

Cátedra de Biología general

La Química de la vida

Lic. Gestión Ambiental
2016



Contenidos

1. Estructura atómica. Tabla periódica y propiedades de los elementos. Elementos esenciales para la vida. Energía y estados de la materia.
2. Enlaces químicos y moléculas. Iones. Tipos de reacciones químicas. Equilibrio químico. Oxidación y reducción. Ácidos, bases y sales.
3. Características fisicoquímicas del agua y su importancia para la vida.
4. La química del carbono: conceptos básicos de química orgánica. Grupos funcionales. Nomenclatura y diversidad estructural de los compuestos orgánicos. Polaridad.
5. La bioquímica: Definición, estructuras, propiedades y funciones biológicas de las macromoléculas: lípidos, carbohidratos, péptidos y ácidos nucleicos. Pigmentos.

El átomo: somos vacío!

•El átomo es la unidad básica de la materia (una viene idea de griegos, como Demócrito).

•Su tamaño es 10^{-1} metros.

•Se compone de partículas subatómicas:

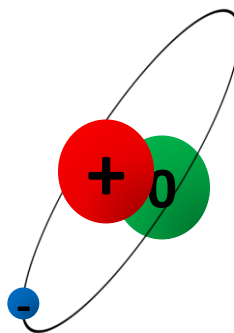
- **Protones** (carga positiva; +)
- **Neutrones** (sin carga; 0)
- **Electrones** (carga negativa; -)

•Los protones y neutrones forman el núcleo, alrededor del cual giran los electrones, que son mucho más chicos (inspiración en el sistema solar).

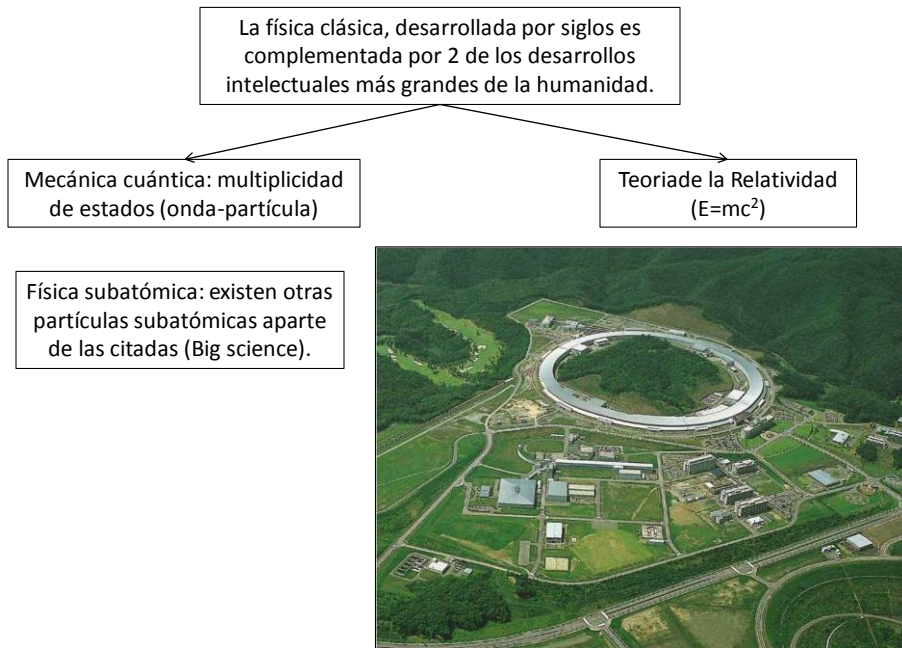
Masa atómica: es la cantidad de protones y de neutrones (1 unidad de masa atómica (amu) = masa de un protón = 1×10^{-27} kg!). La masa de los electrones es insignificante.

Numero atómico: es la cantidad de protones.

Identifica al elemento.



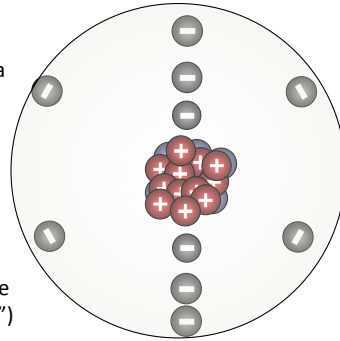
El conocimiento del átomo se ha profundizado enormemente (especialmente a ppios. del s. XX).



Modelo atómico:

Derivado principalmente de estudios de Bohr y Schrödinger.

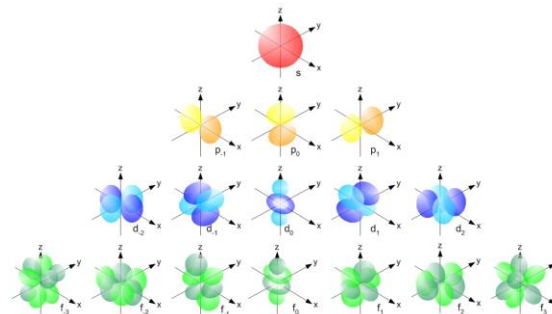
- Los electrones no son simples partículas sino ondas de materia cuya función matemática representa la probabilidad de presencia en una región delimitada del espacio llamada orbital.
- Electrones se mueven alrededor del núcleo en orbitales definidos (cuantizados).
- Hay una energía asociada a cada orbital. Los orbitales de menor energía forman una capa. Cuanto más externa es una capa, más energética (cargas opuestas se atraen).
- Si el electrón cae a una órbita de menor energía, ese exceso de energía sale como "luz" (radiación). Para que salte a una órbita de mayor energía, tiene que absorber una cantidad de energía ("luz") equivalente (un cuanto).



Niels Bohr
(1885-1962)



Erwin
Schrödinger
(1887-1961)



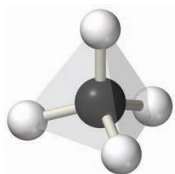
4

Enlaces covalentes

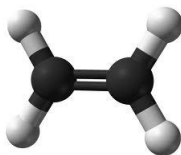
Formulas químicas:

Formula molecular: H_2O

Formula estructural: $\text{H}-\text{O}-\text{H}$



Metano
(Tetraedro)



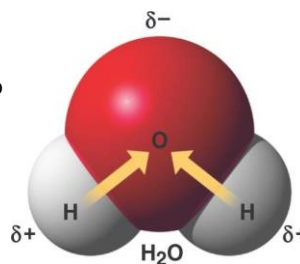
SCIENCEPHOTOLIBRARY

Tipos de enlaces covalentes:

Según se compartan 1, 2 o 3 pares de e^- entre los dos átomos, los enlaces covalentes pueden ser simples, dobles o triples. Se representan con líneas simples, dobles o triples en las formulas estructurales.

Polaridad:

La capacidad de un átomo de atraer y retener los electrones se llama electronegatividad. Cuando se forma un enlace entre 2 elementos de distinta electronegatividad, los electrones se van a compartir desigualmente y “van a estar más cerca” (simplificando cuestiones cuánticas) del átomo más electronegativo. Esto es un enlace covalente polar pues alrededor del átomo más electronegativo hay más carga – y más carga + en torno al otro. Cuando no hay diferencia de electronegatividad entre los átomos de un enlace, esta es no-polar.



Reacciones químicas



Azúcar

Oxígeno

Dióxido de
carbono

Agua

Reactivos

Productos

Sentido de la reacción: Las reacciones ser irreversibles (los productos no pueden regenerar el sustrato) o reversibles (proceden en ambos sentidos).

Energética: Las reacciones pueden ser exergónicas o endergónicas, según liberen o consuman energía.

Equilibrio químico: Estado en el cual las concentraciones de reactivos y productos no varían en el tiempo. Los sistemas biológicos tienden hacia el equilibrio porque es el estado más estable, pero en general no lo alcanzan sino que llegan a un estado estacionario (homeostasis).

Reacciones Redox: una sustancia cede electrones (se “oxida”) y otra captura esos electrones (se “reduce”). Este movimiento de electrones implica transferencia de cargas y de energía. La respiración y la fotosíntesis se basan en reacciones redox.



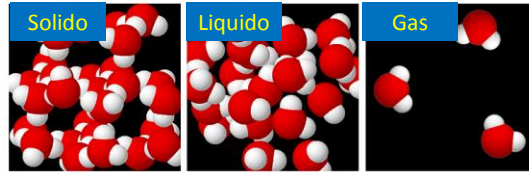
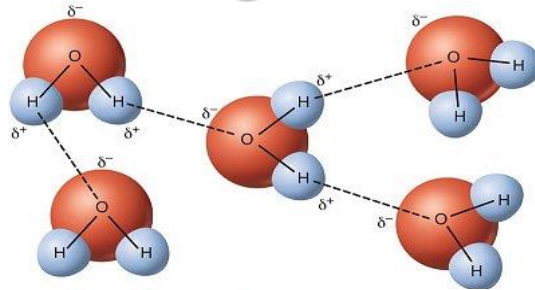
Agua: somos agua!

3/4 partes del planeta están cubiertas por agua.

El agua representa 50-95% del peso de los seres vivos.

Las moléculas de agua son polares y se asocian entre si mediante Puentes de Hidrogeno. Son uniones débiles, por atracción electrostática. Sin embargo, al ser tan numerosos llegan a tener mucha fuerza y determinan las características del agua.

- Alta tensión superficial (resistencia a aumentar su superficie).
- Alta capilaridad (debido a la tensión).
- Alto calor específico (no cambia de temperatura tan fácilmente).
- Gran calor de vaporización (la evaporación de agua produce enfriamiento).
- Mayor densidad en estado líquido que en el sólido (el hielo flota!).E
- Poderoso disolvente (disgrega fácilmente sustancias iónicas o polares que están en estado sólido).



Ácidos y bases...Sales!

El agua tiene una ligera tendencia a ionizarse: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

ATENCIÓN: Estas definiciones no son del todo correctas, son una simplificación!

Acido: sustancia que produce un aumento en la cantidad de H^+ en una solución (mezcla de agua con otra/s sustancias disueltas).

Acido $\rightarrow \text{H}^+ + \text{anión}$ (ion negativo)

Base: Sustancia que produce un aumento en la cantidad de OH^- (hidroxilos) en una solución. Son aceptores de protones.

Base $\rightarrow \text{OH}^- + \text{catión}$ (ion positivo)

$\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Sales:

Se componen de un anión y un catión. Derivan de la reacción de un ácido con una base.

$\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$

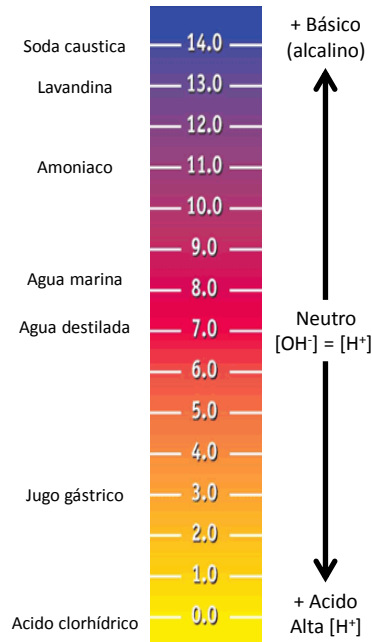
Las sales se disuelven bien y componerse de iones, conducen la electricidad.

pH:

Forma más popular de expresar la acidez de una solución.

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

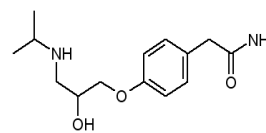
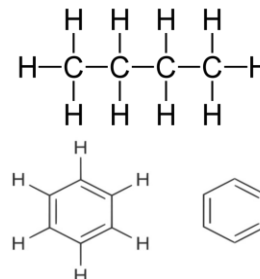
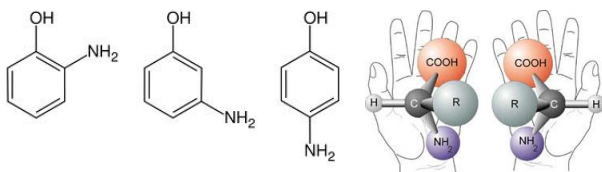
Los organismos tienen sustancias en sus fluidos que regulan el pH (buffers)



Química orgánica: somos Carbono!

Los compuestos orgánicos contienen átomos de carbono, unidos covalentemente entre si y con hidrogeno. Aparte pueden tener N, O, P, S, etc.

Hay compuestos inorgánicos que pueden tener C (ej. El carbonato del mármol) pero no tienen un esqueleto de C, no derivan de organismos y no son combustibles (la distinción no es tan simple). Isómeros: son sustancias con igual formula molecular pero diferente estructuras.

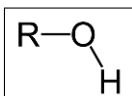


Hidrofobicidad (=lipofilicidad) e Hidrofilicidad (CONCEPTO CLAVE):

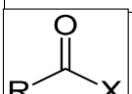
Los compuestos hidroficos son poco polares y no se disuelven bien en el agua. Los hidrofílicos son polares y muy solubles. El grado de hidrofobicidad de una sustancia es clave para la vida.

Grupos funcionales orgánicos

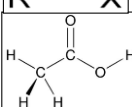
Son estructuras submoleculares que le confieren a la molécula sus características más importantes.



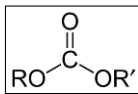
•Hidroxilo: característico de los alcoholes. Ej. Etanol (alcohol medicinal)



•Carbonilo: característico de aldehídos y cetonas. Ej. Formol (antiguo anestésico), Azúcares.



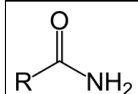
•Carboxilos: característico de los ácidos orgánicos. Muy polar. Ej. Ácido acético (vinagre), ácidos grasos.



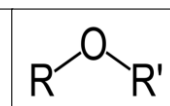
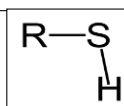
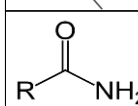
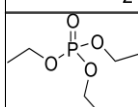
Ester: Unión de un ácido graso con otro compuesto. Ej.

Acetato de etilo (quitaesmalte)

Amino: característico de las aminas. Ligeramente básico. Ej. Aminoácidos, anilina.



Fosfato: característicos de los organofosfatos. Ligeramente ácidos. Ej. Fosfolípidos, ATP.



Muchos otros:

Sulfhidrilo, éter, amida, benzilo, fenilo, nitrilo, cianuro, nitro, imina, tio, pirrol, etc...

Polímeros:

"Muchas-Partes" Son grandes moléculas formadas por la unión covalente de repetidas unidades estructurales.

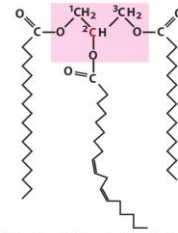
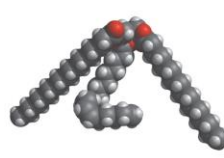
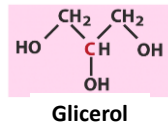


Glicerolipidos

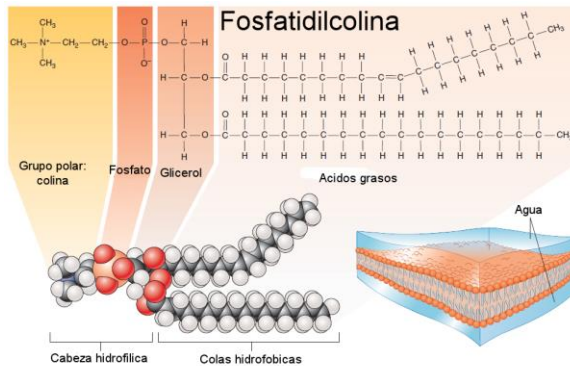
Acilgliceridos:

Esteres de glicerol con 1 a 3 ácidos grasos (mono-, di- y triglicéridos).

Los ácidos grasos (así como proteínas y azúcares en exceso) se acumulan como triglicéridos (muy hidrofóbicos).



1-Stearoyl, 2-linoleoyl, 3-palmitoyl glycerol, a mixed triacylglycerol



Fosfolípidos:

Diglicérido unido a un grupo fosfato que a su vez está unido a un grupo orgánico polar.

Anfipáticos (una parte de la molécula es hidrofóbica (los ácidos grasos), otra es hidrofílica (el grupo polar y el fosfato)).

Interactúan con el agua formando micelas y bicapas: forman las membranas celulares.

Pueden “disolver” otros lípidos en agua.

Y más lípidos

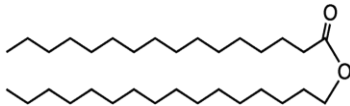
Esteroles:

Alcoholes con esqueleto de ciclopentano perhidro fenantreno (4 anillos).

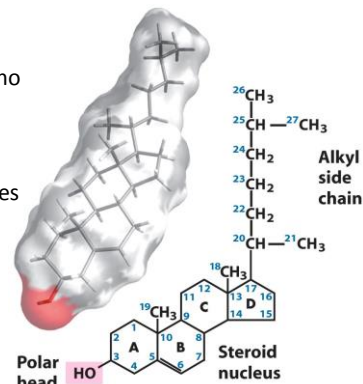
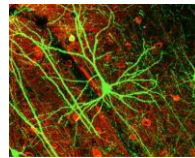
Son rígidos y tienen diferentes cadenas laterales.

El colesterol es un constituyente de la membrana.

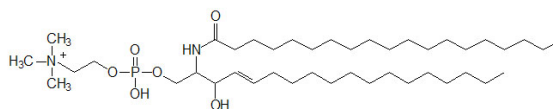
Hay muchos derivados, a veces sin grupo hidroxilo: esteroides (ácidos biliares, hormonas esteroides)



Ceras: ester de ácidos grasos y alcoholes grasos. Función estructural y protectora

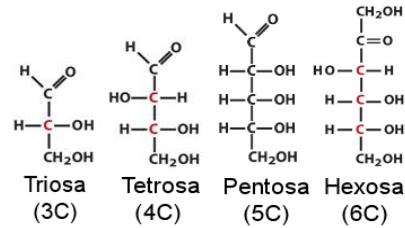


Esfingolípidos: Se componen de una ceramida (ácido graso + esfingosina) unida a un grupo polar. La mielina es un componente fundamental de las neuronas por ser aislante eléctrico. Pueden combinarse con azúcares y formar glucolípidos

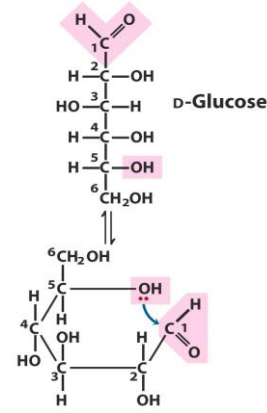


Carbohidratos (azucares)

- También llamados glúcidos o hidratos de carbono.
- Son polihidroaldehydos (carbonilo en el extremo de la molécula) o polihidroxicetonas (carbonilo en el medio).
- Tienen la fórmula $(CH_2O)_n$ donde n va de 3 a 7.
- Monosacáridos: azúcares simples. Tienen un carbono carbonílico (C=O) y el resto con un hidroxilo (OH-) cada uno.



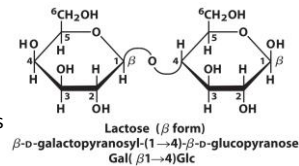
- Las hexosas (6C) suelen cerrarse formando un anillo (son cíclicas).
- Glucosa (6C) es el monosacárido más importante. Es fuente de energía y sirve para producir otros compuestos. Una gran parte de los procesos bioquímicos de los organismos está dedicada a la regulación de la glucosa.



Azúcares: Polisacáridos

Los monosacáridos pueden unirse formando polímeros (di, tri, o polisacáridos). Entre los disacáridos está la sucrosa (azúcar común), maltosa y lactosa.

Los monosacáridos se unen mediante enlaces glucosídicos (son enlaces covalentes), quedando un átomo de O entre ellos.



Almidón



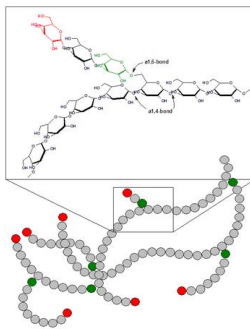
Celulosa



Glucógeno



Quitina



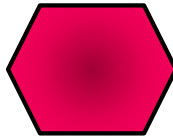
Guanaco
(*Lama guanicoe*)



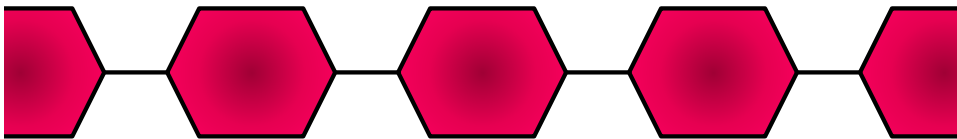
- Los polisacáridos son importantes fuentes de energía para los organismos (almidón, glucógeno). Además tiene funciones estructurales (celulosa, quitina) pueden ser muy grandes (miles de monómeros y de estructuras muy complejas (ramificados). Pueden ser muy resistentes a la descomposición, pero hay bacterias y hongos especializados para destruirlos.
- Tienen muchos hidroxilos, por lo cual son muy polares e hidrofílicos (CONCEPTO CLAVE).
- Pueden estar combinados con otras macromoléculas (Glicoproteínas y glucolípidos).

Azucres = Carbohidratos = Glúcidos

Monosacáridos

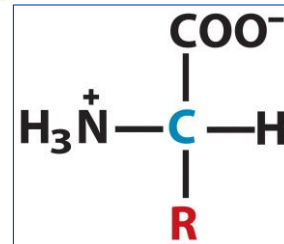


Polisacáridos (= muchos monosacáridos unidos)

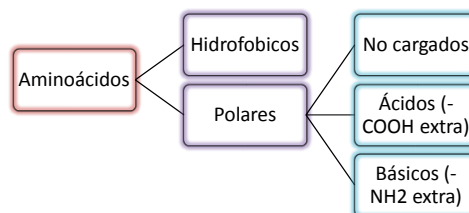


Proteínas: Aminoácidos y Péptidos

- Los péptidos son polímeros de aminoácidos.
- Aminoácidos (aa): moléculas orgánicas con un grupo amino ($-NH_2$) y un carboxilo ($-COOH$) unidos al mismo C.
- Hay 20 aa formando las proteínas, identificados con un código de 3 letras, y otros que no suelen estar en ellas.
- Son iones dipolares ($-COO^-$ y NH_3^+).



Los aminoácidos se unen mediante una unión covalente C-N llamada enlace peptídico, formando péptidos.



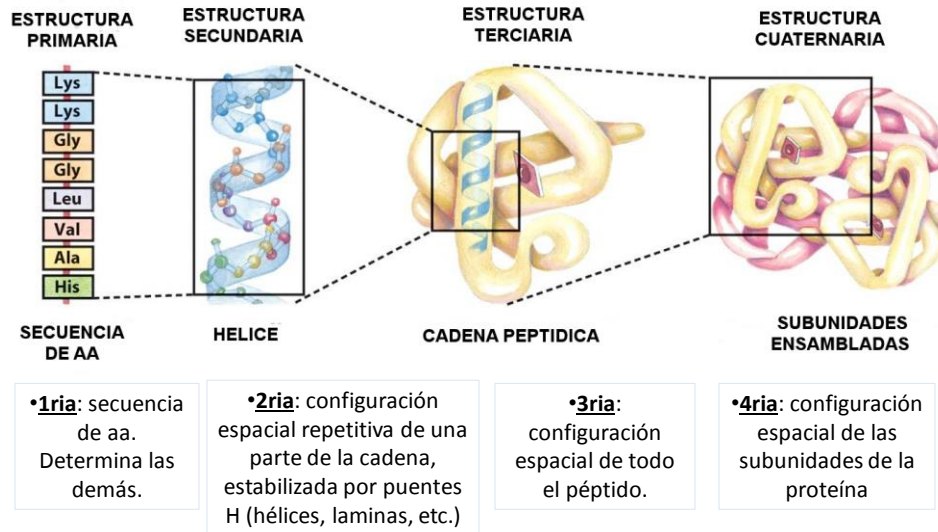
Proteínas

Son macromoléculas compuestas de 1 o + péptidos, de gran tamaño.

Funciones: enzimas, motiles, defensa, transporte, almacenamiento, estructurales, control de genes, osmótica

•La proteína puede tener 2 o + péptidos (= subunidades).

•4 niveles de organización de las proteínas o "Estructuras":



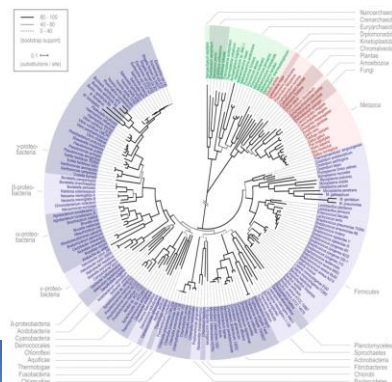
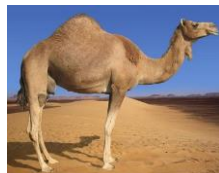
•Las estructuras de las proteínas determinan su función, tienen que estar bien plegada para funcionar.

•Muchas proteínas cumplen sus funciones realizando cambios de conformación (CONCEPTO CLAVE) entre 2 o + configuraciones estructurales (ej. Estado activo e inactivo)

•Las proteínas pueden ser MUY específicas, reaccionando de manera muy diferente a moléculas muy similares

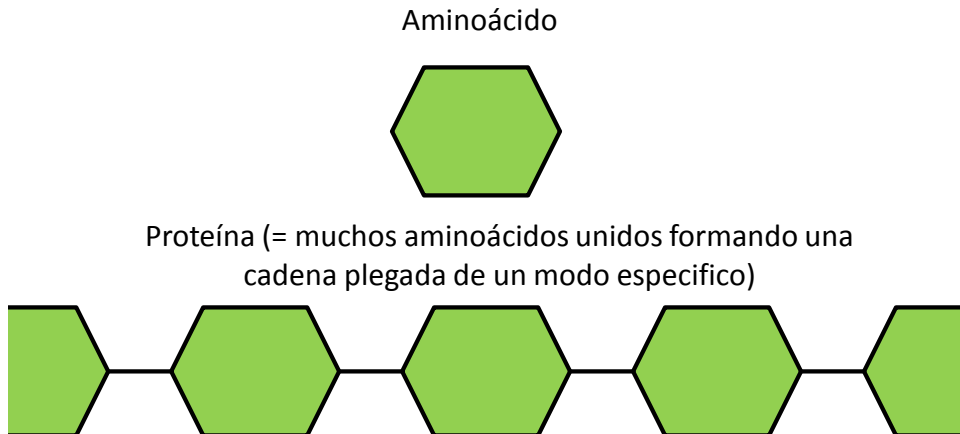


Son MUY sensibles, leves cambios en cualquier nivel de estructura puede alterar o anular su función:
desnaturalización (Cambios de T°, pH o concentración iónica).
Cada proteína suele tener un pH y T° óptimos para su función y solubilidad.



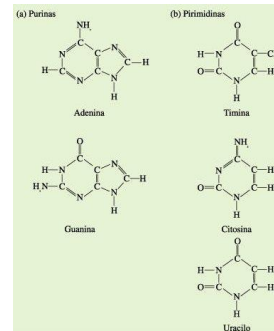
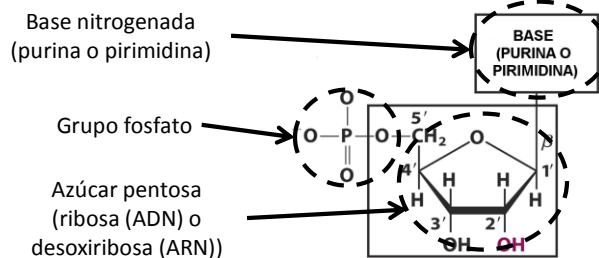
Una misma proteína cambia de una especie a otra, por lo que la secuencia proteica ayuda a estudiar la evolución y clasificación de los organismos

Péptidos \approx Proteínas = Polipéptidos



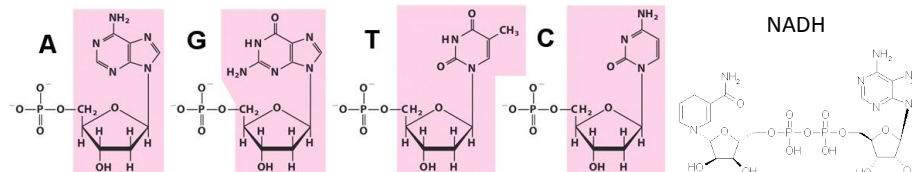
Bases nitrogenadas y Nucleótidos

Nucleótidos = azúcar + base nitrogenada + grupo fosfato.



Purinas: adenina (A) y guanina (G)

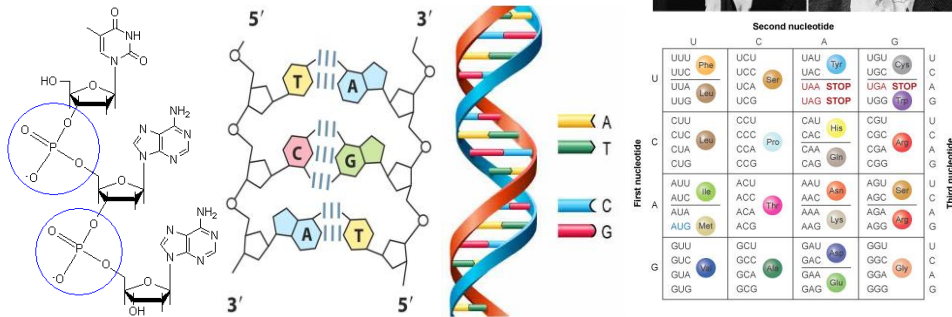
Pirimidinas: citosina (C), timina (T, solo ADN) y uracilo (U, solo ARN)



Nucleótidos tienen funciones biológicas importantes. ATP (adenina + ribosa + 3 fosfatos) es la moneda energética de la vida, nicotinamida adenina dinucleótido (NADH) es una molécula crucial en procesos de transferencia de energía (aceptor de e⁻).

Acidos nucleicos: la información biológica

Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos unidos por enlaces fosfodiéster. El ARN consta de una sola cadena. El ADN tiene dos cadenas apareadas por puentes de H y enroscadas en doble hélice. Los nucleótidos de una cadena no se aparean con cualquier otro de la cadena opuesta, sino que solo se unen A-T (2 puentes) y C-G (3 puentes). Por ende, las cadenas son complementarias entre sí.



El ADN contiene la información de todo el organismo, y sirve para elaborar cada uno de sus componentes (esp. proteínas). Es la base de la evolución, pues permite propagar esa información a la descendencia.

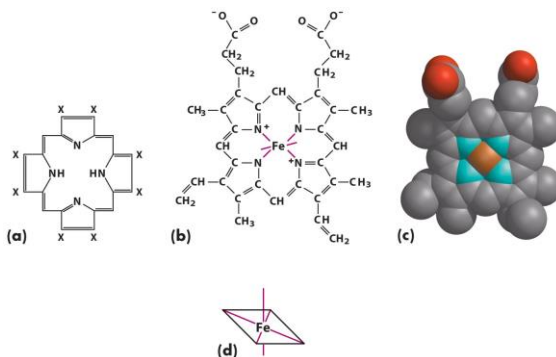
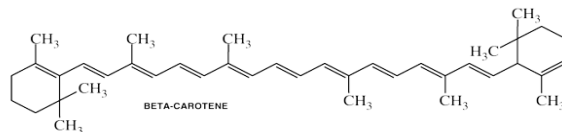
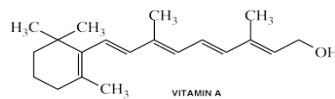
El código genético tiene las combinaciones de nucleótidos que simbolizan cada uno de los aa.

Pigmentos

Moléculas que absorben luz activamente en el rango UV-Visible especialmente.

Son muy importantes en procesos biológicos de transferencia de energía.

Isoprenoides: Vitamina A y carotenos. Intervienen en fotosíntesis y en la visión



Porfirinas: Compuestos cíclicos nitrogenados. Los N del centro de la molécula pueden formar enlaces con un átomo de un metal. Son cruciales para la vida: están en los pigmentos respiratorios (hemoglobina) y fotosintéticos.