Cátedra de Biología general

La Química de la vida

Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE

Lic. Gestión Ambiental

2018

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!

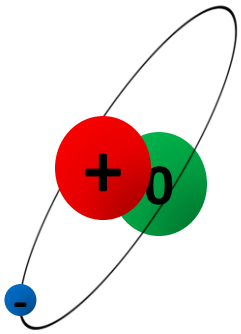
•El átomo es la unidad básica de la materia (una viene idea de griegos, como Demócrito).
•Su tamaño es 10^{-1} metros.
•Se compone de partículas subatómicas:

- **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).

La física clásica, desarrollada por siglos es complementada por 2 de los desarrollos intelectuales más grandes de la humanidad.

Mecánica cuántica: multiplicidad de estados (onda-partícula)

Teoriade la Relatividad ($E=mc^2$)

Física subatómica: existen otras partículas subatómicas aparte de las citadas (Big science).

Modelo atómico:

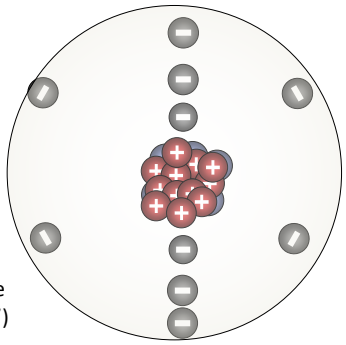
Derivado principalmente de estudios de Bohr y Schrödinger.

•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).

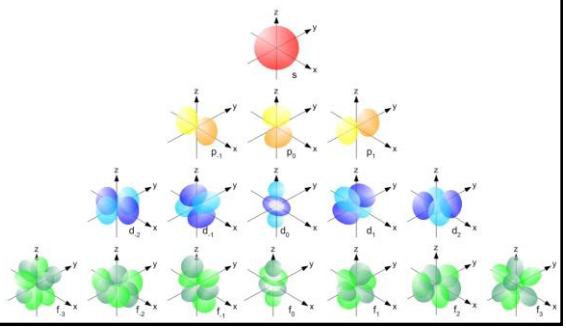
•Hay una energía asociada a cada orbital. Los orbitales de = energía forman una capa. Cuanto más externa es una capa, más energética (cargas opuestas se atraen).

•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)

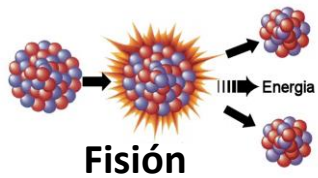
Erwin Schrödinger (1887-1961)



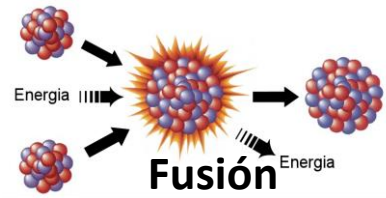
De donde vienen los elementos?

- El Hidrogeno y el Helio se originaron primordialmente en el Big-Bang.
- Los elementos del Carbono al Hierro surgieron en las estrellas por fusión.
- Los elementos más pesados que el Hierro se forman en las supernovas.
- El hombre ha creado elementos sintéticos

Los átomos pueden sufrir fenómenos de Fusión y Fisión



Fisión



Fusión

La tabla periódica

Periodo (fila): Elementos con = numero de capas electrónicas.

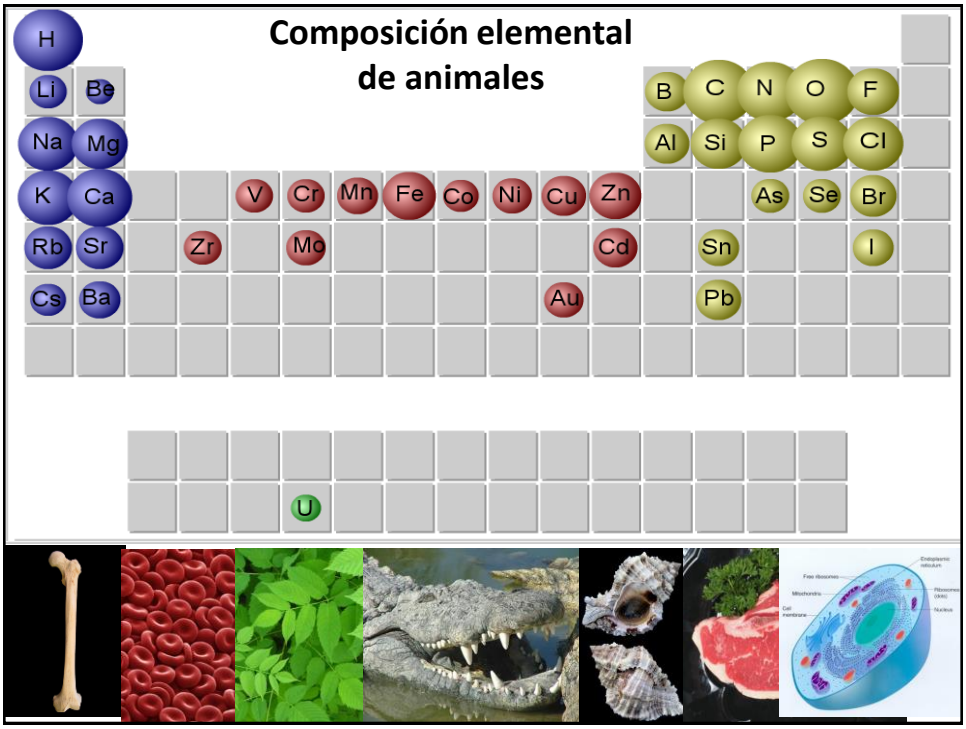
Grupo (columna): elementos con similar configuración de sus capas más externas.

Cada nube u orbital puede tener hasta 2 electrones.
La capa más externa del átomo es la capa de valencia.
Los átomos tienden a completar su capa de valencia tomando, cediendo o compartiendo e-

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	** 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
** 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

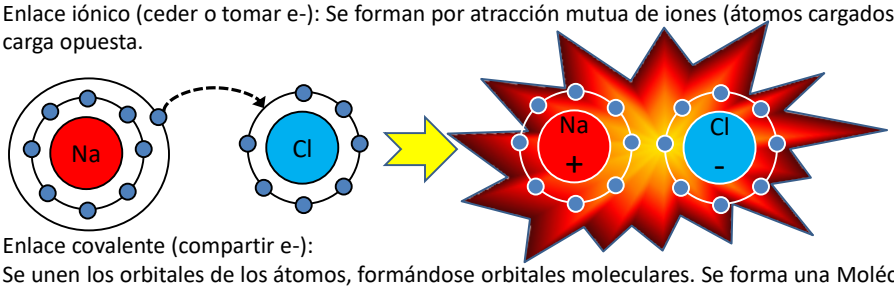
Composición elemental de animales



Enlaces y moléculas

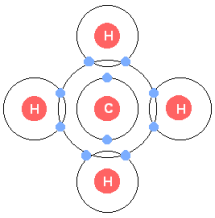
Los compuestos químicos se forman al establecerse enlaces entre 2 o + átomos.

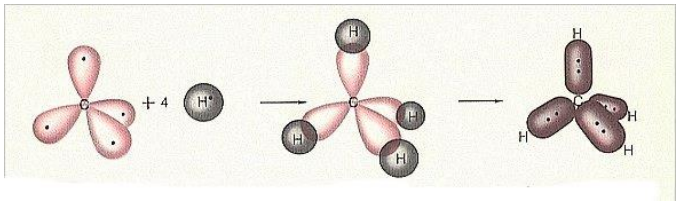
Enlace iónico (ceder o tomar e-): Se forman por atracción mutua de iones (átomos cargados) de carga opuesta.



Enlace covalente (compartir e-):

Se unen los orbitales de los átomos, formándose orbitales moleculares. Se forma una Molécula.





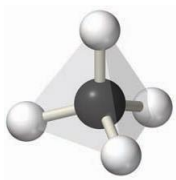
El carbono, al tener 4 e^- desapareados en su capa de valencia tiende a enlazar covalentemente.

1 Mol= 6 x 10^{23} moléculas. Mas fácil, un mol es el equivalente en gramos de la masa molecular (que es la suma de las masas de cada uno de los átomos de la molécula).

Concentración: Indica que tan abundante es una sustancia. Es la relación entre soluto y solvente. Generalmente: masa/volumen (ej. 1 gramo de azúcar por litro; 0,3 moles de amoniaco por litro)

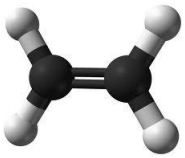
Enlaces covalentes

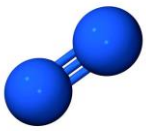
Formulas químicas:
Formula molecular: H_2O
Formula estructural: H—O—H



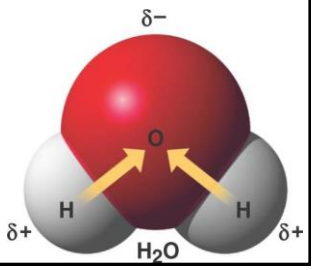
Metano
(Tetraedro)

Tipos de enlaces covalentes:
Según se comparten 1, 2 o3 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

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_20 + \text{ENERGIA}$$

Azúcar — Oxigeno — 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 exergo nicas o endergonicas, según liberen o consuman energía.

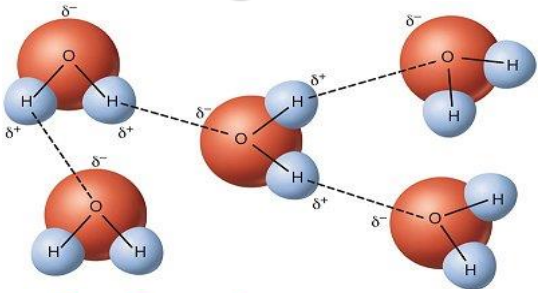
Equilibrio químico: Estado en el cual las concentraciones de reactivos y productos no varían en el tiempo. Los sistemas biológicos tienden hacia el equilibrio porque es el estado más estable, pero en general no lo alcanzan sino que llegan a un estado estacionario (homeostasis).

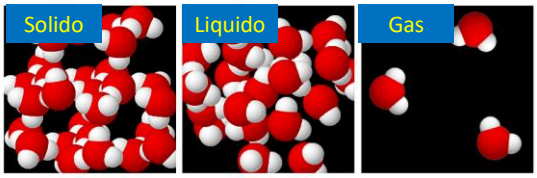
Reacciones Redox: una sustancia cede electrones (se "oxida") y otra captura esos electrones (se "reduce"). Este movimiento de electrones implica transferencia de cargas y de energía. La respiración y la fotosíntesis se basan en reacciones redox.

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 especifico (no cambia de temperatura tan fácilmente).
- Gran calor de vaporización (la evaporación de agua produce enfriamiento).
- Mayor densidad en estado liquido 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: $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

ATENCION: 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 → H^+ + anión (ion negativo)

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

Base → OH^- + catión (ion positivo)

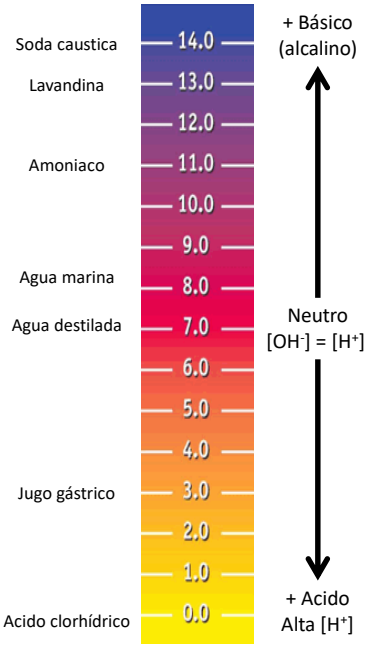
$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$

Sales:
Se componen de un anión y un catión. Derivan de la reacción de un acido con una base.

$KOH + HCl \rightarrow H_2O + KCl$

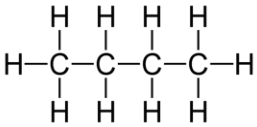
Las sales se disuelven bien y componerse de iones, conducen la electricidad.

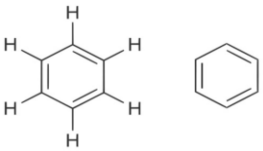
pH:
Forma más popular de expresar la acidez de una solución.
$pH = -\log [H^+]$
Los organismos tienen sustancias en sus fluidos que regulan el pH (buffers)

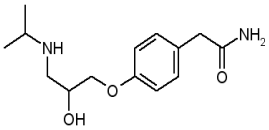


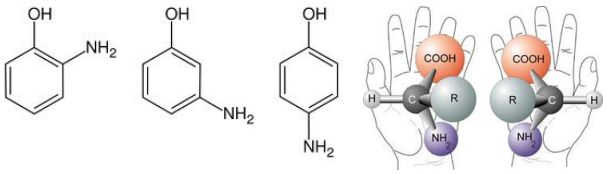
Química orgánica: somos Carbono!

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.





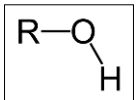


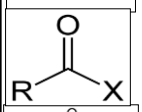


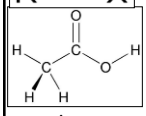
Hidrofobicidad (=lipofilicidad) e Hidrofilicidad (CONCEPTO CLAVE): Los compuestos hidroficos son poco polares y no se disuelven bien en el agua. Los hidrofilicos son polares y muy solubles. El grado de hidrofobicidad de una sustancia es clave para la vida.

Grupos funcionales orgánicos

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

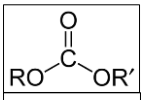


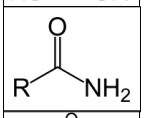


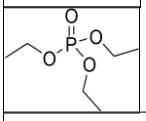


•Hidroxilo: característico de los alcoholes. Ej. Etanol (alcohol medicinal)
•Carbonilo: característico de aldehídos y cetonas. Ej. Formol (antiguo anestésico), Azucares.
•Carboxilos: característico de los ácidos orgánicos. Muy polar. Ej. Acido acético (vinagre), ácidos grasos.

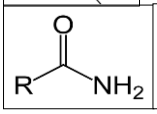
Muchos otros:
Sulfhidrilo, éter, amida, benzilo, fenilo, nitrilo, cianuro, nitro, imina, tio, pirrol, etc…

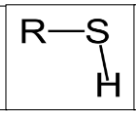


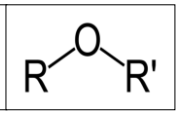




Ester: Unión de un acido graso con otro compuesto. Ej. Acetato de etilo (quitaesmalte)
Amino: característico de las aminas. Ligeramente básico. Ej. Aminoácidos, anilina.
Fosfato: característicos de los organofosfatos. Ligeramente ácidos. EJ. Fosfolipidos, ATP.



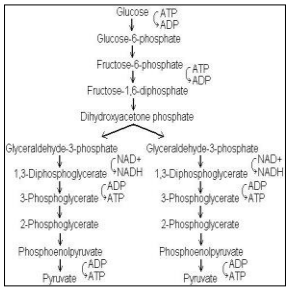


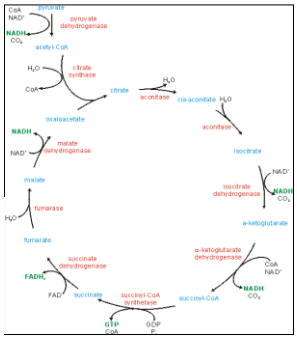


Polímeros:
"Muchas-Partes" Son grandes moléculas formadas por la unión covalente de repetidas unidades estructurales.

Bioquímica: la química de la vida

Estudio de los procesos químicos que ocurren en los seres vivos.
Biomoleculas: moléculas producidas por los seres vivos.
Macromoléculas: biomoleculas de gran masa. No suele usarse en su sentido estricto y en general refiere a los lípidos, carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos.
La Bioquímica estudia las biomoleculas, principalmente las macromoléculas, las reacciones en las que intervienen y su catálisis, la transferencia y conservación de la información química, y la metodología para estudiar todo esto.
En los organismos las reacciones químicas ocurren encadenadamente: rutas bioquímicas. (ej. Producción de azúcar). Pueden ser lineales, ramificadas, cíclicas, espiraladas. Etc.
Anabolismo: rutas de síntesis (producción). Consumen energía.
Catabolismo: rutas de degradación (destrucción). Producen energía.
También hay rutas que solo generan energía.



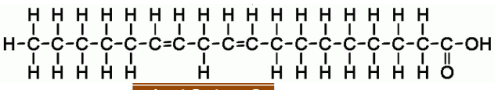


La enzimas son sustancias que catalizan las reacciones (es decir, hacen que ocurran más rápido) y son uno de los pilares de la vida!

Lípidos (grasas y aceites)

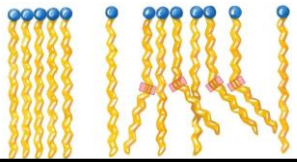
•Grupo heterogéneo de moléculas orgánicas solubles en solventes orgánicos (ej. Cloroformo, hexano) y poco solubles en agua (hidrofobicos).
•Principalmente C y H, baja proporción de otros elementos (O, N, S, etc.)
•Funciones estructurales, energéticas y de señalización.
•Liberan mucha energía y se almacenan en seco: principal fuente energética animal.

•Ácidos grasos: ácidos carboxílicos (-COOH) de cadena larga, (en gral. 14-24C), en gral. lineal.



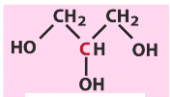
cis 18:1ω-9

•El enlace covalente simple C-C tiene siempre el mismo largo y angulo. Al alinearse los ácidos en paralelo se establecen muchas débiles uniones electrostáticos entre ellos (interacciones de Van de Waals), confiriéndoles solidez.
•Los dobles enlaces son llamados insaturaciones. Cuanto más "insaturado" (es decir más dobles enlaces y menos H) tenga un acido graso, más fluido será (CONCEPTO CLAVE).
•El doble enlace (C=C) se establece a un ángulo diferente del simple y hace que se tuerza la cadena → ácidos insaturados no se alinean paralelos y establecen menos uniones Van der Waals → más fluidos. + más insaturado, + saludable (- riesgo cardiovascular).
•El doble enlace es rígido y existe en 2 configuraciones: cis y trans

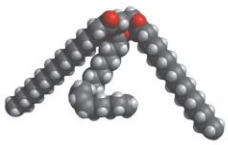


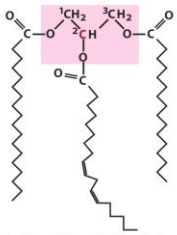
Glicerolipidos

Acilgliceridos:
Esteres de glicerol con 1 a 3 ácidos grasos (mono-, di- y triglicéridos).
Los ácidos grasos (así como proteínas y azucares en exceso) se acumulan como triglicéridos (muy hidrofobicos).

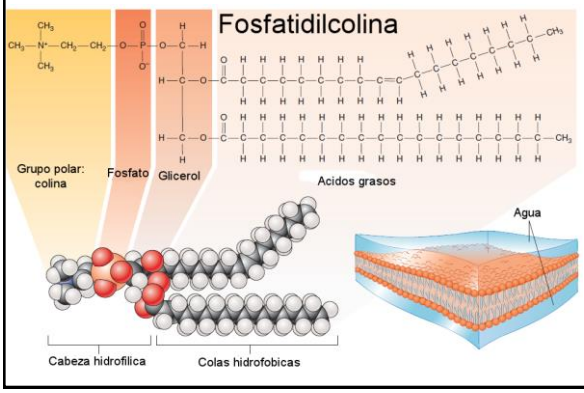


Glicerol





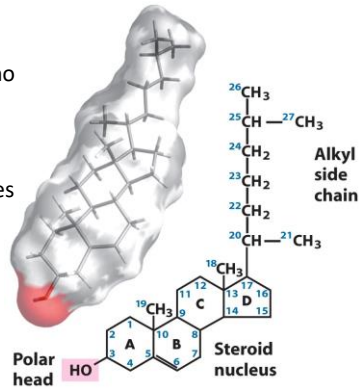
1-Stearoyl, 2-linoleoyl, 3-palmitoyl glycerol, a mixed triacylglycerol

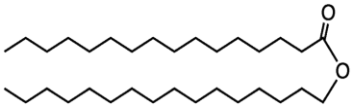


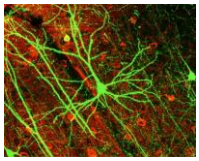
Fosfolipidos:
Diglicérido unido a un grupo fosfato que a su vez esta unido a un grupo orgánico polar.
Anfipaticos (una parte de la molécula es hidrofobica (los ácidos grasos), otra es hidrofilica (el grupo polar y el fosfato).
Interactúan con el agua formando micelas y bicapas: forman las membranas celulares.
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)

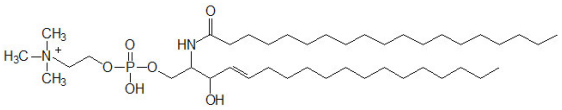






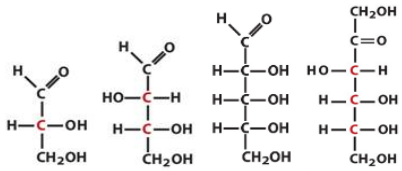
Ceras: esteres de ácidos grasos y alcoholes grasos. Función estructural y protectora

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



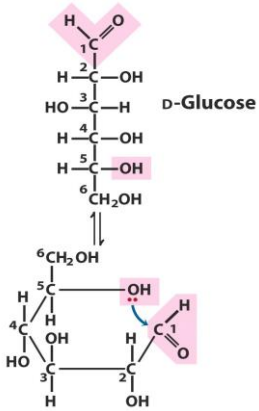
Carbohidratos (azucares)

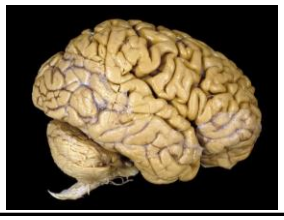
•También llamados glúcidos o hidratos de carbono.
•Son polihidroxialdehidos (carbonilo en el extremo de la molécula) o polihidroxicetonas (carbonilo en el medio).
•Tienen la formula $(CH_2O)_n$ donde n va de 3 a 7.
•Monosacáridos: azucares simples. Tienen un carbono carbonilico (C=O) y el resto con un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



Triosa (3C) Tetrosa (4C) Pentosa (5C) Hexosa (6C)

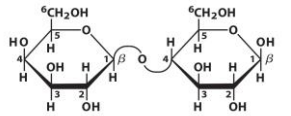
•Las hexosas (6C) suelen cerrarse formando un anillo (son cíclicas).
•Glucosa (6C) es el monosacáridos más importante. Es fuente de energía y sirve para producir otros compuestos. Una gran parte de los procesos bioquímicos de los organismos está dedicada a la regulación de la glucosa.



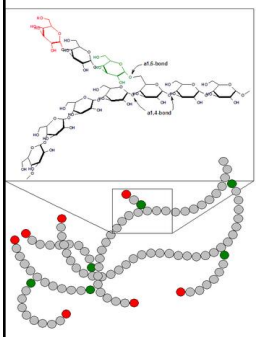


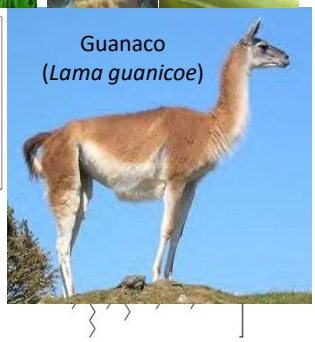
Azucares: Polisacaridos

Los monosacáridos pueden unirse formando polímeros (di, tri, o polisacáridos). Entre los disacáridos esta la sucrosa (azúcar común), maltosa y lactosa.
Los monosacáridos se unen mediante enlaces glucosidicos (son enlaces covalentes), quedando un átomo de O entre ellos.



Almidón Celulosa Glucógeno Quitina



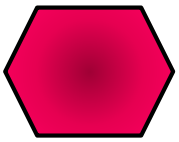


•Los polisacáridos son importantes fuentes de energía para los organismos (almidón, glucógeno). Además tiene funciones estructurales (celulosa, quitina) pueden ser muy grandes (miles de monómeros y de estructuras muy complejas (ramificados). Pueden ser muy resistentes a la descomposición, pero hay bacterias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

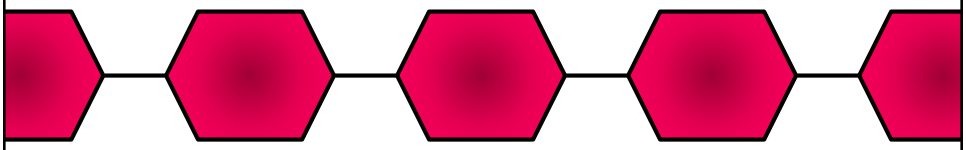
•Pueden estar combinados con otras macromoléculas (Glicoproteínas y glucolipidos).

Azucares = Carbohidratos = Glúcidos

Monosacáridos

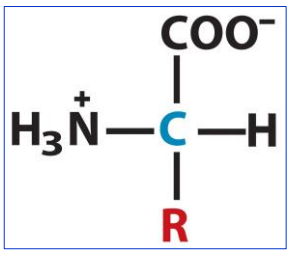


Polisacáridos (= muchos monosacáridos unidos)

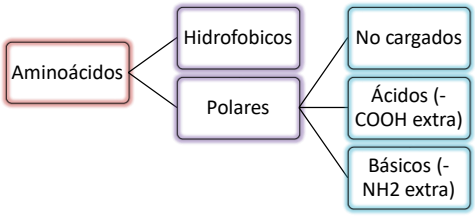


Proteínas: Aminoácidos y Péptidos

- 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 NH3+).



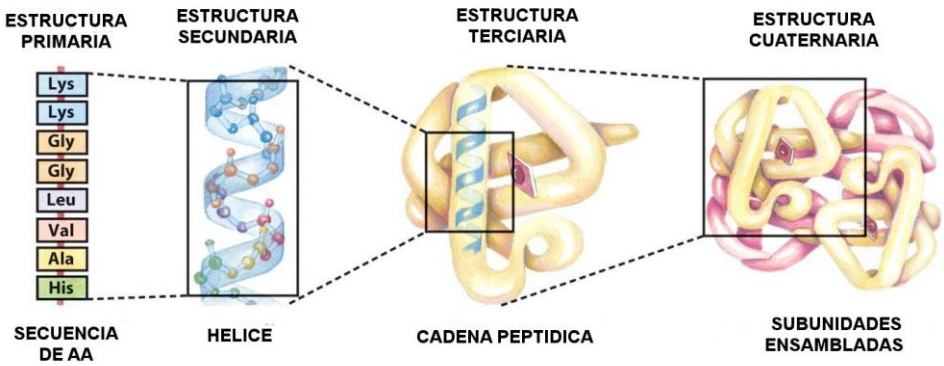
Los aminoácidos se unen mediante una unión covalente C-N llamada enlace peptidico, formando péptidos.



Proteínas

Son macromoléculas compuestas de 1 o + péptidos, de gran tamaño.
Funciones: enzimas, motiles, defensa, transporte, almacenamiento, estructurales, control de genes, osmótica

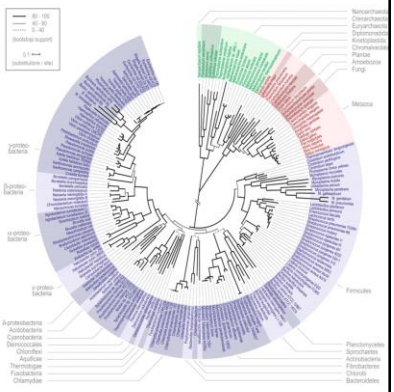
•La proteína puede tener 2 o + péptidos (= subunidades).
•4 niveles de organización de las proteínas o "Estructuras":



•**1ria**: secuencia de aa. Determina las demás.	•**2ria**: configuración espacial repetitiva de una parte de la cadena, estabilizada por puentes H (hélices, laminas, etc.)	•**3ria**: configuración espacial de todo el péptido.	•**4ria**: configuración espacial de las subunidades de la proteína

•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 especificas, reaccionando de manera muy diferente a moléculas muy similares

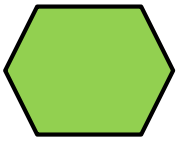
Son MUY sensibles, leves cambios en cualquier nivel de estructura puede alterar o anular su función: desnaturalización (Cambios de T°, pH o concentración iónica). Cada proteína suele tener un pH y T° óptimos para su función y solubilidad.



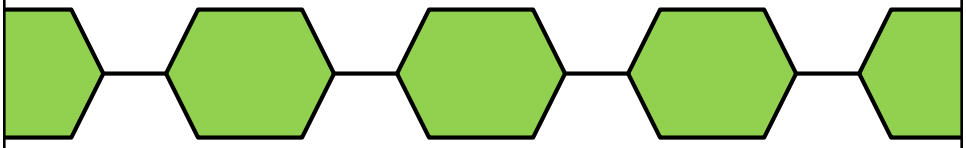
Una misma proteína cambia de una especie a otra, por lo que la secuencia proteica ayuda a estudiar la evolución y clasificación de los organismos

Péptidos ≈ Proteínas = Polipéptidos

Aminoácido



Proteína (= muchos aminoácidos unidos formando una cadena plegada de un modo especifico)



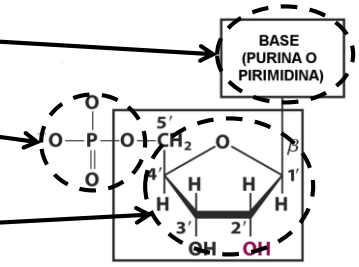
Bases nitrogenadas y Nucleótidos

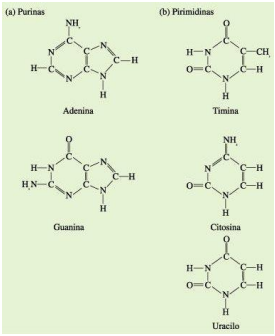
Nucleótidos = azúcar + base nitrogenada + grupo fosfato.

Base nitrogenada (purina o pirimidina)

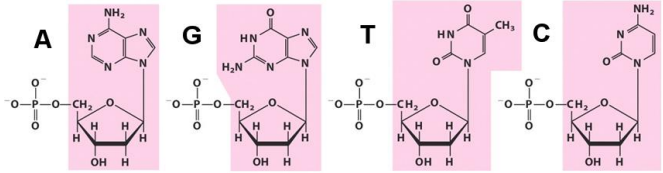
Grupo fosfato

Azúcar pentosa (ribosa (ADN) o desoxiribosa (ARN))

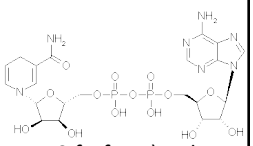




Purinas: adenina (A) y guanina (G)
Pirimidinas: citosina (C), timina (T, solo ADN) y uracilo (U, solo ARN)



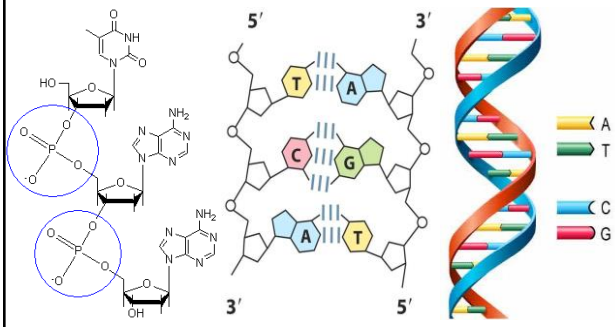
NADH

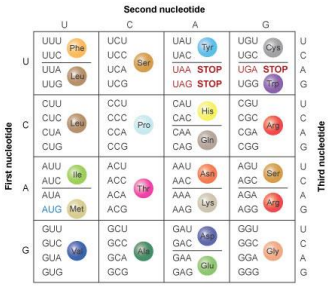


Nucleotidos tienen funciones biológicas importantes. ATP (adenina + ribosa + 3 fosfatos) es la moneda energética de la vida, nicotinamida adenina dinucleotido (NADH) es una molécula crucial en procesos de transferencia de energía (aceptor de e-).

Acidos nucleicos: la información biologica

Los ácidos nucleicos son polimeros de nucleotidos unidos por enlaces fosfodiester. EL ARN consta de una sola cadena. El ADN tiene dos cadenas apareadas por puentes de H y enroscadas en doble helice. Los nucleotidos 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 si.



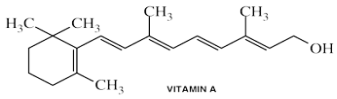


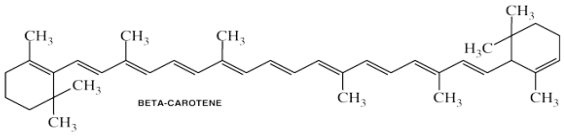
El ADN contiene la información de todo el organismo, y sirve para elaborar cada uno de sus componentes (esp. proteínas). Es la base de la evolución, pues permite propagar esa información a la descendencia.
El código genético tiene las combinaciones de nucleótidos que simbolizan cada uno de los aa.

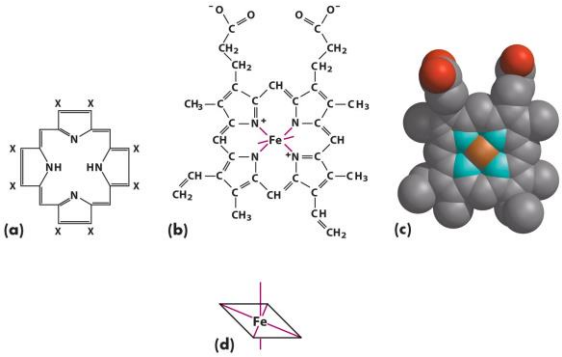
Pigmentos

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.