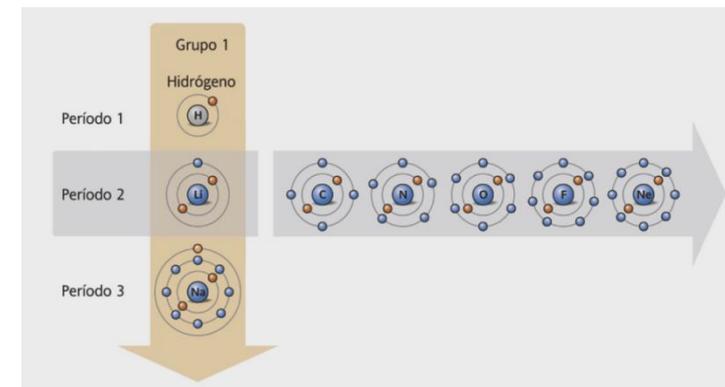


Orbitales atómicos: regiones en el espacio donde existe l a mayor probabilidad de encontrar electrones

Niveles de energía: los electrones van ocupando los niveles de menor a mayor energía. En cada nivel puede haber más de un orbital. En cada orbital, definido por los 3 números cuánticos, solo puede haber un máximo de 2 electrones.

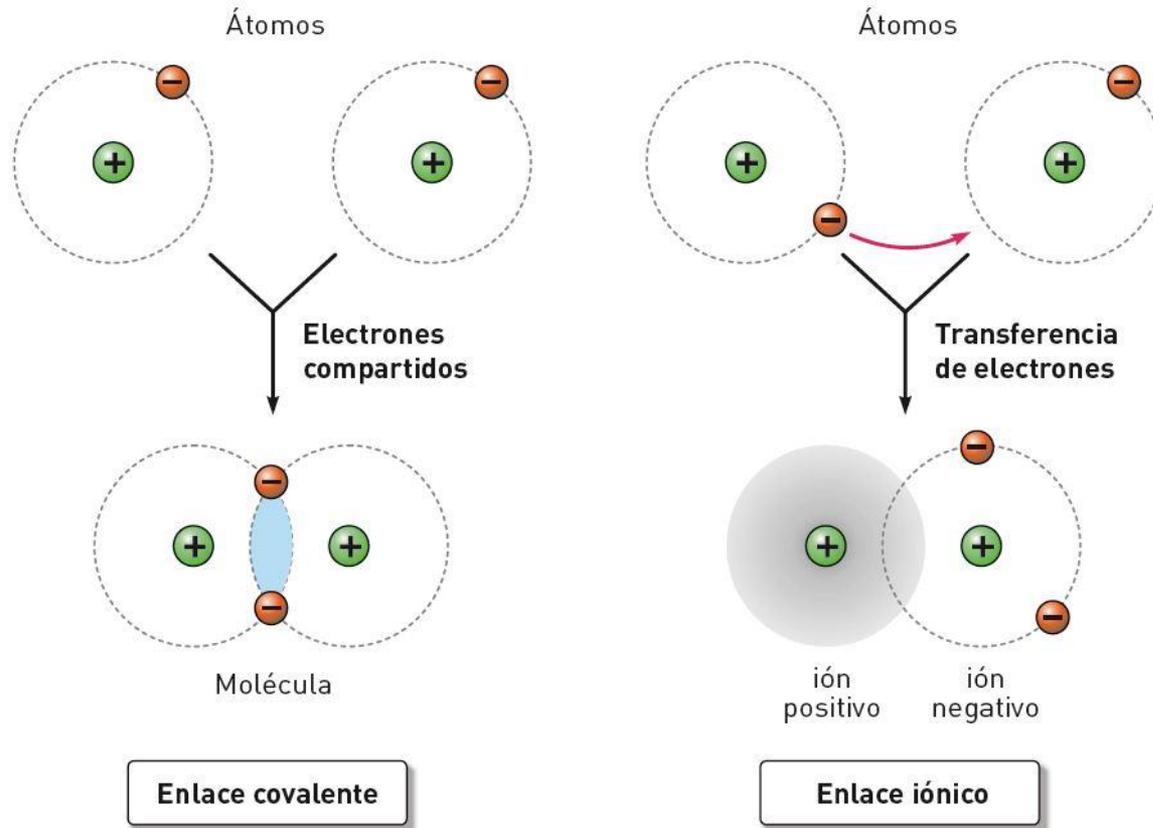
Los elementos pertenecientes a un mismo grupo tienen el mismo número de electrones en la última capa (valencia)

Los elementos pertenecientes a un mismo periodo tienen el mismo nivel de energía (n)



Valencia: capacidad de combinación, dígito que indica el número de enlaces con que el elemento interviene en el compuesto. Sin es 4 formará 4 enlaces

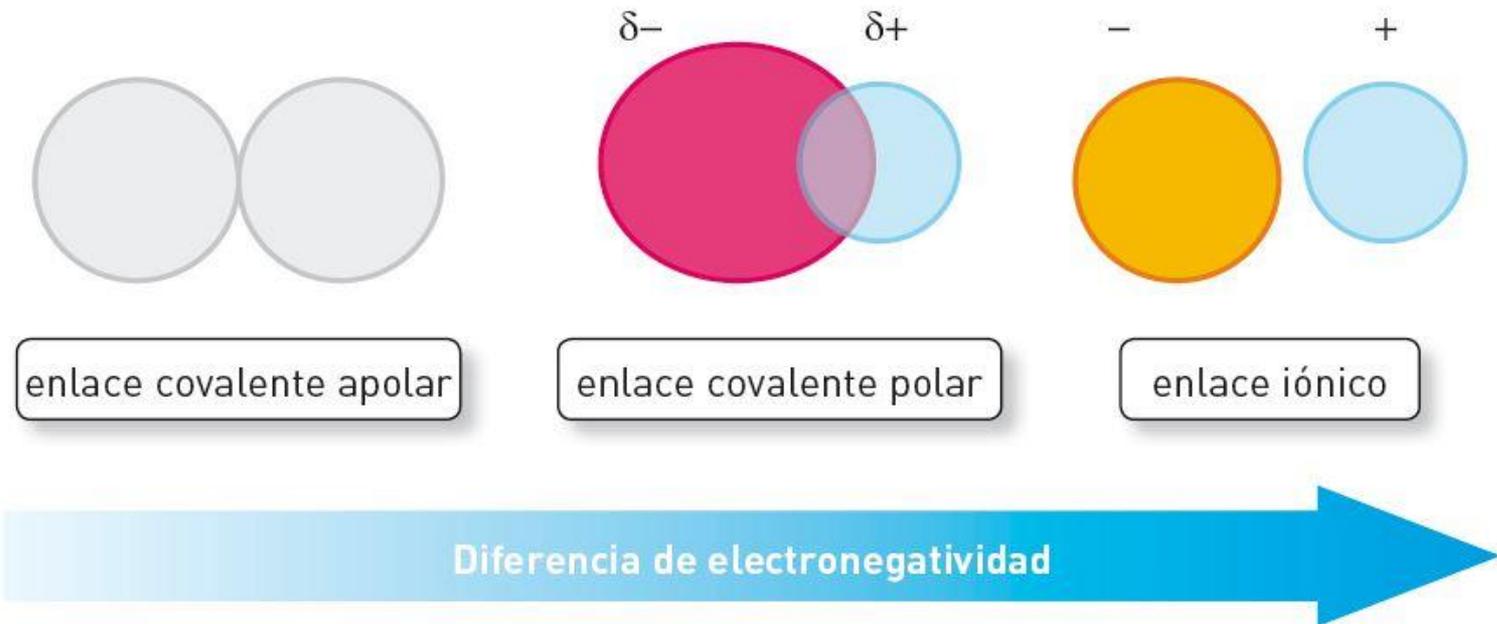
La electronegatividad se puede definir como la tendencia que presentan los átomos a atraer hacia sí el par de electrones compartidos



Enlace covalente: donde los electrones de dos átomos que forman el enlace se comparten.

Enlace iónico: un electrón se transfiere de un átomo a otro, formando iones.

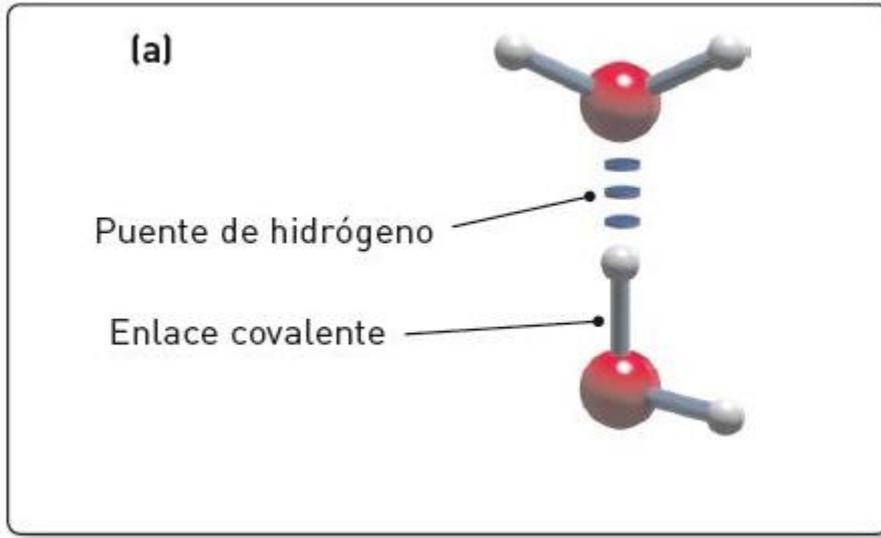
En las diferentes biomoléculas de los seres vivos, se encuentran grupos funcionales, la naturaleza de éstos es determinante en el funcionamiento de la molécula biológica, tanto para el establecimiento de enlaces covalente y formación de macromoléculas como la asociación e interacción de enlaces débiles entre ellas y con el medio.



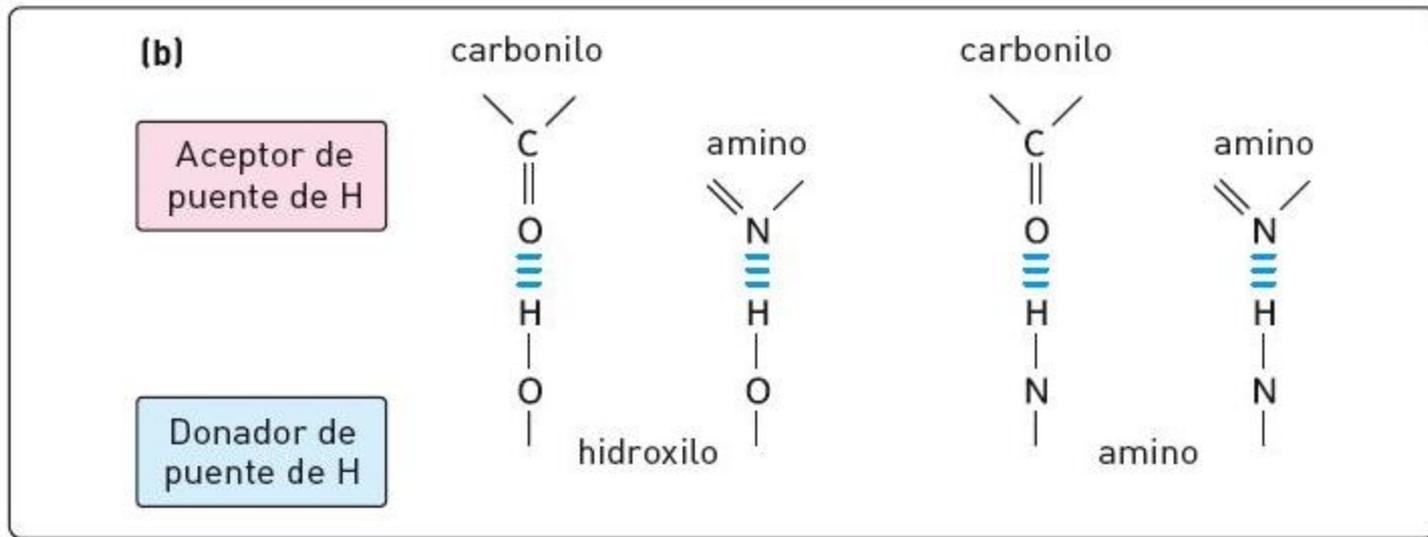
Representación del enlace puente de hidrógeno.

a) Entre dos moléculas de agua (b) entre grupos funcionales.

Se indica el átomo aceptor y el donador del puente.



Se establece cuando un átomo de H, unido covalentemente a un átomo electronegativo, es atraído por un átomo electronegativo de un grupo vecino a una distancia y en una orientación óptima



Compound Name	Structure ^a	Functional Group or Linkage
Amine ^b	RNH_2 or RNH_3^+ R_2NH or R_2NH_2^+ R_3N or R_3NH^+	$-\text{N}<$ or $-\overset{+}{\text{N}}-$ (amino group)
Alcohol	ROH	$-\text{OH}$ (hydroxyl group)
Thiol	RSH	$-\text{SH}$ (sulfhydryl group)
Ether	ROR	$-\text{O}-$ (ether linkage)
Aldehyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ (carbonyl group)
Ketone	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ (carbonyl group)
Carboxylic acid ^b	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ or $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}^- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ (carboxyl group) or $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}^- \end{array}$ (carboxylate group)
Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$ (ester linkage) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}- \end{array}$ (acyl group) ^c
Thioester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{SR} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{S}- \end{array}$ (thioester linkage) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}- \end{array}$ (acyl group) ^c

Compound Name	Structure ^a	Functional Group or Linkage
Amide	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NHR} \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NR}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N} \end{array} \quad (\text{amido group}) \quad \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}- \end{array} \quad (\text{acyl group})^c$
Imine (Schiff base) ^b	$\begin{array}{l} \text{R}=\text{NH} \quad \text{or} \quad \text{R}=\overset{+}{\text{N}}\text{H}_2 \\ \text{R}=\text{NR} \quad \text{or} \quad \text{R}=\overset{+}{\text{N}}\text{HR} \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{N}- \\ \diagdown \end{array} \quad \text{or} \quad \begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\overset{+}{\text{N}} \\ \diagdown \end{array} \quad (\text{imino group})$
Disulfide	$\text{R}-\text{S}-\text{S}-\text{R}$	$-\text{S}-\text{S}- \quad (\text{disulfide linkage})$
Phosphate ester ^b	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{O}^- \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{P}-\text{O}^- \\ \\ \text{OH} \end{array} \quad (\text{phosphoryl group})$
Diphosphate ester ^b	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}^- \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ -\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}^- \\ \quad \\ \text{O}^- \quad \text{OH} \end{array} \quad (\text{phosphoanhydride group})$
Phosphate diester ^b	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{R} \\ \\ \text{O}^- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{O}-\text{P}-\text{O}- \\ \\ \text{O}^- \end{array} \quad (\text{phosphodiester linkage})$

COMPUESTOS CON FÓSFORO			
Grupo funcional	Estructura	Fórmula	Naturaleza química
Fosforilo	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{O}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{R}-\text{O}-\text{PO}_3\text{H}_2$	Polar (ácido)

COMPUESTOS CON AZUFRE			
Grupo funcional	Estructura	Fórmula	Naturaleza química
Sulfhidrilo (Tiol)	$\text{R}-\text{S}-\text{H}$	$\text{R}-\text{SH}$	Polar
Sulfurilo (Ac. sulfúrico)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{O}-\text{S}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{R}-\text{O}-\text{SO}_3\text{H}$	Polar (ácido)

Monómero



Monosacárido

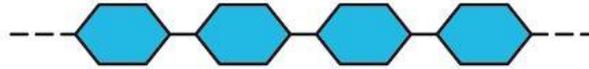


Aminoácido

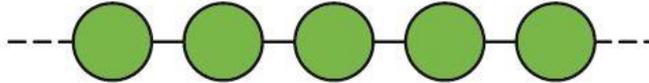


Nucleótido

Macromoléculas



Polisacárido



Proteína



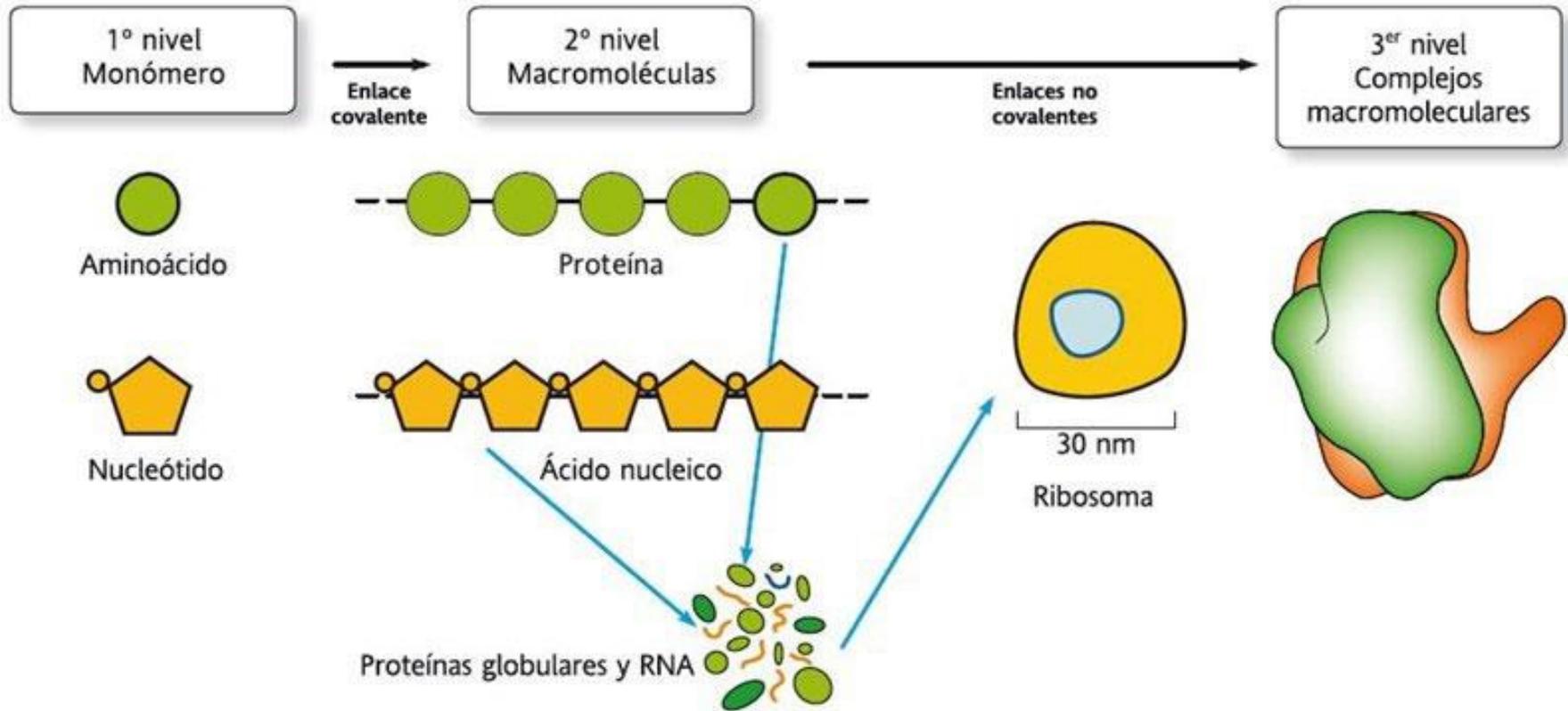
Ácido nucleico

Tipo de enlace

← O-glucosídico

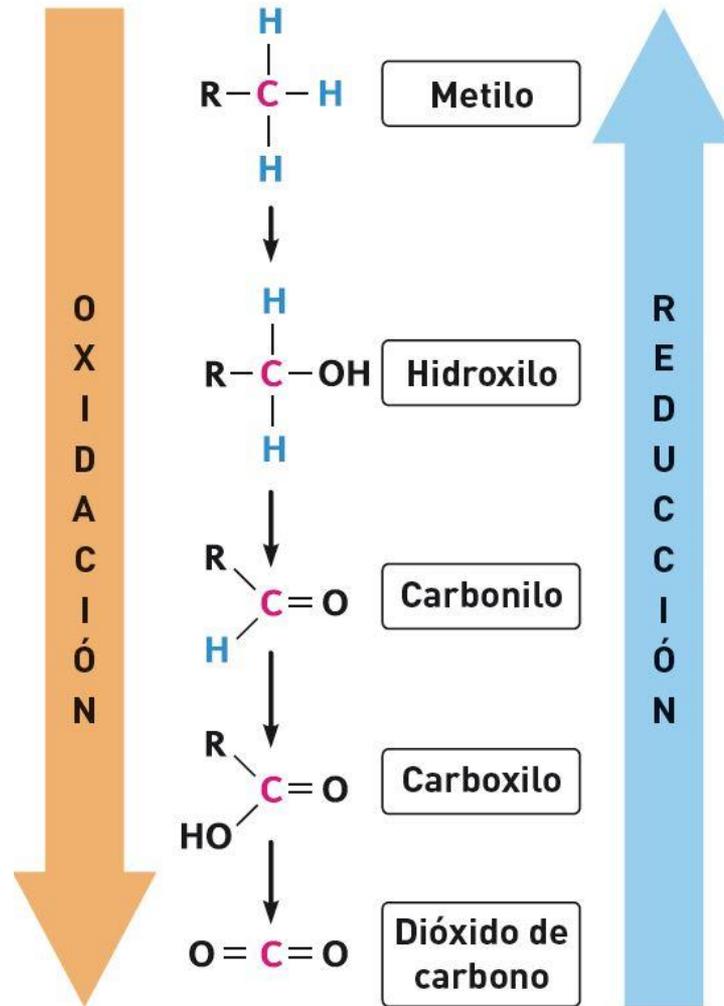
← Enlace peptídico (amida)

← Enlace fosfodiéster



Oxidación y reducción de los grupos funcionales de interés en Bioquímica

A medida que se oxida el carbono se reduce en número de H unidos. Se indica en azul el número de hidrógenos (electrones) unidos al carbono.



Oxidación:

- **Liberan** energía
- Ganancia de oxígeno
- Pérdida de hidrógeno
- Pérdida de electrones

Reducción:

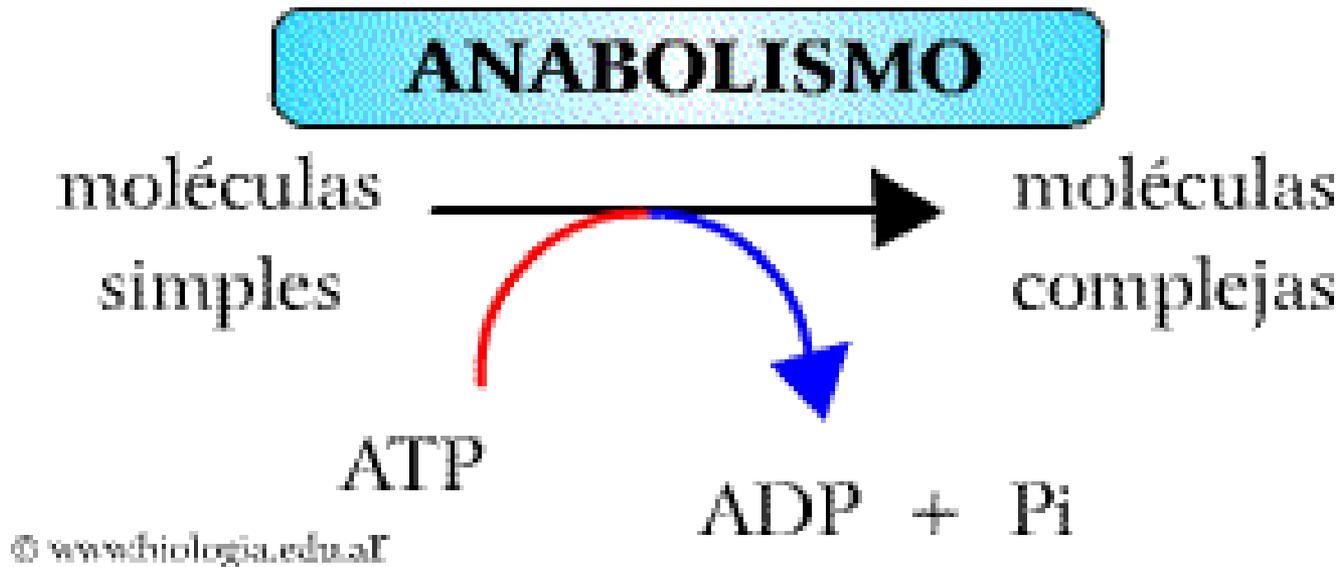
- **Necesitan** energía
- Pérdida de oxígeno
- Ganancia de hidrógeno
- Ganancia de electrones

Metabolismo : Anabolismo + Catabolismo

Es la suma total de procesos químicos en un organismo

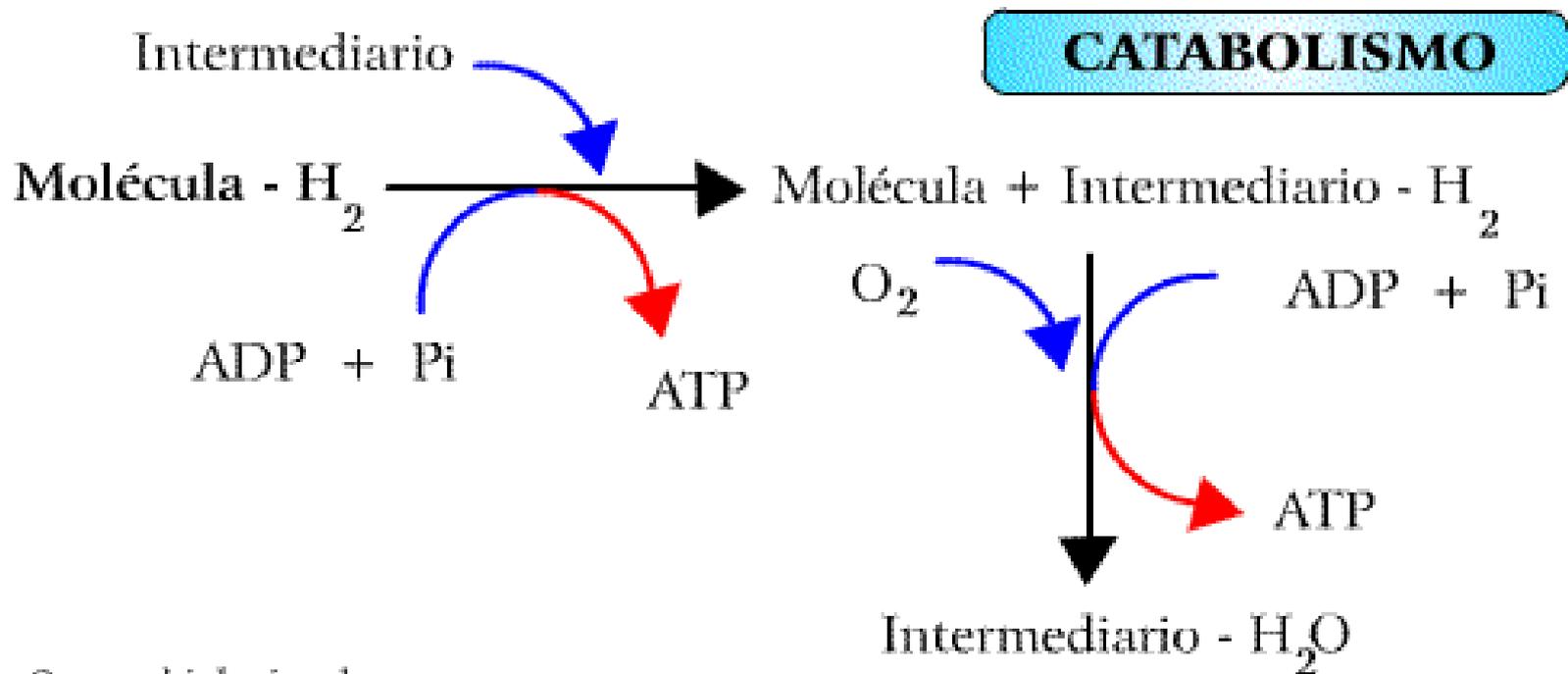
Reacciones anabólicas: reacciones de síntesis.

Ej: formación de polímeros a partir de sus monómeros.



Reacciones catabólicas:

Degradación y oxidación de las biomoléculas.



Cada célula desarrolla miles de reacciones químicas

Exergónicas: con liberación de energía

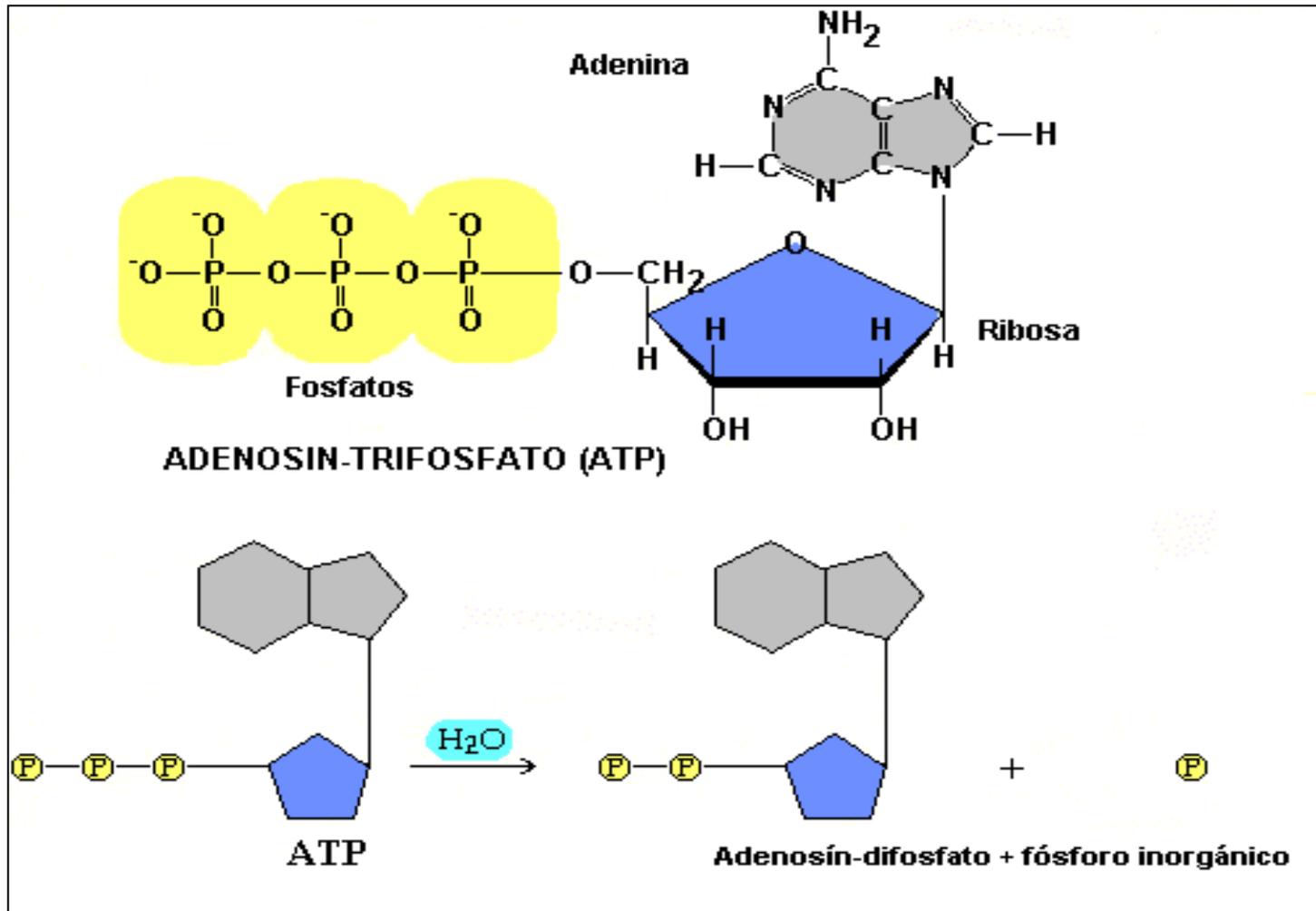
Endergónicas: con consumo de energía

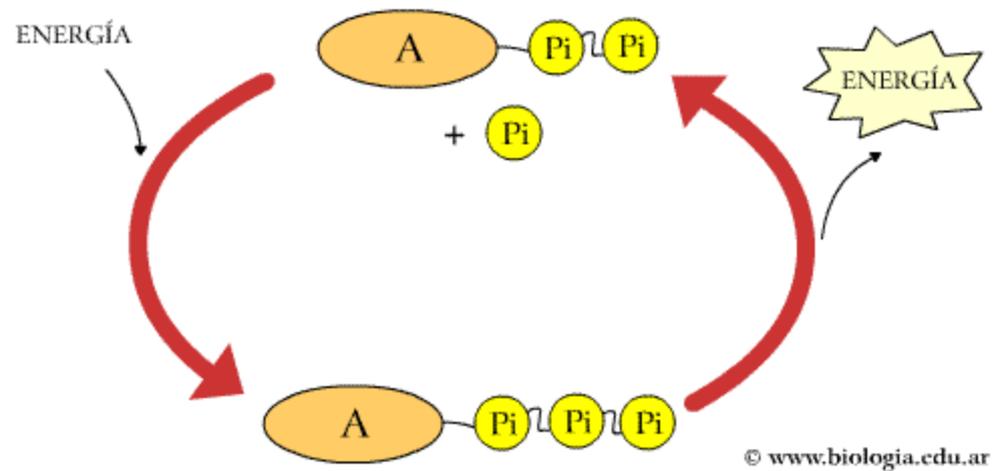
En su conjunto constituyen el METABOLISMO CELULAR

Las células regulan las reacciones químicas por medio de catalizadores biológicos: ENZIMAS

Estructura del ATP

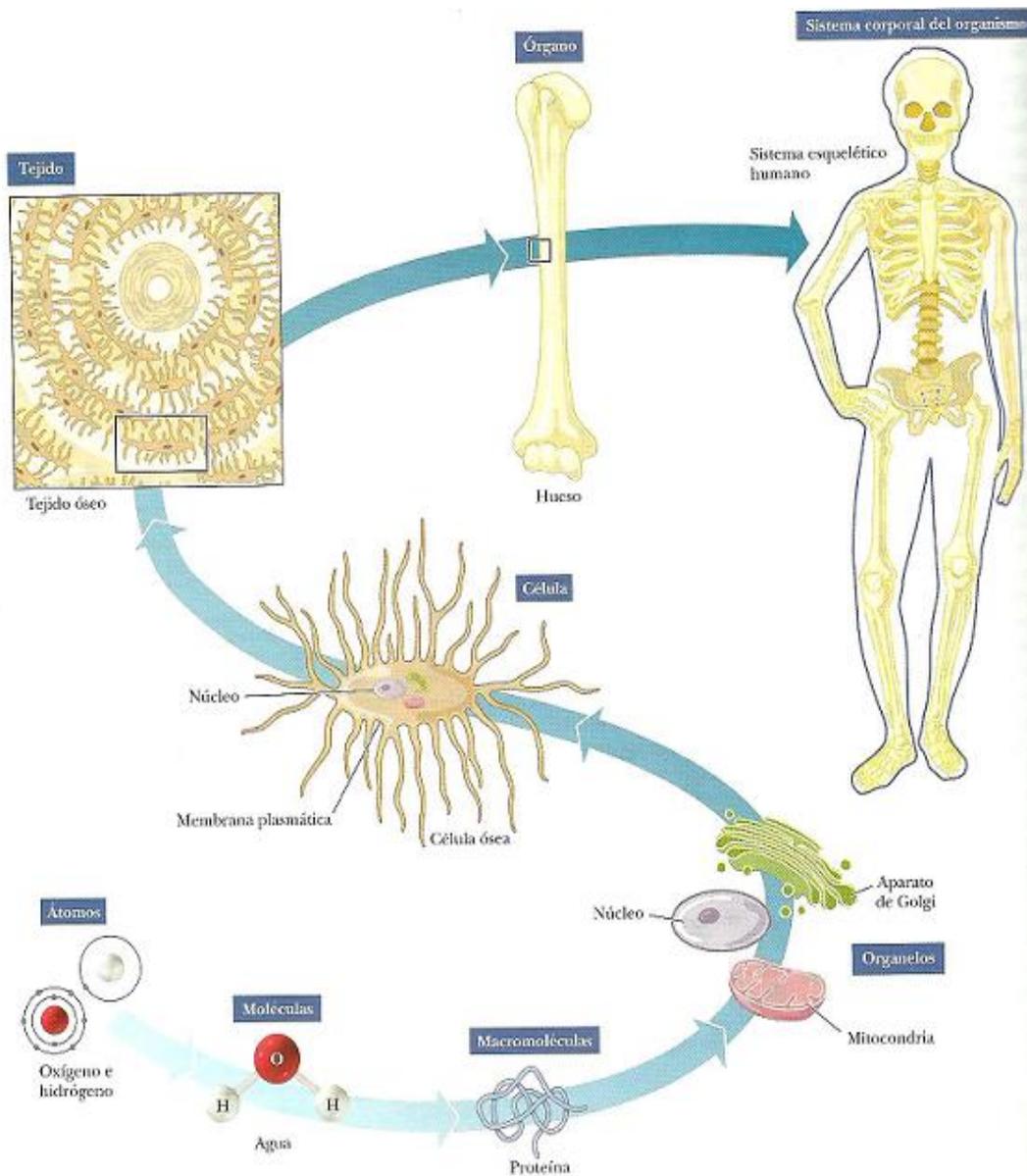
es un nucleótido compuesto por la adenina (base nitrogenada) un azúcar (ribosa) y tres grupos fosfato.





Clasificación de los organismos según fuente de energía y fuente de carbono

	Tipo organismo	Proced. carbono	Proced. Energía	Dador de electrón y/o hidrógeno	Ejemplos
FOTOTROFOS	FOTOLITO TROFOS	CO ₂	LUZ	Compuestos inorgánicos H ₂ O, H ₂ S, S	Cel.verdes de plantas super. Algas azul-verd
	FOTO ORGANO TROFOS	Compuestos orgánicos	LUZ	Compuestos Orgánicos	Bacterias purpureas no sulfuradas
QUIMIOTROFOS	QUIMIOLITO TROFOS	CO ₂	Reacciones REDOX	Compuestos .inorgánicos H ₂ O, H ₂ S, S, Fe NH ₃	Bacterias desnitrificantes
	QUIMIO ORGANO TROFOS	Compuestos orgánicos	Reacciones REDOX	Compuestos Orgánicos (glucosa)	Todos los animales super. Mayoría de MO



■ FIGURA 1.1 Niveles de organización estructural en el cuerpo humano. Observe que la jerarquía va de lo simple a lo complejo.

Cómo se originaron los seres vivos??

Todos los tipos celulares tienen tantas características celulares en común que es razonable decir que todas tuvieron el mismo origen.

Tanto las moléculas y las células deben haber surgido de moléculas muy simples: H_2O , CH_4 , CO_2 , NH_3 , N_2 e H_2 .

La vida se basa en el carbono

Al analizar químicamente cualquier organismo: animal, planta o microorganismo se observa que hay muy pocos elementos de la tabla periódica presentes en los seres vivos.

Carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno: 95% de los seres vivos

Si se agrega el fósforo y azufre: 98% de los seres vivos

Composición elemental (expresada como porcentajes) de animales, plantas y microorganismos*

Elemento	Seres humanos	Plantas verdes	Bacterias
Oxígeno	62.81	77.80	73.68
Carbono	19.37	11.34	12.14
Hidrógeno	9.31	8.72	9.94
Nitrógeno	5.14	0.83	3.04
Fósforo	0.63	0.71	0.60
Azufre	0.64	0.10	0.32

* Obsérvese que estos números no suman 100%, debido a que también hay presentes pequeñas cantidades de otros elementos. Por ejemplo, la hemoglobina contiene hierro.

Los elementos simples se combinan de muchas maneras diferentes y complejas a nivel molecular formando pocos tipos de compuestos:

Agua	70%
Glúcidos	3%
Lípidos	2%
AA y proteínas	15%
PoliNucleótidos:	
RNA	6%
DNA	1%
Moléculas orgánicas pequeños	2%
Iones inorgánicos	1%

Biomoléculas o Biopolímeros:

Son las moléculas de tamaño grande o pequeño que se encuentran en los seres vivos y son fabricadas por la célula.

Unión de cientos o miles de unidades **monómeros** para formar una molécula de gran tamaño en las células.

Homopolímeros: se repite el mismo monómero.

Heteropolímeros: constituido por distintos monómeros.

Ejemplos bioquímicos

Monómero

Aminoácidos

Monosacáridos

Nucleótidos

Polímero

Proteínas

Polisacáridos

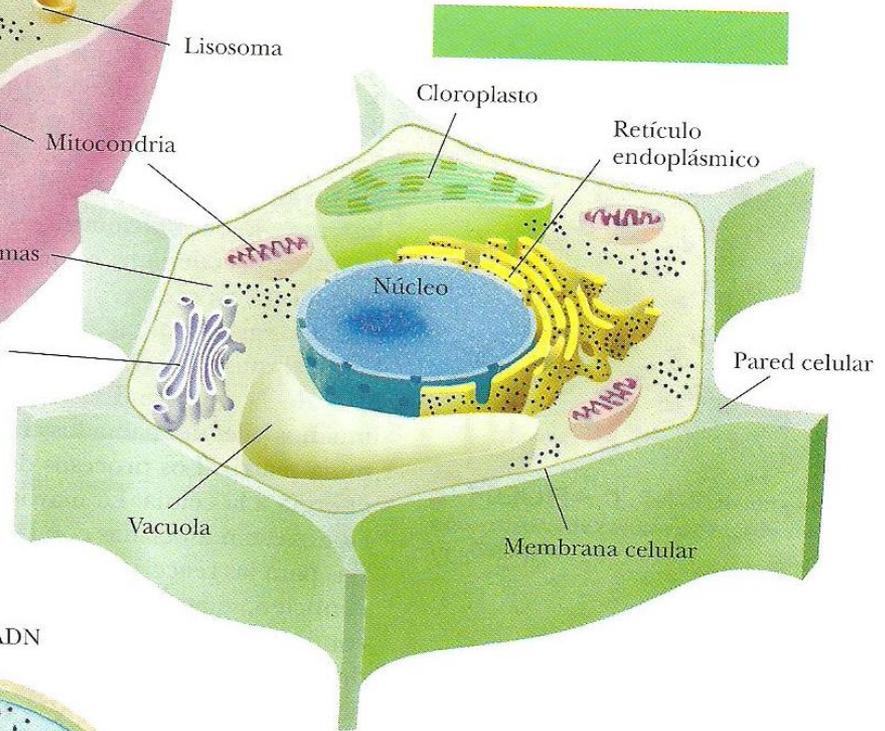
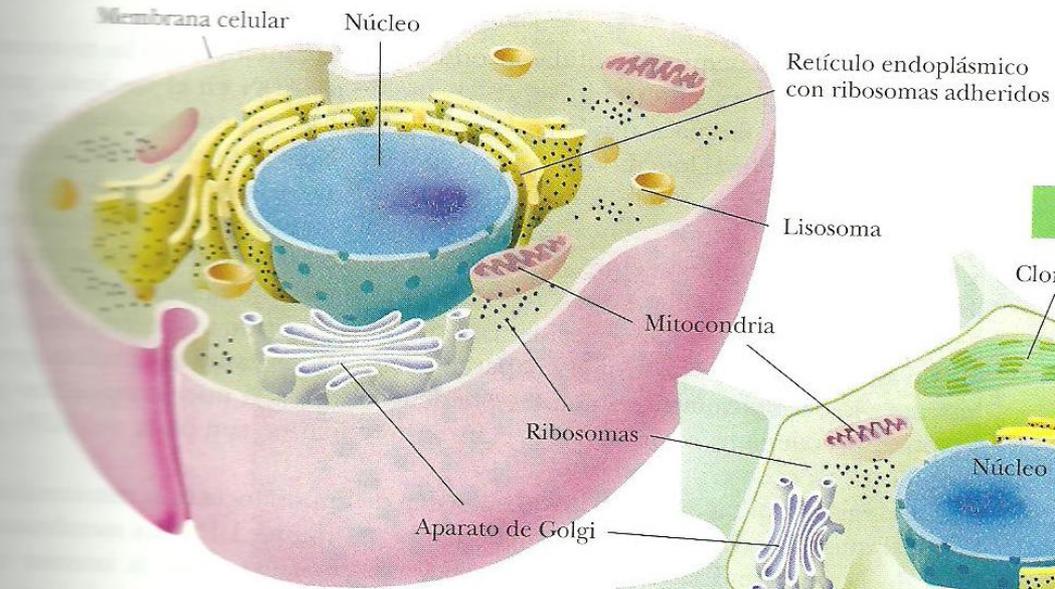
Polinucleótidos

Células:

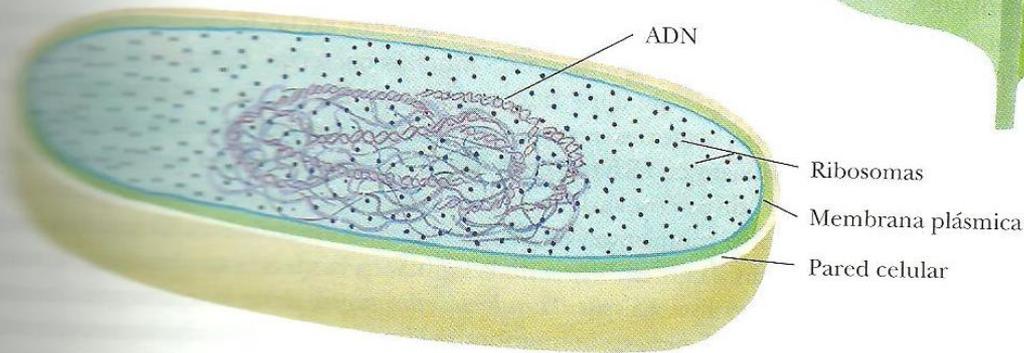
membranas biológicas

Funciones membranas biológicas :

Animal (eucariota)



Célula procariótica



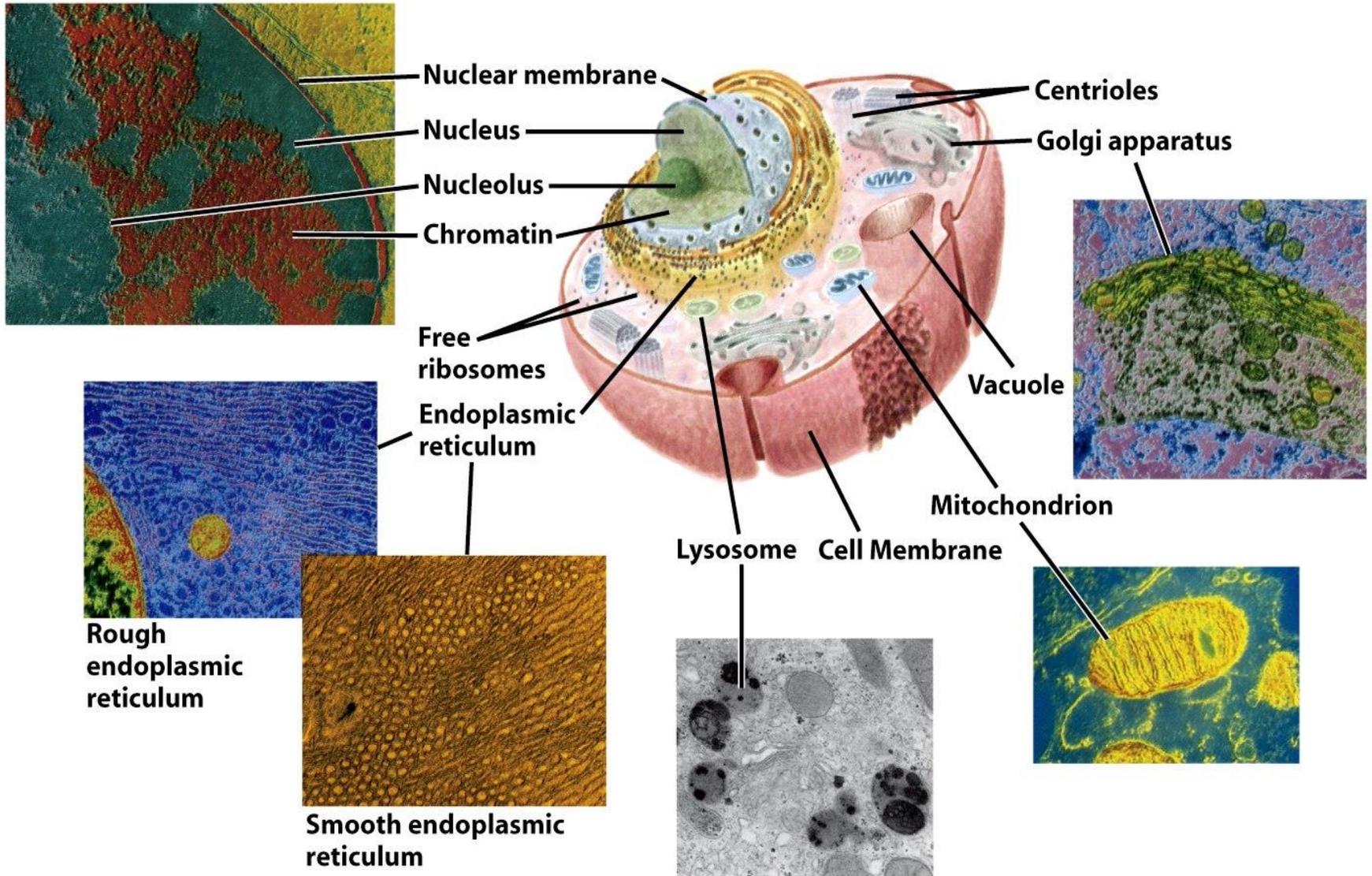


Figure 1-8 Fundamentals of Biochemistry, 2/e

Orgánulos de las células eucariontes. En general los orgánulos están limitados por una membrana simple o doble. No todas las células contienen todos los orgánulos que se mencionan a continuación. Por ejemplo, sólo las células que efectúan fotosíntesis contienen cloroplastos*

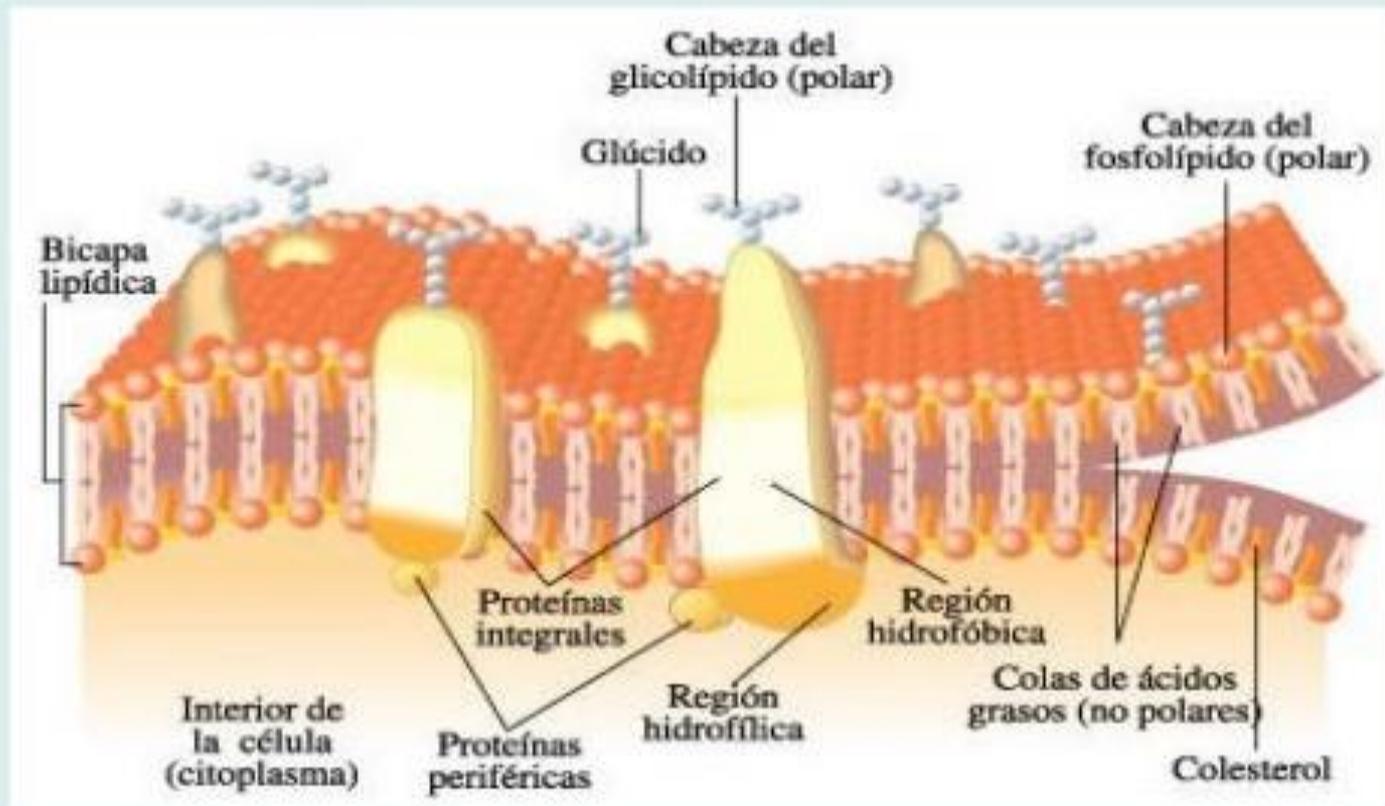
Orgánulo	Función
Núcleo	Transporte de información genética
Retículo endoplásmico	Procesamiento de proteínas
Aparato o "complejo" de Golgi	Secreción
Vesículas secretoras	
Lisosomas	Degradación intracelular
Mitocondrias	Producción de energía
Cloroplastos	Fotosíntesis
Peroxisomas	Generación de H ₂ O ₂
Vacuolas	¿Almacenamiento?
Ribosomas†	Síntesis de proteínas

* Las células no bacterianas y los organismos superiores se llaman eucariontes. Las células bacterianas son procariontes y se denominaron originalmente así porque carecen de núcleo definido. De hecho, no tienen ninguno de los orgánulos rodeados de membranas que se observan en las células eucariontes.

† Los ribosomas no son estrictamente orgánulos porque no tienen una membrana que los rodee. Las bacterias sí tienen ribosomas.

- **El único tipo de macromoléculas biológicas que no tienen naturaleza polimérica, son los lípidos.**
- **Los lípidos los encontramos asociados al concepto membrana.**
- **Las membranas están constituidas por uniones físicas de fosfolípidos con proteínas intercaladas.**
- **No son estructuras fuertes desde el punto de vista mecánico, con uniones químicas, en contraste con la pared celular de células vegetales o bacterias.**

MODELO DE SINGER – NICHOLSON (1972): MODELO DEL MOSAICO FLUIDO.



Modelo de mosaico fluido: las membranas son fluidos bidimensionales donde las proteínas se insertan dentro de bicapas lipídicas.

Enlaces químicos

Enlaces covalentes

Enlace fuerte presente en la mayoría de los compuestos orgánicos.

Los átomos comparten electrones y es alta la energía requerida para romper el enlace.

Enlaces no covalentes

Enlaces y fuerzas distintas del enlace covalente.

Algunas muy fuertes como la atracción iónica y otras muy débiles, como las fuerzas de Van der Waals, dipolo-dipolo inducido o las fuerzas de dispersión de London.

EL AGUA: la vida existe en medio acuoso



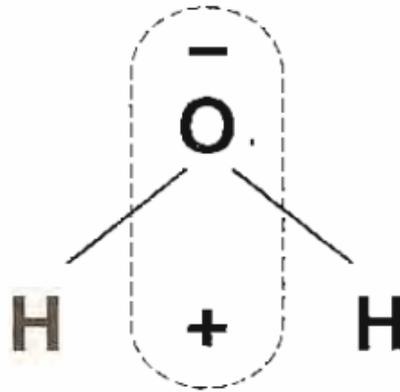
Los elementos simples se combinan de muchas maneras diferentes y complejas a nivel molecular formando pocos tipos de compuestos:

Composición Porcentual en Célula bacteriana.

Agua	70%
Glúcidos	3%
Lípidos	2%
Aa y proteínas	15%
Nucleótidos, RNA y DNA	7%
Moléculas orgánica	2%
Iones inorgánicos	1%

La molécula de agua es polar.

Consta de dos H entrelazados en forma covalente a un átomo de Oxígeno electronegativo.



Entre sus moléculas se forma una red de puentes hidrógeno, comportándose como un polímero físico, no químico, lo que explica sus especiales propiedades.

Disolvente de moléculas polares con las que forma puente H: compuestos con grupos -CO₂, -NH₂, -NH₃, -OH.

Las moléculas no polares son insolubles ya que interrumpen la estructura de puentes hidrógeno del agua sin formar interacciones favorables con la misma.

Enlaces no covalentes débiles en el agua

ENLACES NO COVALENTES DÉBILES EN EL AGUA				
PUENTE DE HIDRÓGENO		PUENTE SALINO	INTERACCIÓN HIDROFÓBICA	
Hidroxilo				Alifáticos Aromáticos
Carbonilo				
Carboxilo (Cualquier ácido protonado)				
Amino				
Amido				

Los iones en solución acuosa van a establecer interacciones electrostáticas o puentes salinos.

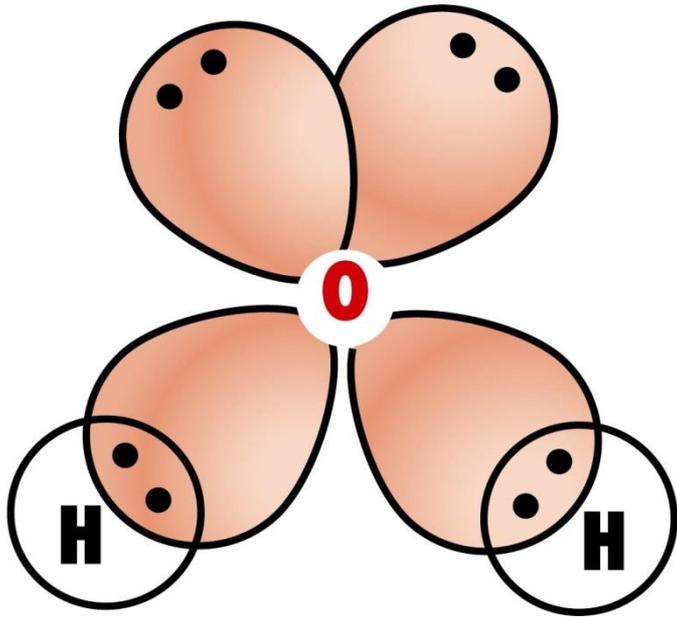
Este tipo de interacción iónica es débil

Hidrofóbico: fobia, odio al agua

Hidrofílico: atracción por el agua

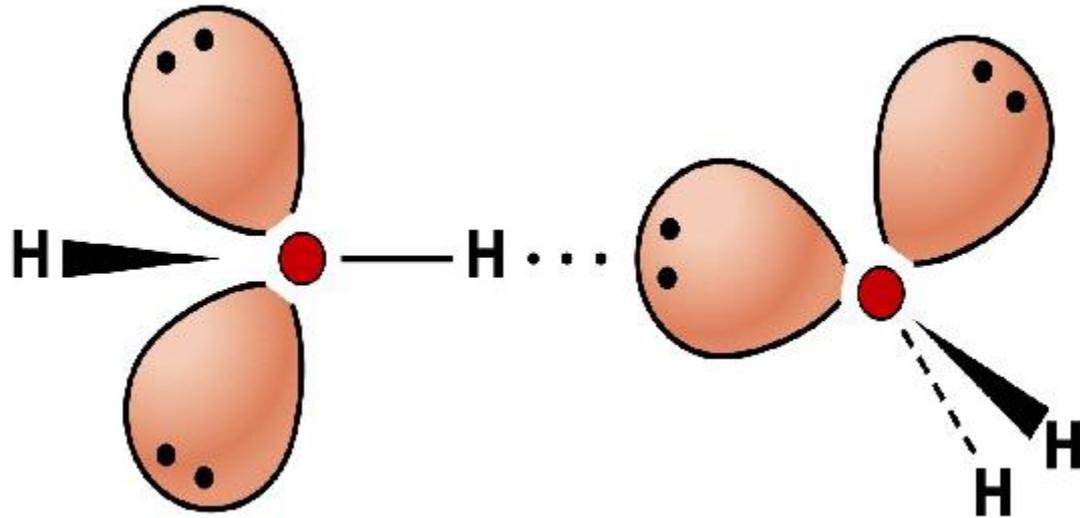
Molécula de agua

Los orbitales sp^3 del Oxígeno están ordenados de manera tetrahédrica.



Puente de hidrógeno en el agua

La fuerza de la interacción es máxima cuando el enlace covalente O-H de la molécula apunta directamente hacia la nube de electrones del par libre de la otra.



El agua como solvente

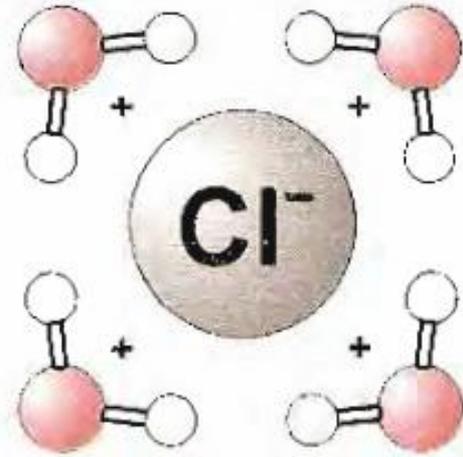
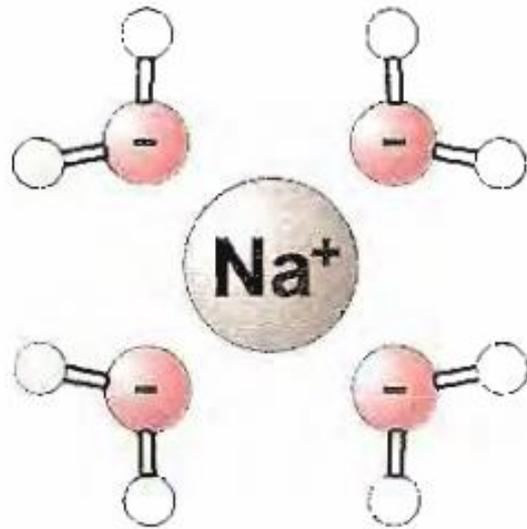
Compuestos iónicos

Las sustancias iónicas son solubles en agua.

Los cristales de compuestos como $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$ tienen una red altamente ordenada, pero cuando se ponen en contacto con agua, los iones se van rodeando con moléculas de agua y terminan por separarse y dispersarse en el solvente.

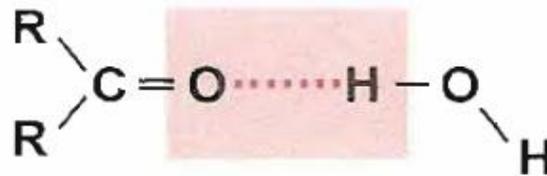
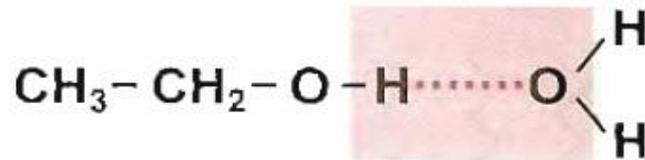
Los cationes Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} (inorgánicos) y amonios $\text{C}-\text{NH}_3^+$ (orgánicos) atraen la zona de carga parcial negativa de las moléculas de agua.

Los aniones Cl^- , HPO_4^{-2} , HCO_3^- (inorgánicos), grupos carboxilato $-\text{COO}^-$ (orgánicos), atraen la zona de carga positiva del dipolo agua.



Compuestos polares no iónicos

Con alcoholes, aldehídos o cetonas el agua puede formar enlaces de hidrógeno con los grupos hidroxilos o carbonilos presentes en esas moléculas facilitando su disolución.



Los compuestos iónico y no iónicos son hidrófilos

Compuestos apolares

Los hidrocarburos (alcanos y alquenos) son APOLARES e insolubles en agua.

Son sustancias hidrófobas y solubles en solventes orgánicos no polares o poco polares (benceno, Cl_4C o Cl_3CH).

Las moléculas apolares pueden ejercer entre sí, atracciones denominadas hidrofóbicas.

Compuestos anfipáticos

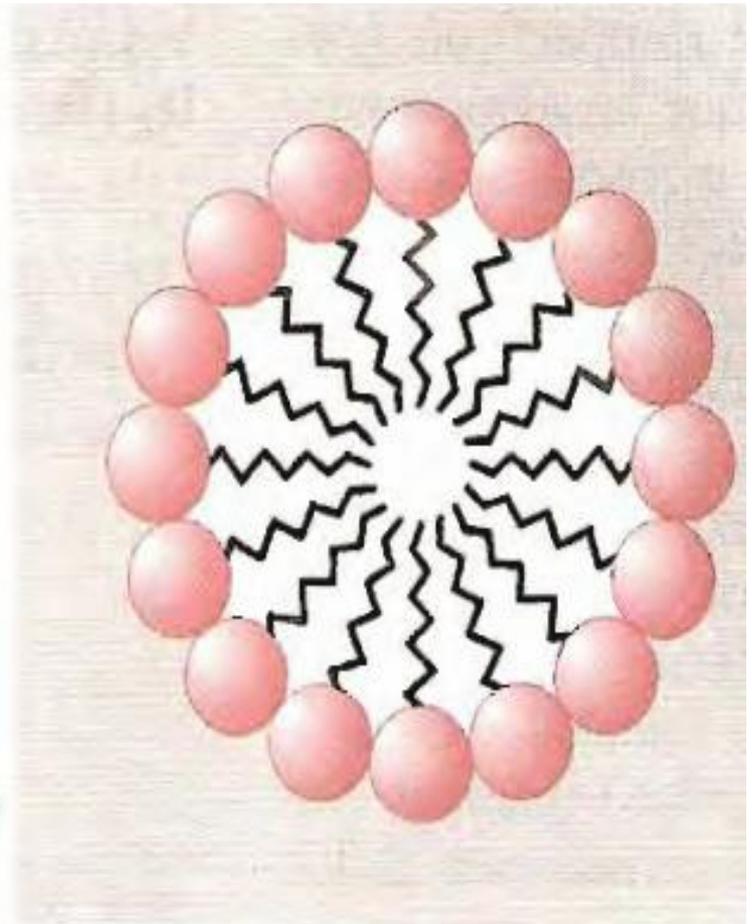
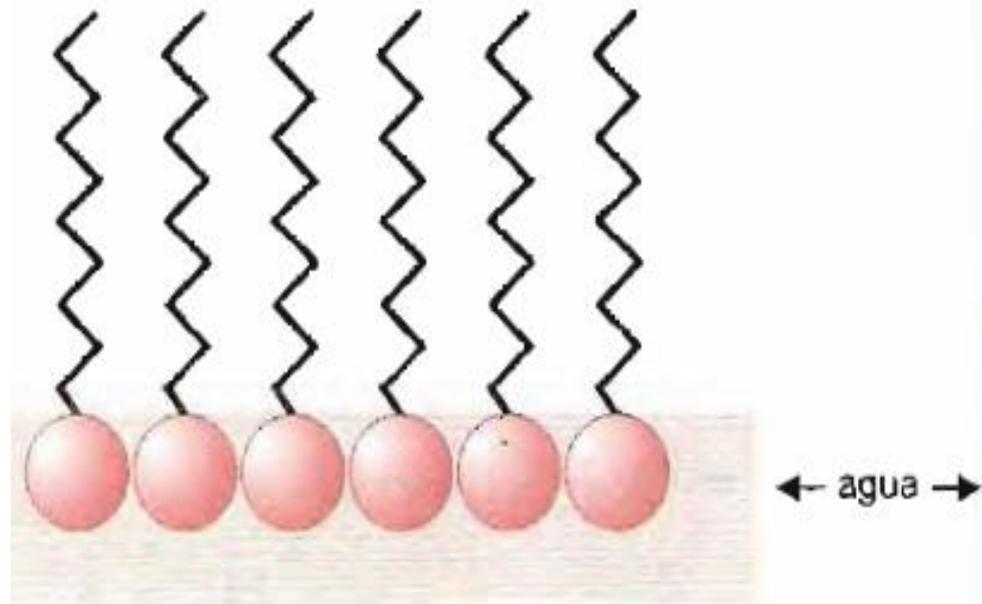
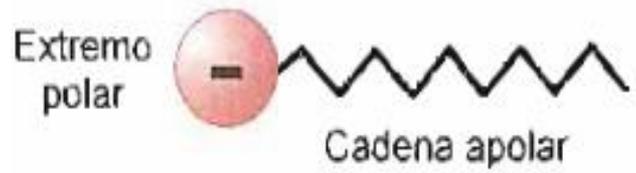
Son sustancias que poseen grupos hidrófobos e hidrófilos en la misma molécula.

Ejemplo:

Los fosfolípidos de las membranas.

Las sales de los ácidos grasos de cadena larga con metales monovalentes (Na^+ o K^+).

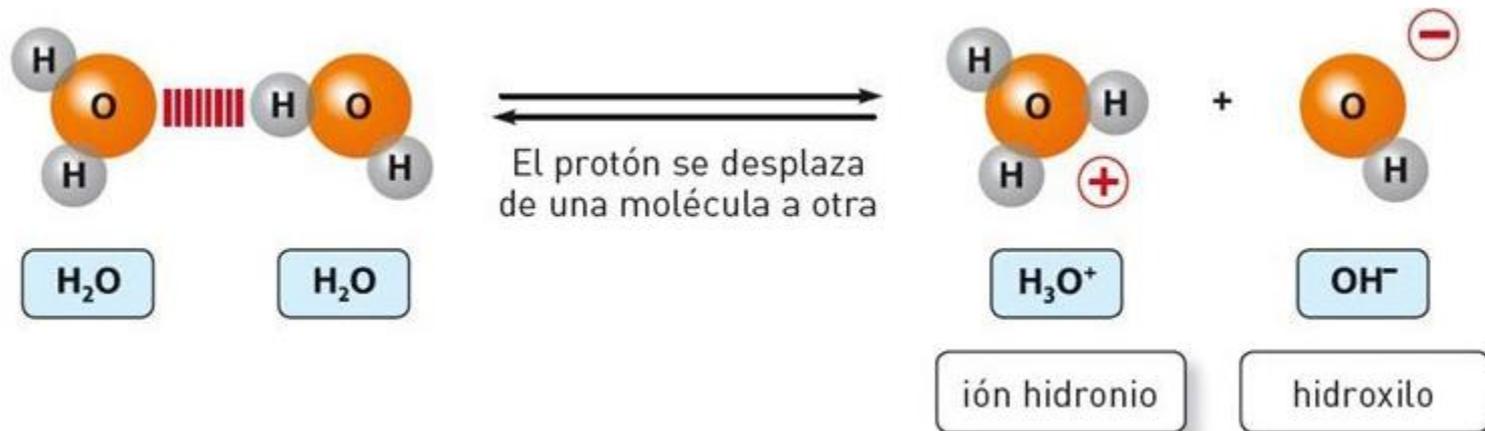
Son sustancias anfifílicas o anfipáticas que, en contacto con agua, se colocan con su parte hidrofílica dirigida hacia la superficie del agua, formando micelas.



- **Concepto de pH**

El pH de una disolución es una medida de la concentración de los protones.

Como los protones reaccionan con el agua para dar iones hidronio, se puede considerar el pH como la concentración de esta ultima especie quimica



Concepto de pH

pH se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones $[H^+]$ o el logaritmo negativo de concentración de H^+ .

En el agua pura a 25 °C $[H^+] = 10^{-7}$

$$\text{pH} = \log 1 / [H^+] = -\log [H^+] = 7$$

$[H^+]$ (M)	pH	$[OH^-]$ (M)	pOH*
10^0 (1)	0	10^{-14}	14
10^{-1}	1	10^{-13}	13
10^{-2}	2	10^{-12}	12
10^{-3}	3	10^{-11}	11
10^{-4}	4	10^{-10}	10
10^{-5}	5	10^{-9}	9
10^{-6}	6	10^{-8}	8
10^{-7}	7	10^{-7}	7
10^{-8}	8	10^{-6}	6
10^{-9}	9	10^{-5}	5
10^{-10}	10	10^{-4}	4
10^{-11}	11	10^{-3}	3
10^{-12}	12	10^{-2}	2
10^{-13}	13	10^{-1}	1
10^{-14}	14	10^0 (1)	0

Los ácidos y las bases son sustancias químicas comunes con las que estamos en contacto habitualmente.

Las células del estómago producen ácidos: El pH de trabajo del estómago es alrededor de 1 (ácido).

El pH en las células del intestino delgado es pH superior a 8,6 (alcalino)

La orina tiene pH alrededor de 6 por lo tanto es ácida.

El pH de la sangre es 7,4 (ligeramente alcalino).

SOLUCIONES AMORTIGUADORAS DE pH o BUFFERS.

Se llaman soluciones amortiguadoras o “buffers” a aquellas que resisten cambios bruscos de pH.

Regulan las desviaciones bruscas de pH por el agregado de un ácido o una base en el medio orgánico o biológico.

En la sangre distinguimos 3 efectos buffers que resisten fluctuaciones de pH en torno al valor de pH fisiológico, entre: 7,0 y 7,4

a) El correspondiente al respiratorio:



b) El correspondiente al óseo:



c) El correspondiente a la contribución de las proteínas de la sangre

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-] \text{ (aceptor de protones)}}{[\text{HA}] \text{ (dador de protones)}}$$