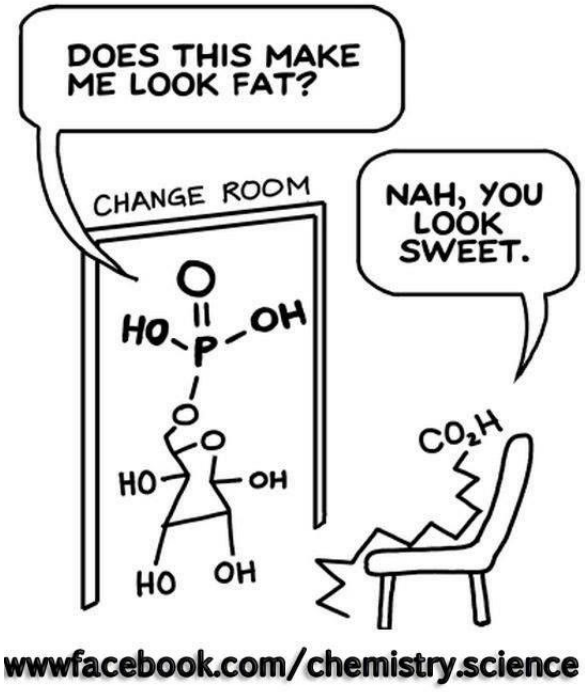
Colegio de
San Francisco de Paula

BLOQUE 1. BASE MOLECULAR Y FISICOQUÍMICA PARA LA VIDA

1.1 Bioelementos y biomoléculas

Germán Tenorio

Biología 12º



Idea Fundamental: Los organismos vivos controlan su composición mediante una compleja red de reacciones químicas.

La selección natural conduce a la evolución

"...¿podemos dudar (teniendo en cuenta que nacen muchos más individuos de los que puedan posiblemente sobrevivir) que los individuos que posean cualquier ventaja, aunque sea pequeña, sobre otros, tendrían mayores posibilidades de sobrevivir y procrear? Por otro lado, podríamos asegurar que cualquier variación perjudicial sería inflexiblemente eliminada. Esta preservación de las variaciones favorables y el rechazo de las perjudiciales, la llamo Selección Natural"

C. Darwin (1859) El Origen de las Especies

Variación en las poblaciones

Las variaciones pueden heredarse

Las poblaciones producen más descendencia de la que el ambiente puede mantener

o

Cambios ambientales

Lucha por la supervivencia (presión selectiva)

Variaciones desventajosas son seleccionadas negativamente (muerte)

Menor probabilidad de reproducción & herencia en los genes

La frecuencia de los genes en el acervo génico disminuye

Variaciones ventajosas son seleccionadas positivamente (supervivencia)

Mayor probabilidad de reproducción & herencia en los genes

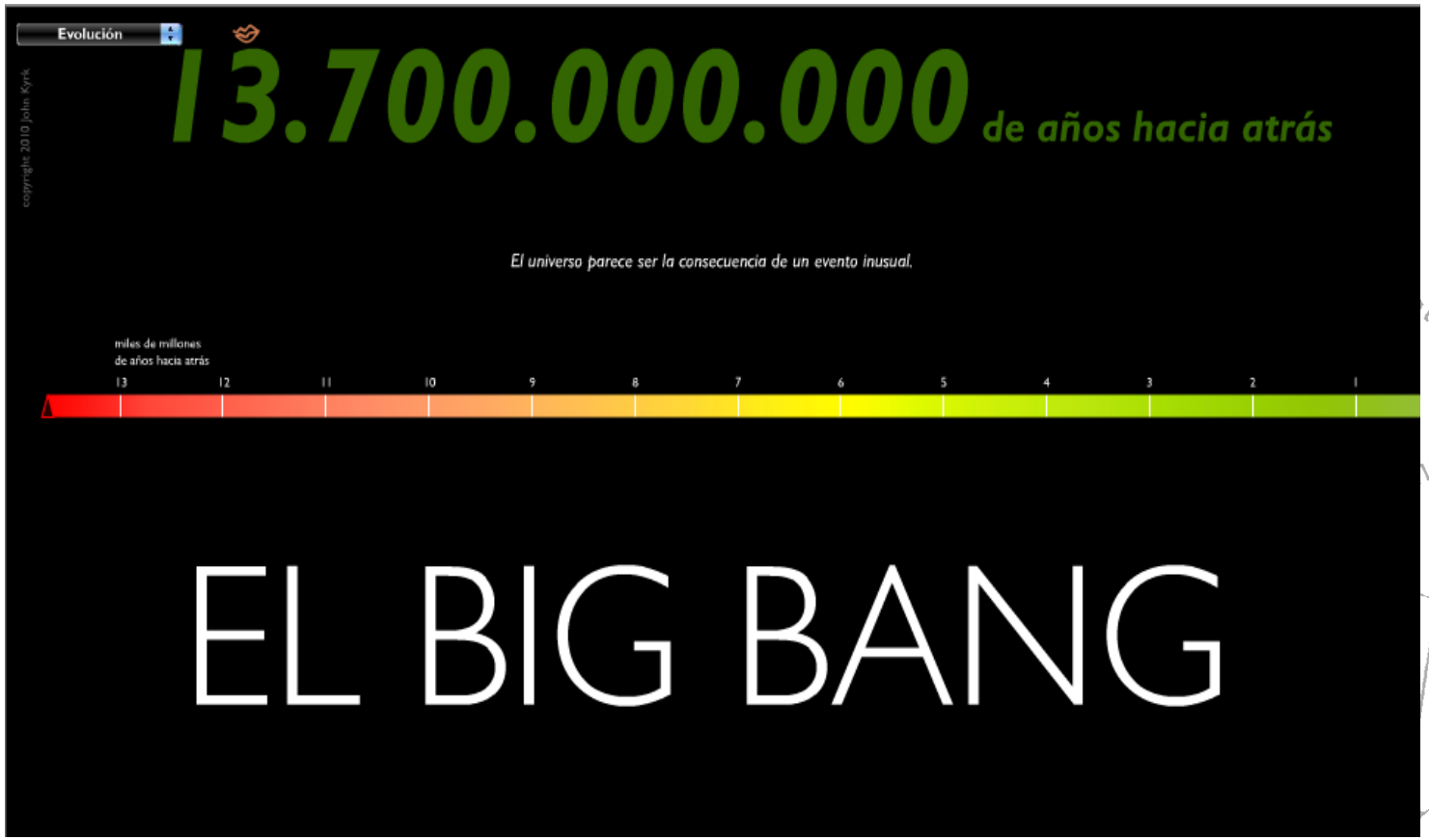
La frecuencia de los genes en el acervo génico aumenta

Selección Natural

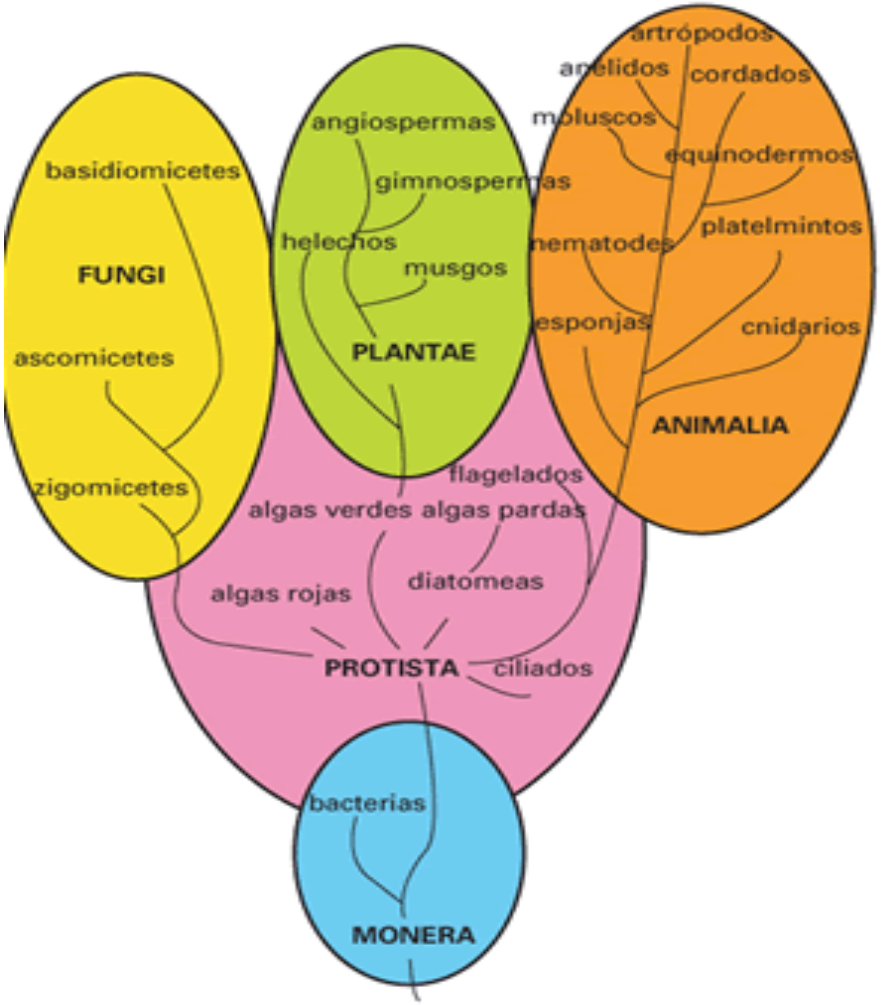
La población evoluciona para adaptarse al ambiente

Evolución

- A partir del **progenote** ancestral, tras miles de millones de años, nuestro planeta exhibe una enorme cantidad de formas de vida diferentes.



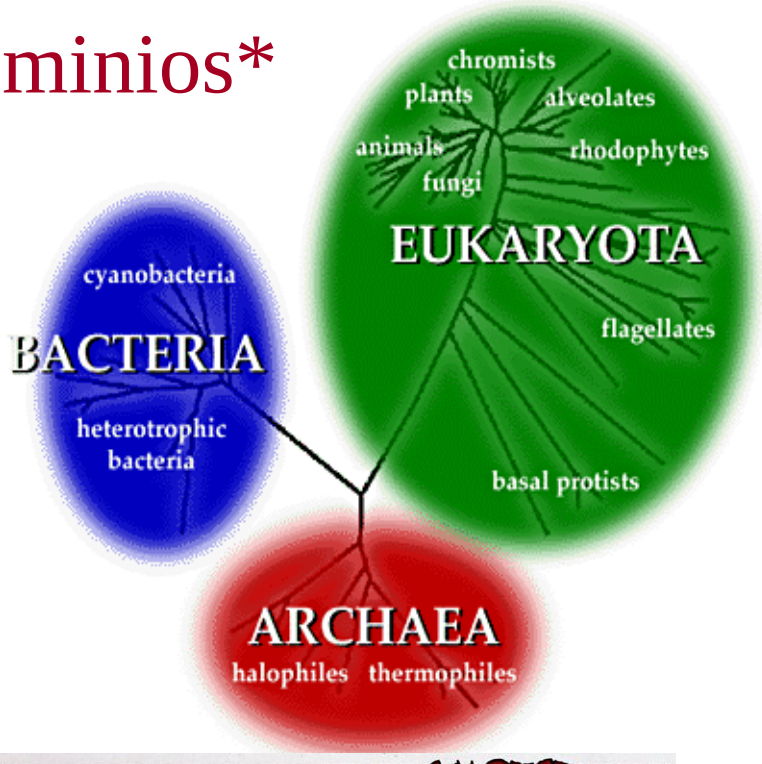
Los 5 Reinos

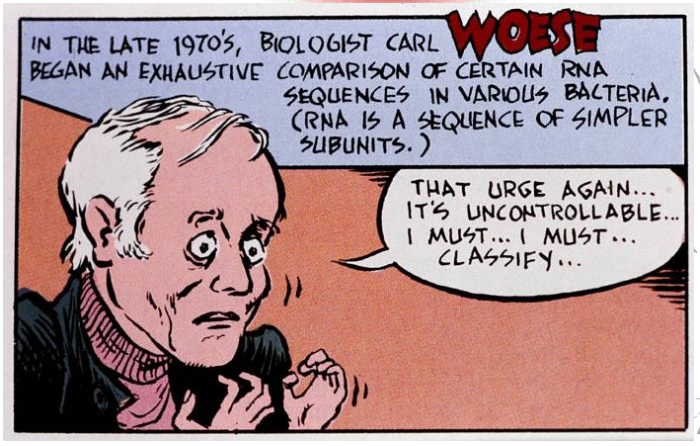


- Se clasifican en cinco reinos: MONERA, PROTOCTISTA, HONGOS (=FUNGI), PLANTAS Y ANIMALES. Además, se debe considerar el grupo de los **virus**, en la frontera entre lo vivo y lo no vivo. Entre todos los grupos se encuentran millones de especies diferentes.

Los tres dominios*

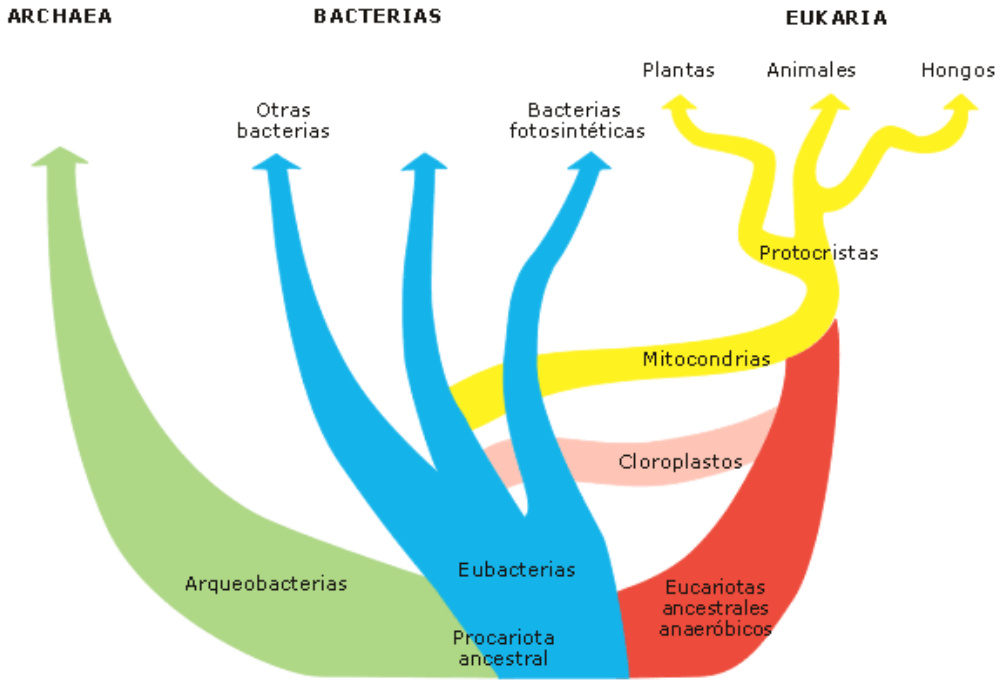
- En 1990 el científico norteamericano **Carl Woese**, observó que dentro de los propios procariotas existían **grandes diferencias en su ARNr**, y que estas diferencias eran tan grandes como las existentes entre procariotas y eucariotas.
- Woese dividió entonces los procariotas en dos grupos, **Eubacteria** y **Archaea**, pasando a tener el nuevo modelo de clasificación de los seres vivos 3 dominios: Eukarya, Eubacteria y Archaea.





Los tres dominios*

- **Eubacteria**: Bacteria "verdadera", procariotas sin núcleo ni orgánulos membranosos.
- **Archaea**: Bacteria "ancestral", también procariota pero más primitiva que las anteriores,y donde la mayoría de grupos viven en ambientes extremos.
- **Eukarya**: Organismos unicelulares y pluricelulares con su ADN en el núcleo. Los reinos de los animales, vegetales, hongos y protistas pertenecen a él.



Biología molecular

- El descubrimiento de la estructura del ADN en 1953 fue el inicio de la revolución sufrida por la Biología, transformando nuestro entendimiento de los seres vivos.

IMAGEN: georbi.es.tl

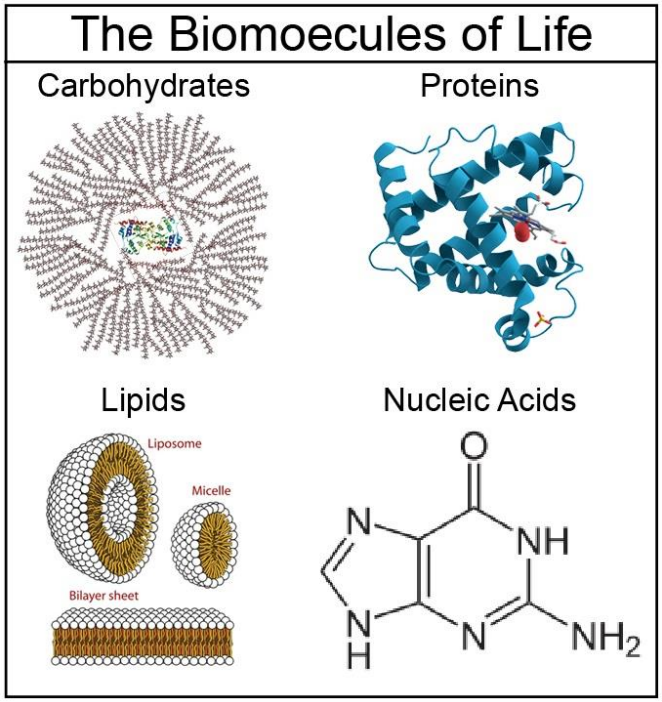


IMAGEN: quantum-mind.co.uk

- Muchas moléculas son importantes para los seres vivos, desde las más simples como el agua, hasta las más complejas como los ácidos nucleicos y proteínas.

Metabolismo*

- **Metabolismo**: Conjunto de todas las reacciones químicas catalizadas por enzimas que tienen lugar en una célula u organismo.
- Consta de dos tipos de reacciones, las cuales no ocurren ni de forma simultánea ni en el mismo lugar de la célula, pero que están acoplados.
- **Catabolismo o fase degradativa**: Conjunto de reacciones metabólicas en las que las moléculas orgánicas complejas y reducidas son descompuestas (degradadas) a moléculas más simples y oxidadas (incluida la hidrólisis de macromoléculas en monómeros) para la obtención de energía y poder reductor.

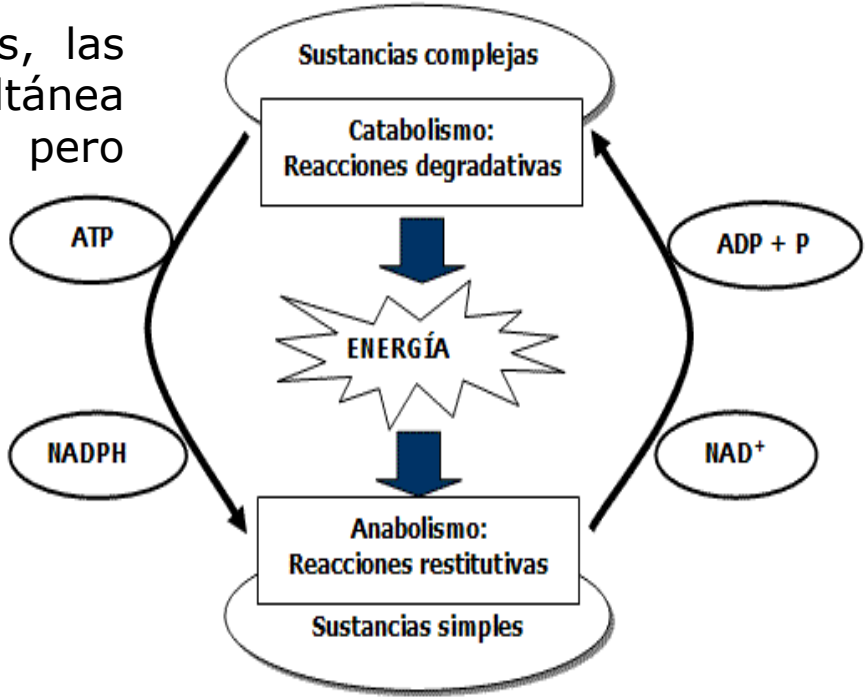
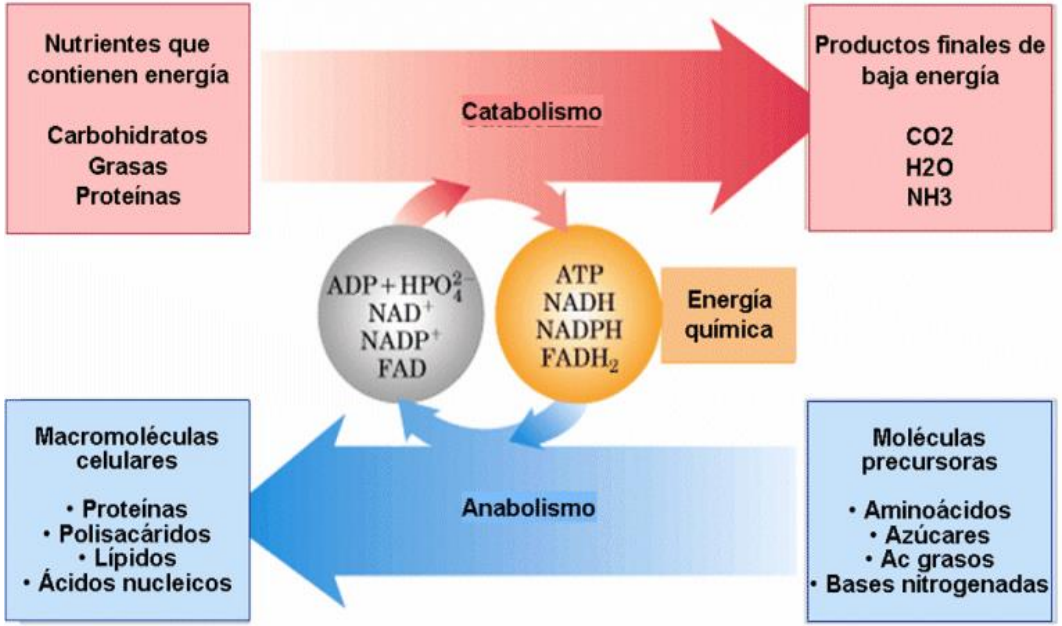


Figura 2.2. Interdependencia anabolismo-catabolismo.

- El catabolismo incluye los procesos de respiración celular aerobia, fermentación, y digestión de moléculas complejas del alimento.

Metabolismo*

- **Anabolismo o fase constructora**: Conjunto de reacciones bioquímicas mediante las cuales las células sintetizan moléculas complejas y reducidas, mediante el consumo de energía y poder reductor, a partir de moléculas sencillas y oxidadas (incluida la formación de macromoléculas a partir de monómeros, por reacciones de condensación).



- El anabolismo incluye los procesos de sintesis de proteínas, síntesis de ADN (replicación), síntesis de polisacáridos complejos como el almidón, glucógeno o celulosa, y la síntesis de glucosa (fotosíntesis).

Elementos químicos de la vida: Bioelementos

- La materia constituyente de los seres vivos está compuesta por biomoléculas, que están a su vez formadas por la unión de ciertos elementos químicos. A los elementos químicos presentes en los seres vivos se les llama **bioelementos**.
- Estos elementos químicos **fueron seleccionados para la vida** por ser capaces de construir estructuras y realizar funciones capaces de aumentar la supervivencia de las células que los incorporaron.
- Puesto que la vida parece que surgió en el seno de los mares primitivos, muchos de los elementos esenciales para la vida fueron seleccionados por dos parámetros:

  1) Su **comportamiento en el medio acuoso**. Es decir, si son insolubles o solubles y, en este caso, el número de cargas que tienen en forma iónica.

  2) La **reactividad de los átomos** y los **tipos de enlaces** que pueden formar para construir moléculas orgánicas.

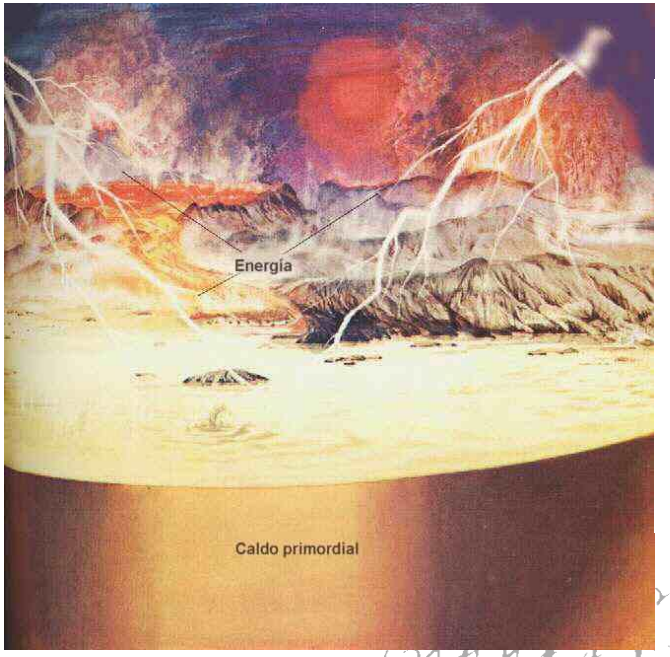
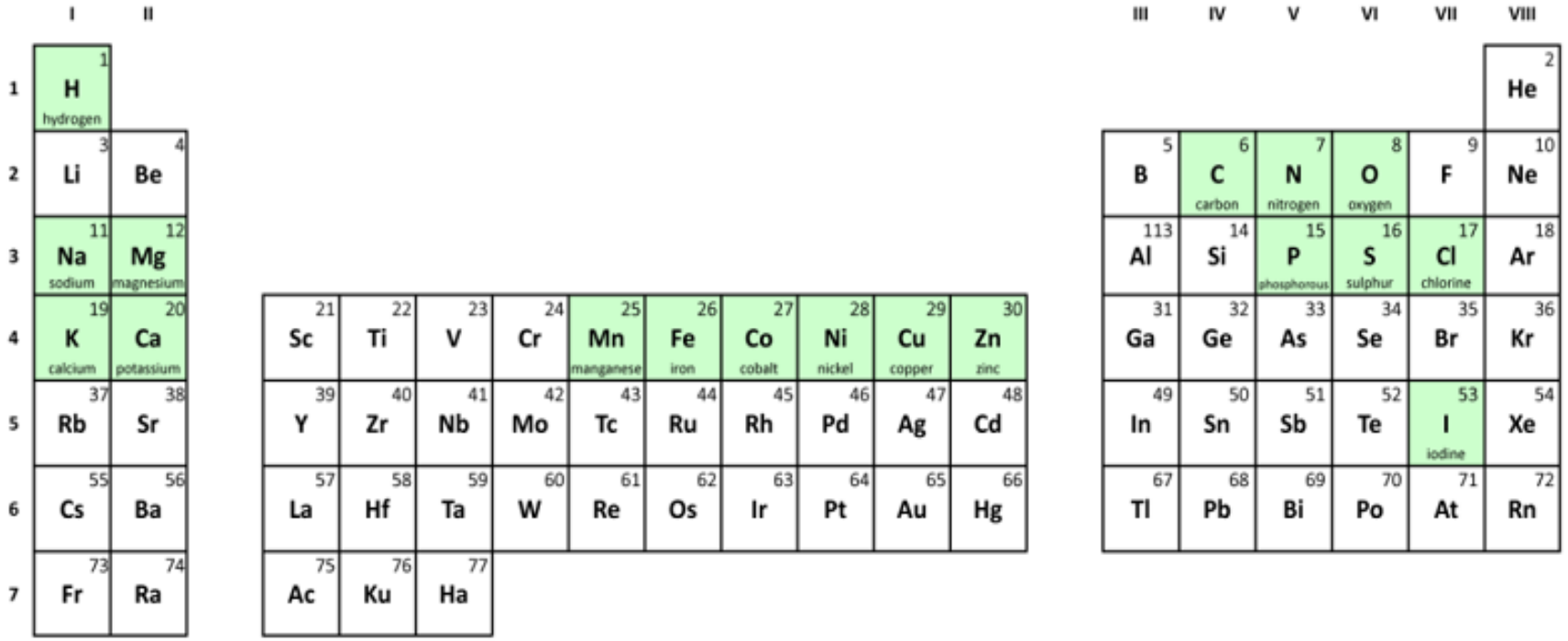


IMAGEN: /recursos.cnice.mec.es

Colegio de
San Francisco de Paula

Elementos químicos de la vida: Bioelementos

- Existen unos 70 bioelementos y, al igual que el resto de elementos que forman la materia general del Universo, todos ellos están presentes en la tabla periódica.



Elementos químicos de la vida: Bioelementos

- Sin embargo, al comparar la composición química de los seres vivos con la de la corteza terrestre (inerte), los bioelementos mayoritarios no coinciden, salvo el oxígeno, con los elementos más abundantes en la corteza.

Ranking	Elemento	Abundancia corteza terrestre/%	Elemento	Abundancia cuerpo humano/%
1	Oxígeno	47	Hidrógeno	63
2	Silicio	28	Oxígeno	25.5
3	Aluminio	7.9	Carbono	9.5
4	Hierro	4.5	Nitrógeno	1.4
5	Calcio	3.5	Calcio	0.31
6	Sodio	2.5	Fósforo	0.22

- Se puede observar que los elementos químicos más frecuentes en los seres vivos son solo cuatro: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Principales bioelementos

- Los bioelementos se clasifican en dos grupos, en función de su presencia y abundancia:

  1) **Biolementos mayoritarios**. Están en todos los seres vivos y forman más del 98% del total de la materia viva. Los **primarios** son **C,H,O,N,P** y **S** y constituyen los ladrillos con los que se fabrican las biomoléculas o principios inmediatos. Los **secundarios** son **Na, K, Cl, Mg** y **Ca**, y desempeñan funciones de vital importancia en la fisiología celular.

Bioelementos	% en la materia viva	Átomos
Primarios	96%	C, H, O, N, P, S
Secundarios	3,9%	Ca, Na, K, Cl, I, Mg, Fe
Oligoelementos	0,1%	Cu, Zn, Mn, Co, Mo, Ni, Si...

  2) **Oligoelementos**. Se encuentran presentes en pequeñísimas cantidades y se distinguen a su vez **esenciales para todos los seres vivos**, que son solo 5 (**Fe, Mn, Cu, Zn** y **Co**), y **no esenciales**, no presentes en todos los seres vivos pero que cumplen funciones importantes en el metabolismo, como **Al** y **Li**.

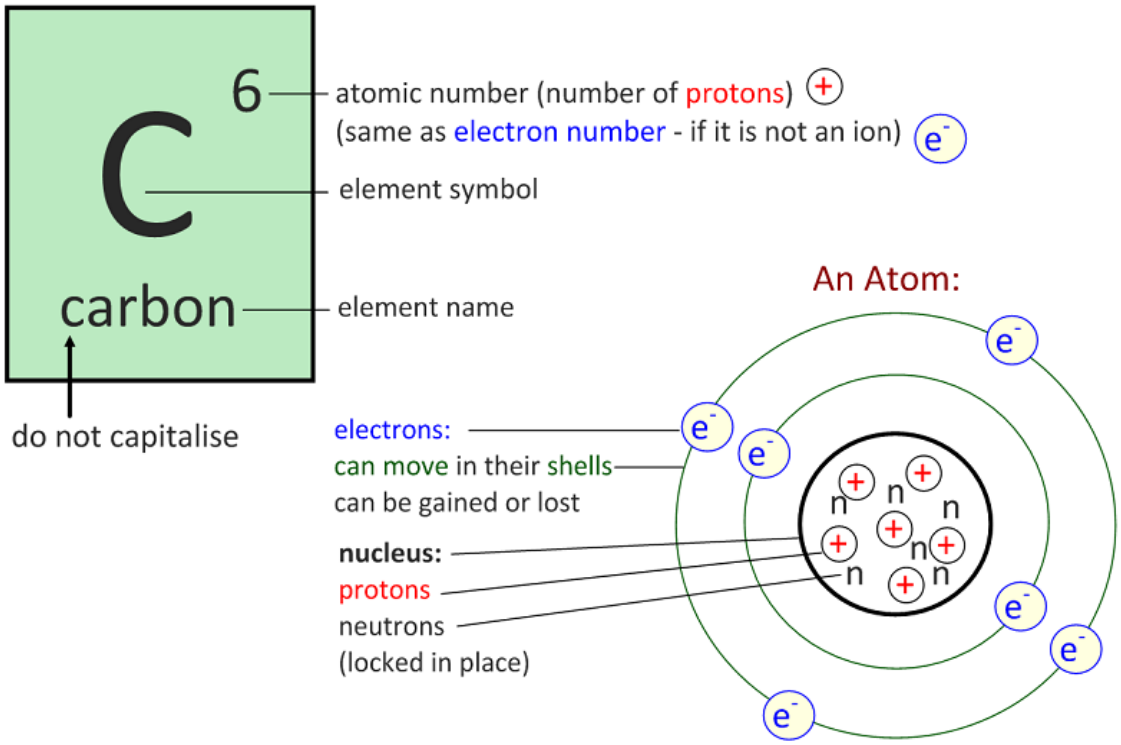
Elementos químicos de la vida: bioelementos

- Los bioelementos secundarios y los oligoelementos, como los de la tabla, son necesarios para los organismos vivos.

Elemento	Función en plantas	Función en animales	Función en bacterias
Azufre	-Forma parte de algunos aminoácidos y proteínas. -Forma parte de algunas vitaminas.	-Forma parte de algunos aminoácidos y proteínas. -Forma parte de algunas vitaminas.	-Forma parte de algunos aminoácidos y proteínas. -Forma parte de algunas vitaminas.
Calcio	-Formación pared celular en células en división. -Cofactor de ciertas enzimas.	-Huesos. -Contracción fibras musculares, sinapsis y coagulación. -Cofactor de ciertas enzimas.	-Cofactor de ciertas enzimas. -Contribuye a la resistencia térmica de las esporas.
Fósforo	-Síntesis de nucleótidos. -ATP	-Síntesis de nucleótidos. -ATP -Huesos.	-Síntesis de nucleótidos. -ATP
Hierro	-Síntesis de clorofila. -Cadena de transporte de electrones.	-Hemoglobina. -Cadena de transporte de electrones.	-Síntesis de clorofila en cianobacterias. -Cadena de transporte de electrones.
Sodio	Junto con el potasio implicado en funciones de membrana.	Junto con el potasio implicado en funciones de membrana y transporte del impulso nervioso.	Junto con el potasio implicado en funciones de membrana.

Los compuestos de carbono

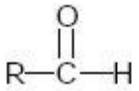
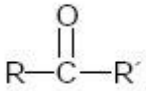
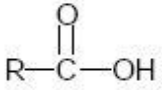
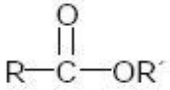
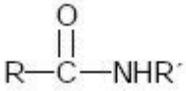
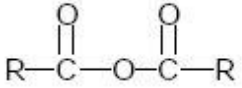
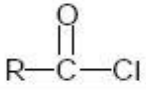
- Aunque el carbono es solamente el décimoquinto elemento más abundante en la Tierra, puede usarse para fabricar una amplia variedad de moléculas diferentes, lo que hace que la compocisión química de los seres vivos sea casi ilimitada.



- La vida contiene carbono en grandes cantidades. Es interesante destacar que, siendo el C y el Si del mismo grupo del sistema periódico y por tanto tener propiedades físico-químicas muy semejantes, y además siendo el Si casi 150 veces más abundante en la corteza terrestre, ha sido el carbono el seleccionado.

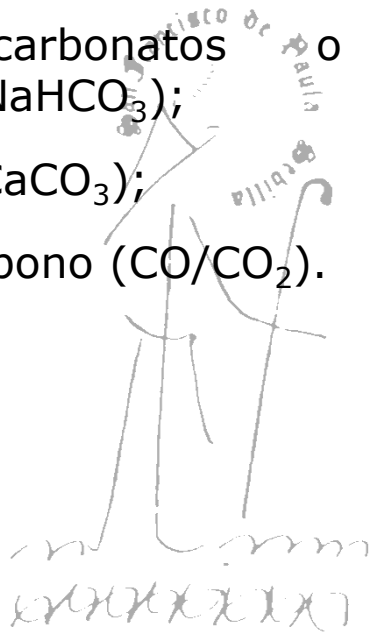
Compuestos orgánicos e inorgánicos*

- La materia constituyente de los seres vivos está compuesta, además de por moléculas inorgánicas, por biomoléculas **orgánicas**.

Clase	Fórmula general
aldehído	
cetona	
ácido carboxílico	
éster	
amida	
anhidrido de ácido	
cloruro de ácido	

- Se consideran **orgánicos** aquellos compuestos de los organismos vivos que **contienen carbono** excepto los:

  - hidrogenocarbonatos o bicarbonatos ($NaHCO_3$);
  - carbonatos ($CaCO_3$);
  - óxidos de carbono (CO/CO_2).

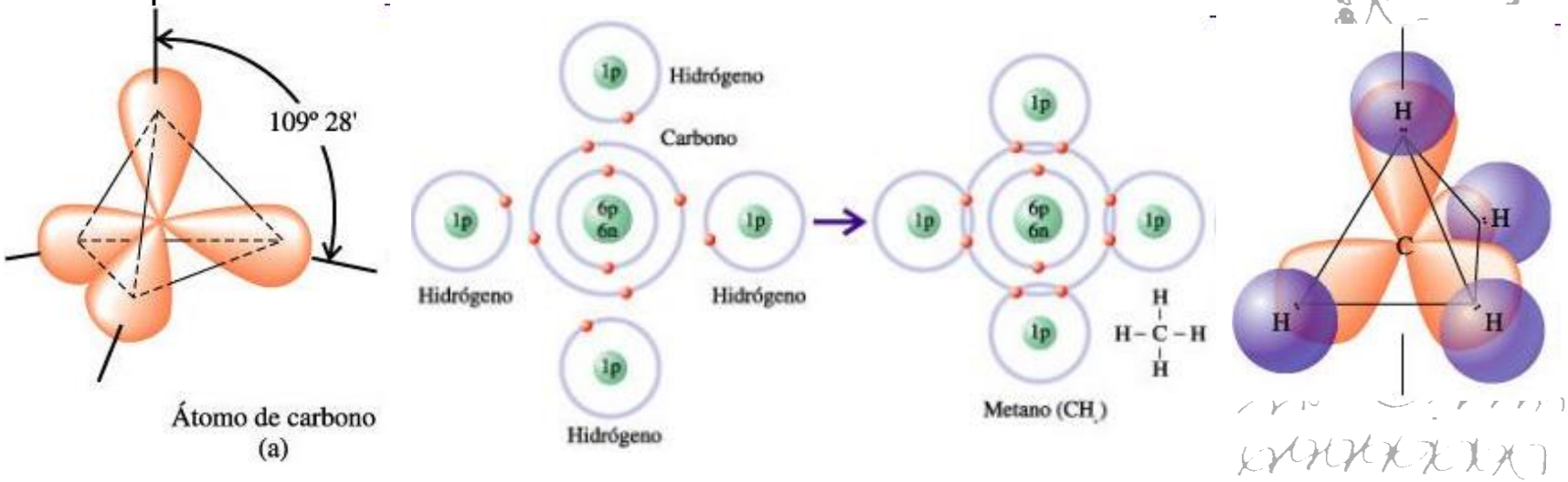


Colegio de
San Francisco de Paula

Propiedades físico-químicas del Carbono

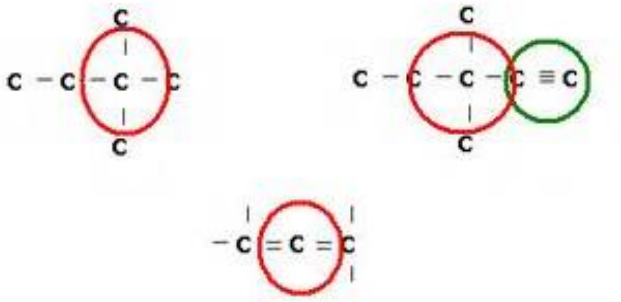
- Las **propiedades del carbono** que le dan su gran idoneidad y a las que se debe la diversidad de compuestos de carbono existentes, son:

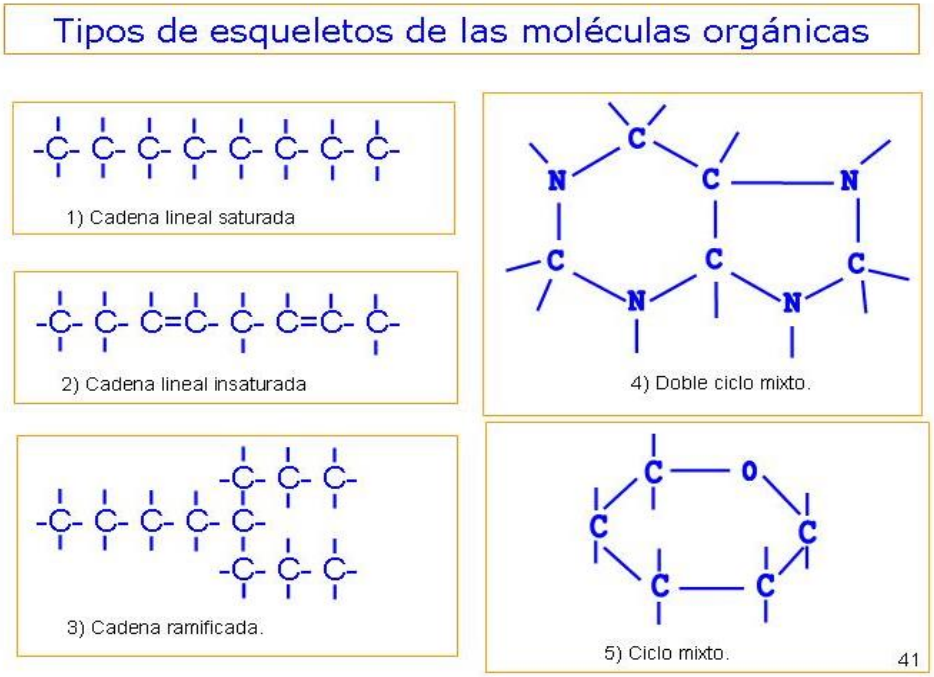
  1) **Puede formar 4 enlaces covalentes**. Al poseer 6 protones su configuración electrónica es $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$. En lugar de disponer de dos electrones desapareados, el carbono desaparea en electrón del orbital $2s^2$, por lo que posee 4 electrones desapareados (valencia IV) que ocupan los orbitales $2s^1\ 2p^1x\ 2p^1y\ 2p^1z$, formando cuatro orbitales híbridos orientados hacia los cuatro vértices de un tetahedro que le permite formar cuatro enlaces covalentes simples al aceptar electrones para compartir sus cuatro orbitales enlazantes con otros átomos, permitiendo así la existencia de toda una serie de compuestos estables.



Propiedades físico-químicas del Carbono

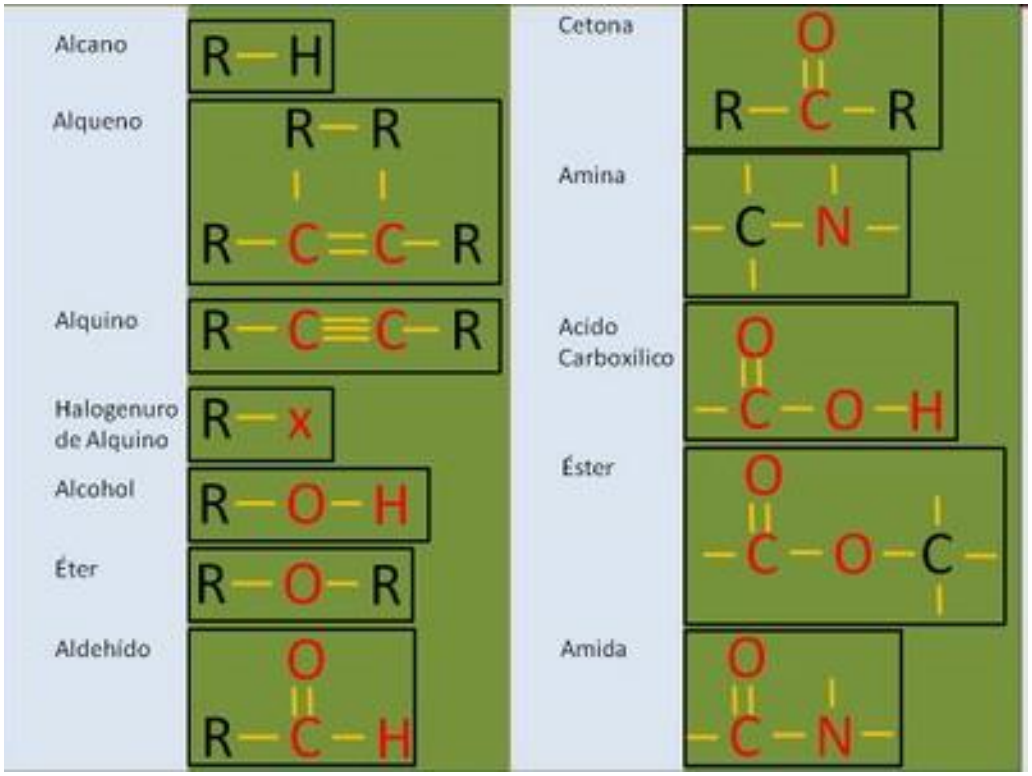
2) **Formación de largas cadenas**. Los enlaces entre los átomos de carbono pueden ser simples (C-C), dobles (C=C) o triples y permiten construir cadenas más o menos largas, lineales o ramificadas, anillos, etc. Además, se pueden construir moléculas tridimensionales muy diferentes, propiedad de vital importancia en la función biológica (unión enzima-sustrato o antígeno-anticuerpo).





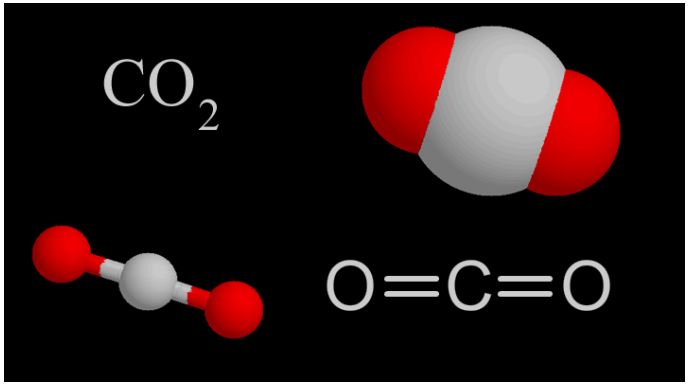
Propiedades físico-químicas del Carbono

3) **Formación de grupos funcionales**. Las distintas combinaciones del carbono con otros elementos, permiten la formación de gran cantidad de grupos que comunican a las moléculas que los portan unas propiedades características, como aldehídos, cetonas, aminas, alcoholes o hidrocarburos.



Propiedades físico-químicas del Carbono

4) El **dióxido de carbono**, compuesto de gran importancia biológica, es anormalmente estable, soluble en agua y permanece en estado gaseoso, indispensable para ser utilizado en la fotosíntesis.

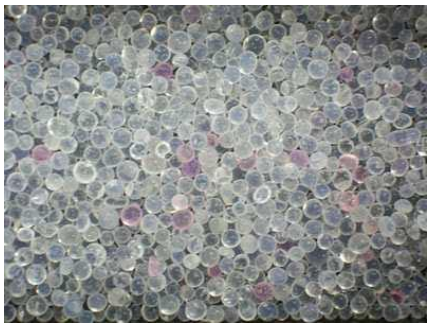


- Los **inconvenientes del silicio**, que lo hacen menos idóneo, son:

  - Los enlaces Si-Si son más débiles e inestables que los de las cadenas carbonadas.

  - Las cadenas Si-O-Si-O- existen, pero su reactividad es casi nula (siliconas).

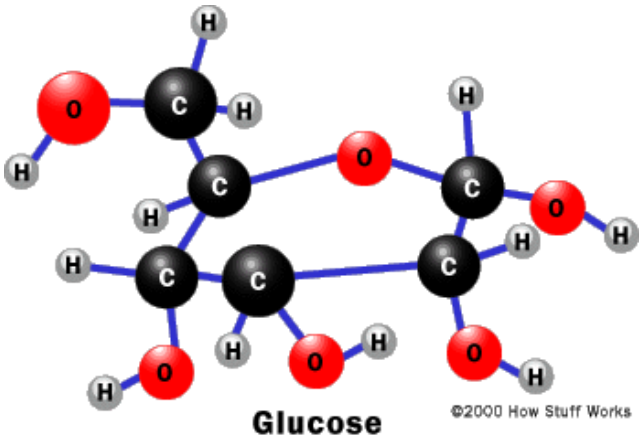
  - El análogo al CO_2, el SiO_2 es sólido, insoluble en agua y, por tanto, difícil de captar por los seres vivos.



Clasificando los compuestos de carbon*

- **La vida se basa en los compuestos de carbono, entre ellos glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**, que al tener diferentes propiedades pueden usarse para propósitos diferentes.
- Los **glúcidos** están compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, con un ratio hidrógeno:oxígeno de 2:1, por lo que se les denomina carbohidratos. Los monosacáridos son los más simples, y constituyen los monómeros para la formación de los más complejos.

IMAGEN: http://s.hswstatic.com



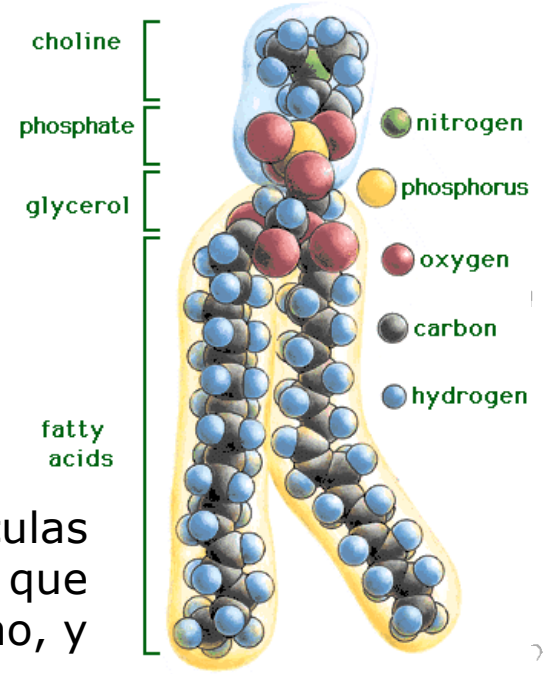


IMAGEN: madsci.org

- Los **lípidos** son un grupo heterogéneo de moléculas caracterizadas por su insolubilidad en agua y que están compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, y en menor proporción nitrógeno y fósforo.

Clasificando los compuestos de carbon*

- Las **proteínas** son compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, siendo los aminoácidos sus monómeros constituyentes.

IMAGEN: madsci.org

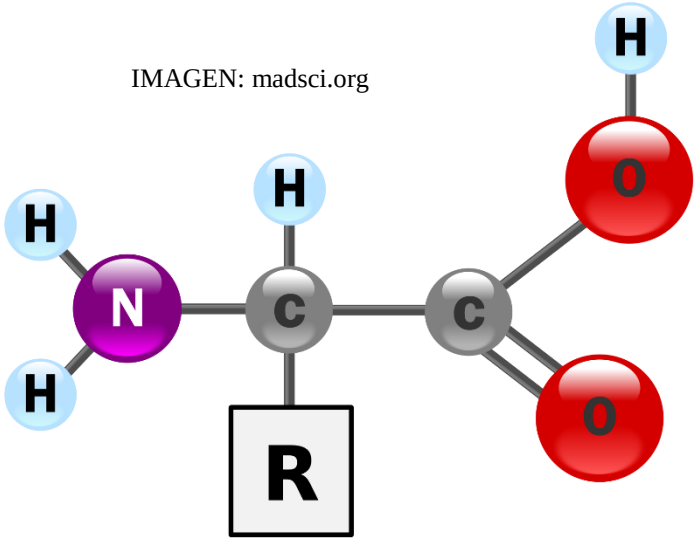
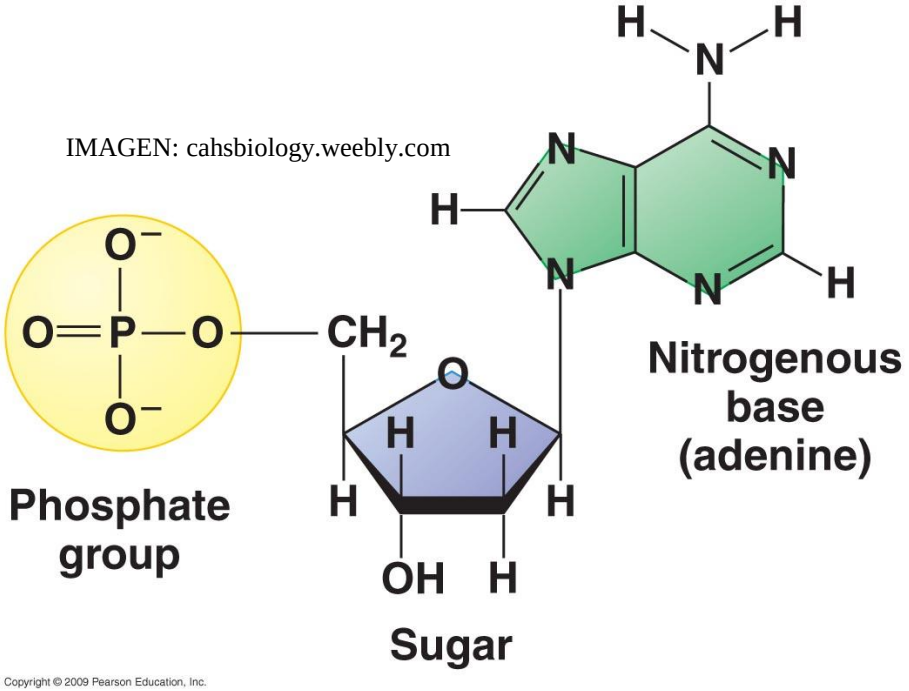


IMAGEN: cahsbiology.weebly.com



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

- Los **ácidos nucleicos** están compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo, siendo los nucleótidos sus monómeros constituyentes.

Enlaces químicos que unen las biomoléculas*

- Las biomoléculas orgánicas, atendiendo a la longitud y complejidad de su cadena, se pueden clasificar como **monómeros** o **polímeros**.
- Los **monómeros** son moléculas pequeñas (aminoácidos o nucleótidos), **unidades moleculares** que forman parte de una molécula mayor, y están formados por la combinación de bioelementos unidos entre sí mediante enlaces químicos.
- Los **polímeros** son **agrupaciones de monómeros** (proteínas o ácidos nucleicos), iguales o distintos, unidos entre sí mediante otros enlaces químicos para formar una molécula de mayor tamaño.

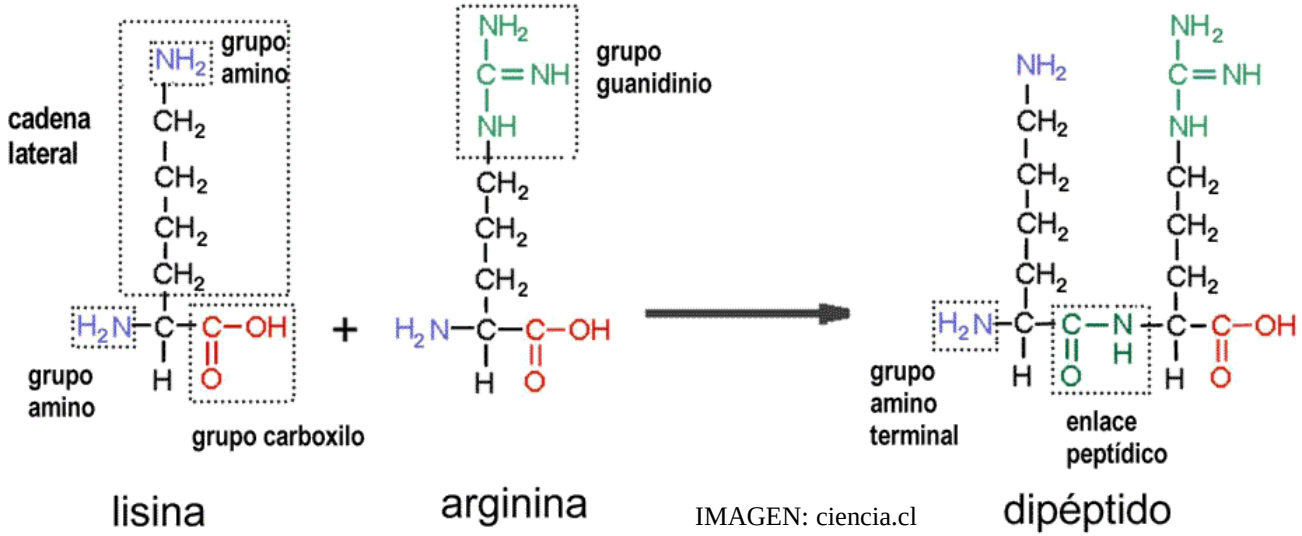


IMAGEN: ciencia.cl

Enlaces químicos que unen las biomoléculas*

- **Los enlaces químicos tienen por tanto una gran importancia en biología**, distinguiéndose diversos enlaces químicos en función de su dureza o estabilidad.
- El **enlace covalente** es el enlace químico por excelencia, y hace posible la enorme diversidad molecular que integra la materia viva. Este enlace tiene lugar por la compartición de electrones entre dos átomos. Las moléculas así formadas no pierden estabilidad en el ambiente acuoso propio de toda célula.
- Los enlaces C-C o los enlaces entre el C y el O, H y N son covalentes, así como los que unen el O y el H en la molécula de agua. Igualmente, los enlaces O-glucosídicos y peptídicos que unen los monosacáridos, aminoácidos y nucleótidos son covalentes.

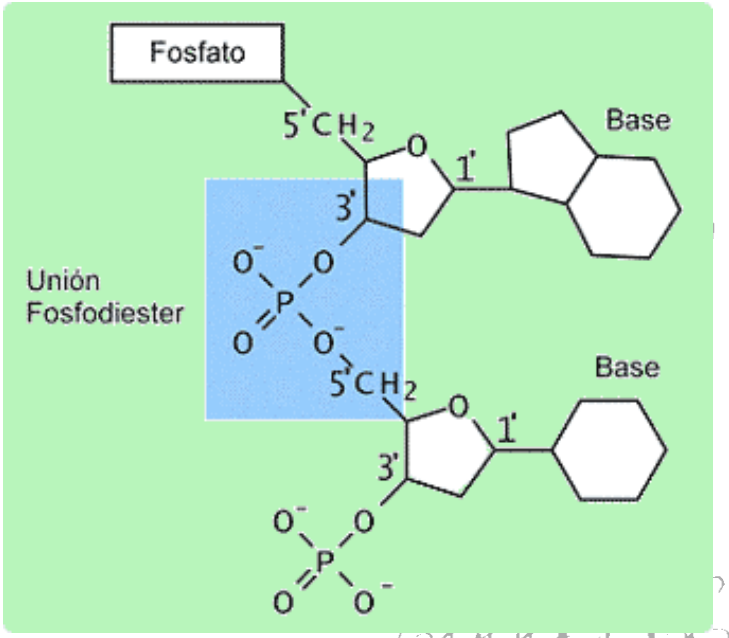


IMAGEN: juntaandalucia.es

Enlaces químicos que unen las biomoléculas*

- El **enlace iónico** se forma entre átomos que exhiben carga positiva por haber perdido electrones (cationes) y átomos que exhiben carga negativa porque los han ganado (aniones). Los átomos se mantienen unidos debido a las fuerzas de atracción electrostática entre cargas opuestas.

- Este tipo de unión no se encuentra entre los átomos que predominan en la composición de los seres vivos (CHONPS), pero son muy importantes desde el punto de vista biológico, dado que posibilitan que las proteínas adquieran su estructura o el grado de compactación de la cromatina.

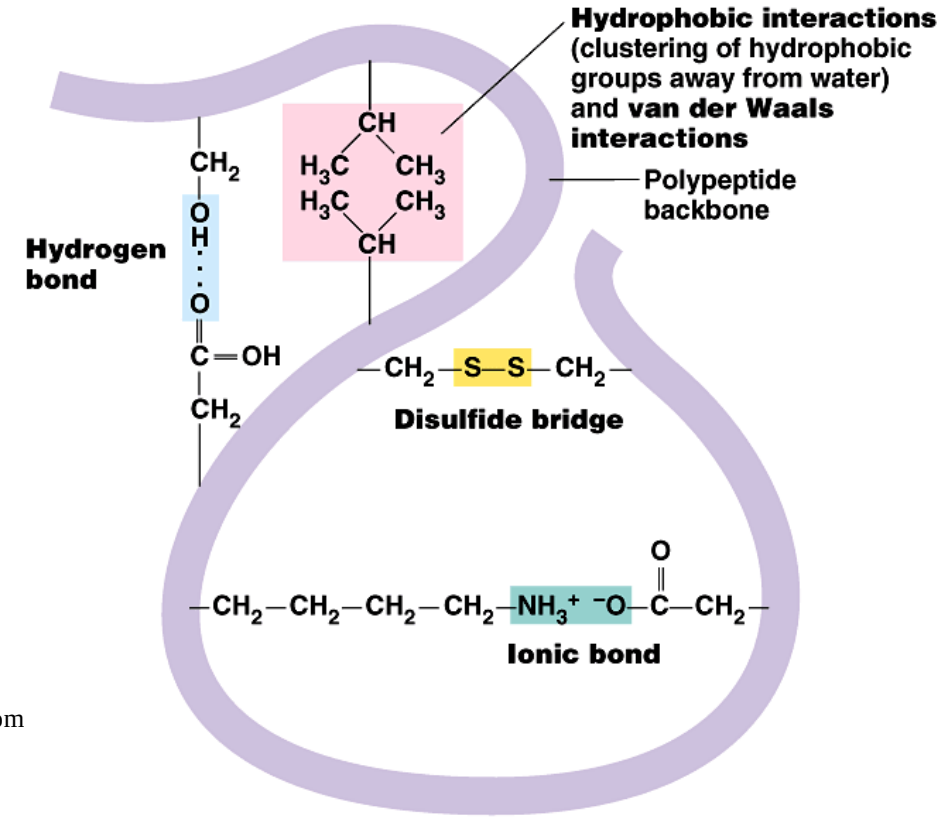


IMAGEN: cahsbiology.weebly.com

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Enlaces químicos que unen las biomoléculas*

- Entre los enlaces débiles, destaca el **enlace o puente de hidrógeno,** que a pesar de su debilidad es de extraordinaria importancia en la estructura química de la materia viva.
- Este enlace se forma cuando el H se une covalentemente a un átomo muy electronegativo, de manera que el par de electrones compartidos se sitúan lejos del H, quedando éste con una carga parcial positiva y el otro átomo con una parcial negativa.

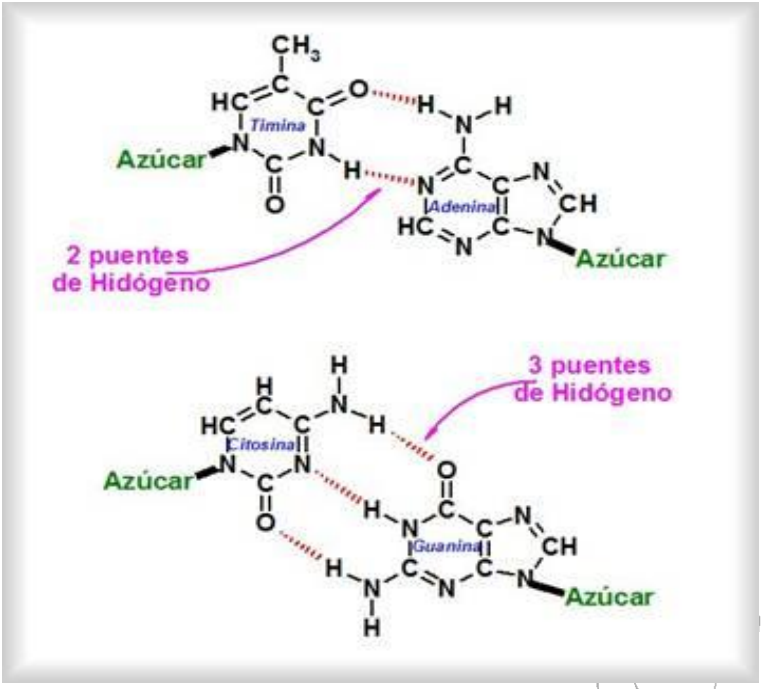
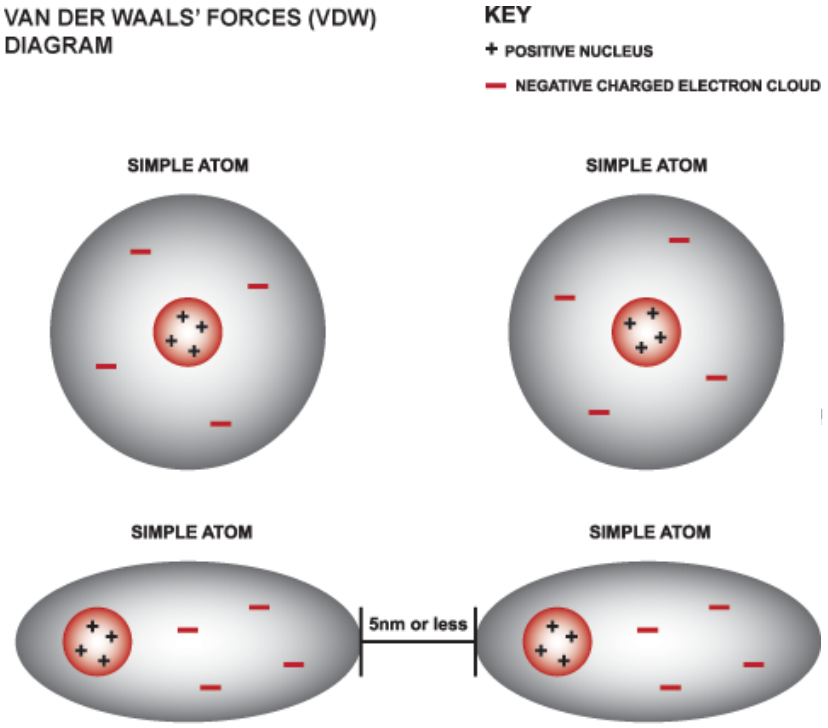


IMAGEN: cahsbiology.weebly.com

- La carga positiva del H es atraída por la negativa de otra molécula, de manera que el H queda formando un puente entre dos moléculas.
- Esta atracción es muy débil, pero si son muchas las regiones de las dos moléculas atraídas, pueden quedar establemente unidas; es el caso de la doble hélice de ADN, proteínas o las moléculas de agua.

Enlaces químicos que unen las biomoléculas*

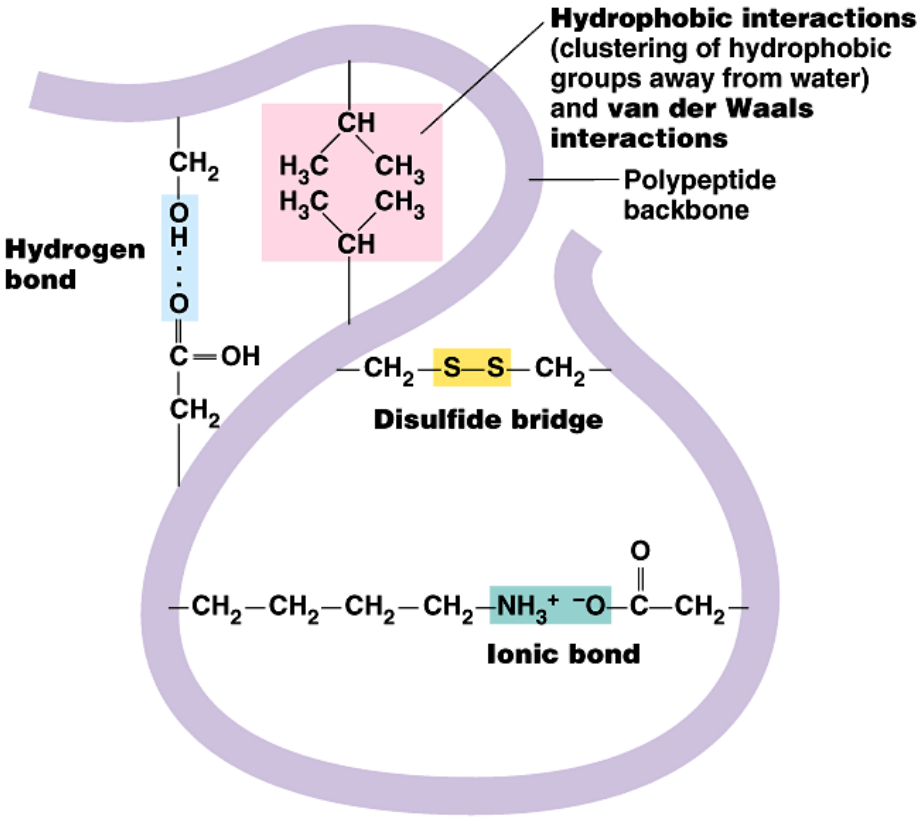
- Las **fuerzas de Van der Waals**, son **atracciones eléctricas débiles** entre diferentes átomos, resultado de las fuerzas atractivas y repulsivas que se establecen al acercarse los átomos, de manera que existe una distancia en que la atracción es máxima.
- Estas fuerzas se deben a que cada átomo posee una nube electrónica que puede fluctuar, creando de esta manera dipolos temporales.
- Estos dipolos transitorios provocan una atracción electrostática débil: las fuerzas de Van der Waals.
- Estas atracciones de Van der Waals, aunque transitorias y débiles son un componente importante en la estructura de las proteínas porque su número es importante.



Enlaces químicos que unen las biomoléculas*

- Las **interacciones hidrofóbicas** se dan entre las regiones no polares de moléculas, que suelen disponerse en el interior de la misma evitando de esta manera las interacciones con el agua.

- Este tipo de fuerzas hidrofóbicas intervienen en el correcto plegamiento de las proteínas, donde las uniones hidrofóbicas suelen darse en el interior, corazón hidrofóbico de la proteína, donde la mayoría de cadenas laterales puede asociarse estrechamente y se encuentran protegidas de las interacciones con el disolvente.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.