

Bioelementos y biomoléculas

El análisis de la composición de los seres vivos nos muestra que los elementos químicos que los constituyen son los mismos que componen el resto de la materia de nuestro planeta, de nuestra galaxia y del universo. Sin embargo, la proporción en la que se encuentran los distintos elementos es diferente en los seres vivos y en la materia inanimada.

Los elementos que predominan en los seres vivos son el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). A estos elementos los conocemos como **bioelementos primarios**, ya que son los elementos indispensables para formar las moléculas que conforman la materia viva y constituyen aproximadamente el 96 % de la misma.

En los seres vivos, encontramos, en un porcentaje mucho menor, otros elementos que consideramos **bioelementos secundarios**. Estos son necesarios para mantener el equilibrio osmótico y para realizar el metabolismo, por lo que son indispensables para la vida. Los bioelementos secundarios son calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl), magnesio (Mg), hierro (Fe) y yodo (I).

Por último, encontramos los **oligoelementos**, que se encuentran en proporciones mucho más bajas y no en todos los seres vivos, pero que tienen un papel importante. Algunos de estos oligoelementos son el flúor (F), el cobre (Cu), el zinc (Zn) o el cobalto (Co).

Los bioelementos establecen entre ellos múltiples y complejas combinaciones, que dan lugar a las **biomoléculas**, moléculas que constituyen a los seres vivos.

Existen dos tipos de biomoléculas: orgánicas e inorgánicas. Las **biomoléculas orgánicas** son los glúcidos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Todas ellas son sustancias basadas en la unión de numerosos átomos de carbono y las estudiaremos en la próxima unidad.

Aunque las biomoléculas orgánicas constituyen una parte importante de los seres vivos, existen dos **biomoléculas inorgánicas** de gran relevancia para la vida: el agua y las sales minerales.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
1																	2					
1	H 1,01 Hidrógeno																	He 4,00 Helio				
2	Li 6,94 Litio	Be 9,01 Berilio															B 10,81 Boro	C 12,01 Carbono	N 14,01 Nitrógeno	O 16,00 Oxígeno	F 19,00 Flúor	Ne 20,18 Neón
3	Na 22,99 Sodio	Mg 24,31 Magnesio															Al 27,98 Aluminio	Si 28,09 Silicio	P 30,97 Fósforo	S 32,07 Azufre	Cl 35,45 Cloro	Ar 39,95 Argón
4	K 39,10 Potasio	Ca 40,08 Calcio	Sc 44,96 Escandio	Ti 47,87 Titanio	V 50,94 Vanadio	Cr 52,00 Cromo	Mn 54,94 Manganeso	Fe 55,85 Hierro	Co 58,93 Cobalto	Ni 58,69 Níquel	Cu 63,55 Cobre	Zn 65,41 Zinc	Ga 69,72 Galio	Ge 72,64 Germanio	As 74,92 Arsénico	Se 78,96 Selenio	Br 79,90 Bromo	Kr 83,80 Cripton				
5	Rb 85,47 Rubidio	Sr 87,62 Estroncio	Y 88,91 Itrio	Zr 91,22 Circonio	Nb 92,91 Niobio	Mo 95,94 Molibdeno	Tc 98,91 Tecnecio	Ru 101,07 Rutenio	Rh 102,91 Rodio	Pd 106,42 Paladio	Ag 107,87 Plata	Cd 112,41 Cadmio	In 114,82 Indio	Sn 118,71 Estaño	Sb 121,76 Antimonio	Te 127,60 Teluro	I 126,90 Yodo	Xe 131,29 Xenón				
6	Cs 132,91 Cesio	Ba 137,33 Bario	La 138,91 Lantano	Hf 178,49 Hafnio	Ta 180,95 Tantalio	W 183,84 Volframio	Re 186,21 Renio	Os 190,23 Osmio	Ir 192,22 Iridio	Pt 195,08 Platino	Au 196,97 Oro	Hg 200,59 Mercurio	Tl 204,38 Talio	Pb 207,19 Plomo	Bi 208,98 Bismuto	Po 209 Polonio	At 210 Astatina	Rn 222 Radón				
7	Fr 223 Francio	Ra 226 Radio	Ac 227 Actinio	Rf 261 Rutherfordio	Db 262 Dubnio	Sg 266 Seaborgio	Bh 264 Bohrio	Hs 277 Hassio	Mt 268 Meitnerio	Ds 285 Darmstadtio	Rg 289 Roentgenio	Cp 285 Copernicio	Uut 288 Ununtrio	Fl 289 Flerovio	Uup 289 Ununpentio	Lv 293 Livermorio	Uus 294 Ununseptio	Uuo 294 Ununoctio				

Metales de transición interna

58 Ce Cerio	59 Pr Praseodimio	60 Nd Neodimio	61 Pm Prometio	62 Sm Samario	63 Eu Europio	64 Gd Gadolinio	65 Tb Terbio	66 Dy Diospro	67 Ho Holmio	68 Er Erbio	69 Tm Tulio	70 Yb Iterbio	71 Lu Lutecio
90 Th Torio	91 Pa Protactinio	92 U Uranio	93 Np Neptunio	94 Pu Plutonio	95 Am Americio	96 Cm Curio	97 Bk Berquellio	98 Cf Californio	99 Es Einstenio	100 Fm Fermio	101 Md Mendelevio	102 No Nobelio	103 Lr Laurencio

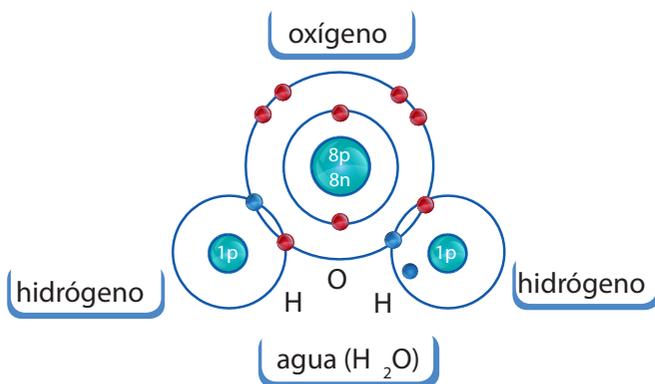
Agua

El **agua** es la sustancia más abundante en los seres vivos, ya que constituye alrededor del 70 % de su masa. Debido a su estructura molecular, presenta propiedades que la hacen imprescindible para el desarrollo de la vida.

Composición y estructura molecular

La molécula de agua (H_2O) está formada por el enlace covalente entre un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, y se caracteriza por:

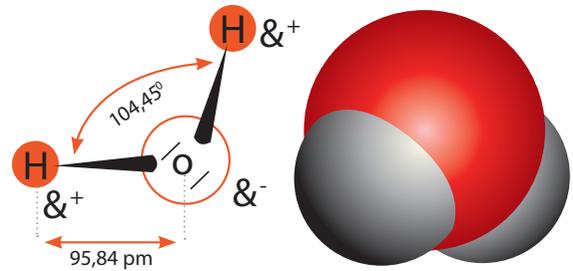
- **Compartición de dos electrones:** La compartición de electrones permite mantener una configuración estable.



- Distribución de los electrones en una molécula de agua

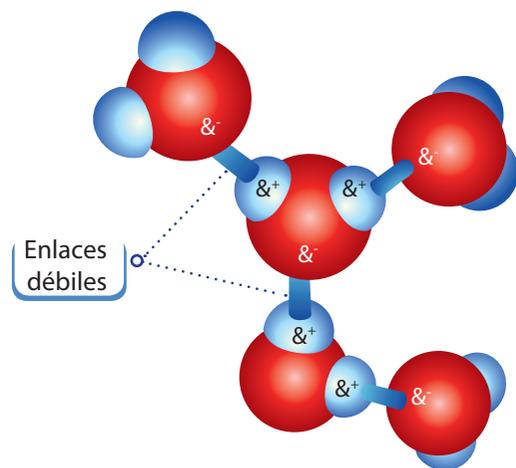
- **Polaridad de la molécula:** El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, por lo que atrae hacia su núcleo a los electrones del hidrógeno. Esto produce un reparto desigual de las cargas, por lo

que la molécula de agua se convierte en un **dipolo eléctrico** en el que el oxígeno cuenta con carga negativa y los hidrógenos con carga positiva.



- Dipolo en una molécula de agua

- **Formación de puentes de hidrógeno:** La atracción entre los átomos de hidrógeno y de oxígeno de diferentes moléculas de agua debido a su diferencia de carga forma un tipo de enlace débil que lo conocemos como **puente de hidrógeno**.



- Puentes de hidrógeno entre varias moléculas de agua

Propiedades fisicoquímicas del agua

Gracias a su composición y estructura molecular, el agua presenta unas propiedades fisicoquímicas que la convierten en una sustancia indispensable para la vida. A continuación, veremos las principales propiedades fisicoquímicas del agua y su utilidad para los seres vivos:

- Elevada tensión superficial

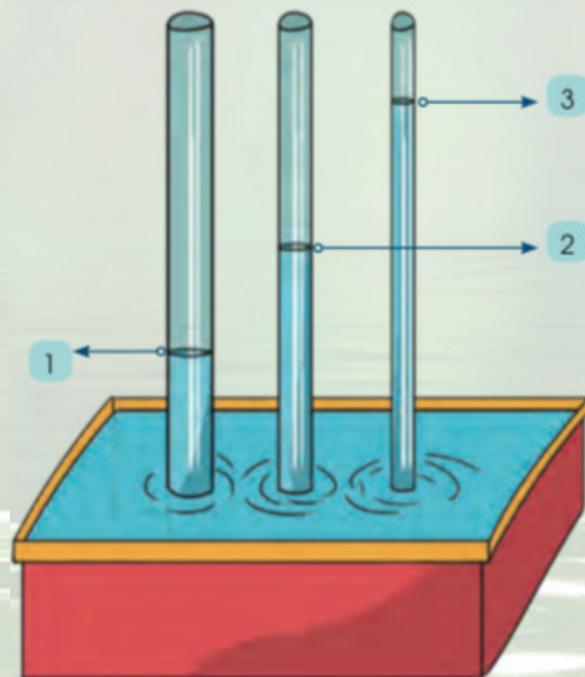
La fuerte cohesión entre las moléculas de agua, causada por los puentes de hidrógeno, provoca que el agua tenga una elevada tensión superficial. Esto se traduce en que las masas de agua, en su superficie, se comportan como una fina película elástica que puede soportar el peso de pequeñas partículas. Muchos insectos son capaces de aprovecharse de esta situación y viven caminando sobre el agua, ya que se desplazan sobre ella sin romper su tensión superficial.

- Capilaridad

Gracias a su tensión superficial y a la adhesión de las moléculas, el agua también presenta la propiedad de la capilaridad. Este fenómeno consiste en el ascenso del agua sin gasto energético a través de tubos estrechos. Cuanto menor sea el diámetro del tubo, más ascenderá el agua. Este proceso, que podemos comprobar viendo cómo se comporta el agua en un sorbete, es muy importante en los seres vivos, ya que ayuda a los sistemas circulatorios y es el fenómeno gracias al cual las plantas pueden absorber agua subterránea desde las raíces y transportarla hasta las hojas sin consumir energía.



■ Insecto (*Gerris lacustris*)



■ Ascenso del agua por capilaridad en tubos de distintos tamaños. Cuanto más estrecho sea el tubo, más ascenderá el agua.

- Elevado calor específico

La capacidad calorífica específica, es decir, la cantidad de calor necesaria para aumentar 1 °C la temperatura de un kilogramo de una sustancia, es muy elevada en el caso del agua, porque los numerosos puentes de hidrógeno que se establecen entre sus moléculas limitan el movimiento de estas y atrasan el incremento de la agitación térmica. El calor específico del agua es de 1 caloría/gramo · °C, o lo que es lo mismo: 4186 julios/gramo · °C. Esto es más alto que el de cualquier otra sustancia similar al agua.

De este modo, cuando el agua se calienta, la temperatura asciende lentamente, porque no todo el calor se utiliza para aumentar el movimiento de las moléculas, sino que una parte se invierte en romper los puentes de hidrógeno. El descenso de 1 °C también se produce lentamente, en vista de que supone la pérdida de una importante cantidad de calor, la misma que se ha utilizado para producir este incremento.

Por este motivo, el agua desempeña un papel de vital importancia en la regulación de la temperatura de los seres vivos, porque es capaz de absorber y almacenar gran cantidad de calor aumentando muy poco su temperatura. Igualmente, esta propiedad hace que los océanos regulen la temperatura de la Tierra y mantengan un ambiente favorable para el desarrollo de la vida.

- Gran poder disolvente

Debido a la polaridad de las moléculas, el agua tiene la capacidad de disolver distintas sustancias ya sean iónicas o polares.

Las sustancias iónicas, como la sal (cloruro de sodio), están formadas por iones, átomos cargados positiva o negativamente. Cloruro de sodio: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ +$

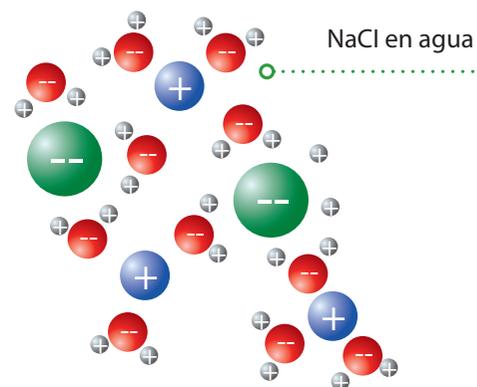
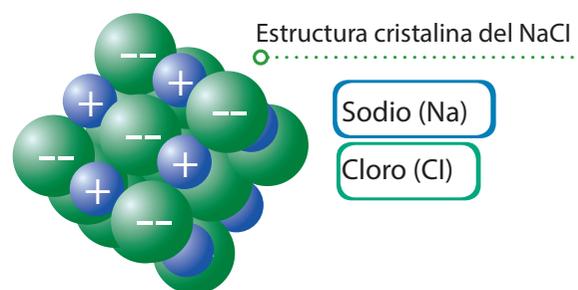
Cl^- . En contacto con el agua, los iones se separan y quedan rodeados por las moléculas de H_2O , así se provoca la disolución de la sustancia iónica en agua.

Las **sustancias polares** son aquellas que tienen zonas con carga de distinto signo, pero no forman iones. Sustancias, como algunos glúcidos o proteínas, son polares y pueden disolverse en agua, ya que se establecen puentes de hidrógeno entre ellas y el agua y quedan rodeadas por moléculas de H_2O .

Esta propiedad es muy importante para la vida, ya que moléculas grandes pueden disolverse y transportarse a través de los sistemas circulatorios de los seres vivos, disueltos en la sangre o en la savia de las plantas.

A las sustancias iónicas y polares que tienen afinidad con el agua y se pueden disolver en ella, las conocemos como **hidrófilas**; pero del mismo modo existen sustancias **hidrófobas**, sustancias apolares que repelen el agua como los lípidos.

El agua disuelve los compuestos iónicos.



■ Moléculas de agua rodeando iones de sodio y cloro

- Densidad

El valor máximo de densidad del agua se obtiene a 4 °C, cuando se establecen numerosos puentes de hidrógeno entre sus moléculas. En este punto, consideramos la densidad del agua como 1 kg/dm³, o lo que es lo mismo, cada litro de agua tiene una masa de un kilogramo. A medida que aumentamos o disminuimos la temperatura del agua desde los 4 °C, su densidad disminuye. Esto es lo que permite que el hielo (agua a 0 °C) flote sobre el agua en estado líquido.

Este hecho será muy importante para la vida ya que, en épocas de frío, los lagos y lagunas quedarán congelados pero solo en su superficie, puesto que el agua congelada flota sobre el agua líquida y permite que en la profundidad siga existiendo vida.

- Bajo grado de ionización

Por lo general, solo una pequeña proporción de las moléculas de agua tienden a ionizarse, es decir, uno de los átomos de hidrógeno se separa para combinarse con otra molécula de agua y esto da lugar al ion hidronio (H₃O⁺) y al ion hidroxilo (OH⁻).

Cuando una sustancia iónica o polar se disuelve en agua, se altera la cantidad de iones y eso provoca que se modifique el pH. La mayoría de los procesos biológicos dependen del pH y su variación puede alterar el correcto funcionamiento de los organismos.

Como el agua tiene un bajo grado de ionización, es necesario que en los seres vivos existan otros compuestos que actúan como tampón, es decir, mantienen el pH estable.

Aunque el agua no puede actuar como tampón, es importante que existan pequeñas cantidades de iones hidronio e hidroxilo, ya que estas son importantes para llevar a cabo algunas reacciones que ocurren en la célula.



<http://goo.gl/AzldqF>

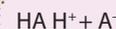


<http://goo.gl/8MMuTQ>

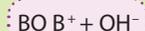
El agua forma parte de diversas soluciones, entre las que destacan por su importancia biológica las soluciones tampón, porque mantienen constante el pH del medio intracelular y extracelular.

Las **soluciones tampón** están formadas por ácidos débiles o bases débiles, es decir, ácidos y bases que no se ionizan completamente cuando se disuelven en agua.

Cuando las soluciones tampón están formadas por ácidos débiles, estos pueden ionizarse y dar lugar a iones hidrógeno y a un ion aceptor de protones, es decir, una base. La reacción es reversible.



Cuando las soluciones tampón están formadas por bases débiles, como resultado de la ionización, se obtienen iones hidroxilo y un ion dador de protones, es decir, un ácido. La reacción también es reversible.



1. Explica cómo influye la polaridad de las moléculas de agua en las siguientes propiedades:

- Cohesión y adhesión
- Capacidad calorífica específica elevada

- Gran capacidad disolvente

2. ¿Por qué el hielo flota sobre el agua líquida?
3. Explica qué ocurre si a una solución que tiene un pH 7 se le añade HCl.

Funciones biológicas del agua

El agua desempeña unas funciones biológicas decisivas en los procesos vitales. Estas funciones se relacionan con las propiedades anteriores.

Funciones	Propiedades
<p>Distribuye sustancias .</p> <p>Algunas sustancias, como las sales minerales, circulan hacia las partes aéreas de las plantas y se distribuyen por ellas, gracias al desplazamiento del agua por los vasos conductores.</p>	<p>La ascensión del agua por los vasos conductores es posible por capilaridad , es decir, por la combinación de la cohesión y la adhesión de las moléculas de agua.</p> <p>Debido a la atracción que ejercen las paredes del vaso conductor sobre las moléculas de agua, estas se adhieren a su superficie y avanzan en sentido ascendente. El resto de las moléculas que constituyen la columna de agua se mueve por cohesión.</p>
<p>Modera la temperatura interna de los seres vivos .</p> <p>El contenido en agua de los seres vivos amortigua las variaciones de su temperatura interna como consecuencia de cambios bruscos de la temperatura ambiental, o por la producción de calor durante el metabolismo. Este efecto moderador favorece el desarrollo de las reacciones metabólicas.</p>	<p>El agua necesita absorber mucho calor para aumentar 1 °C su temperatura. Del mismo modo, para que esta descienda 1 °C, se ha de desprender de una gran cantidad de calor.</p> <p>El lento ascenso o descenso de la temperatura del agua se debe a su elevada capacidad calorífica específica .</p>
<p>Permite la vida bajo la superficie helada de los lagos y océanos.</p> <p>La capa de hielo que se forma en los lagos y los océanos durante el invierno no impide que, por debajo de ella, en el agua líquida, vivan numerosos organismos. El hielo actúa como aislante térmico y, como no se acumula en el fondo, no supone un obstáculo para el desarrollo de la vida.</p>	<p>A temperaturas inferiores a los 4 °C, la densidad del agua disminuye en vez de aumentar. De esta manera, el hielo flota sobre el agua líquida.</p>
<p>Actúa como disolvente .</p> <p>La disolución de sustancias en el citoplasma permite su transporte y su participación en las reacciones metabólicas.</p>	<p>Las moléculas de agua tienden a separar numerosos compuestos por su elevada capacidad disolvente .</p> <p>Los enlaces de las sustancias se debilitan por la atracción que se establece entre cargas opuestas.</p>
<p>Participa en diversas reacciones .</p> <p>En las células tienen lugar numerosas reacciones y en algunas de ellas el agua actúa como reactivo. En estas reacciones, denominadas reacciones de hidrólisis , se rompen enlaces de las moléculas por adición de H^+ o OH^- .</p>	<p>Algunas moléculas de agua tienen tendencia a ionizarse, es decir, a separarse del oxígeno al que se unen covalentemente para unirse con otro átomo de oxígeno al que están unidas por puentes de hidrógeno.</p> <p>Los iones resultantes son atraídos por otros compuestos, de modo que rompen algunos enlaces existentes y forman nuevos.</p>

4. Haz un informe sobre el agua en el que se traten los puntos siguientes:

- Importancia
- Composición y estructura molecular
- Propiedades
- Funciones

Sales minerales

Las sales minerales forman parte de los seres vivos y, aunque se encuentran en cantidades muy pequeñas en comparación con el agua o las biomoléculas, tienen funciones muy importantes en las reacciones metabólicas, en la regulación de estas o como constituyentes celulares.

Las sales más abundantes en los seres vivos son los cloruros, los fosfatos y los carbonatos de calcio, sodio, potasio y magnesio.

Características

Las **sales minerales** son sustancias formadas por un catión procedente de una base y un anión procedente de un ácido. Distinguiamos dos tipos de sales minerales:

- **Insolubles**: Se encuentran formando un precipitado que no se disocia. Por ejemplo, el fosfato cálcico, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- **Solubles**: Se encuentran disociadas en iones, como en el caso del cloruro sódico, NaCl .

Funciones

Las funciones de las sales minerales dependen de su solubilidad en el agua.

- Las **sales insolubles** tienen función estructural, ya que, por ejemplo, los fosfatos y los carbonatos de calcio son componentes de huesos y conchas de los animales.
- Las **sales solubles** se ionizan en sus iones correspondientes, los cuales tienen diversas funciones en las células. Por ejemplo, la transmisión del impulso nervioso depende del intercambio de iones Na^+ y K^+ entre el medio intracelular y el extracelular a través de la membrana plasmática.

Ósmosis

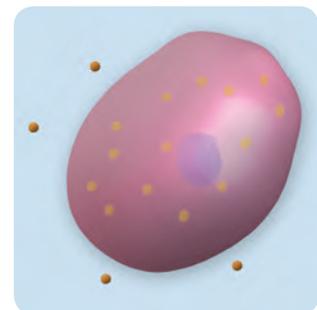
La presencia de sales disueltas en el agua condiciona el movimiento de las moléculas de agua a través de la membrana plasmática para igualar las concentraciones. Este movimiento es un caso especial de transporte pasivo y lo llamamos **ósmosis**. Así, las moléculas de agua atraviesan la membrana plasmática desde la disolución de menor concentración, **disolución hipotónica**, hacia la de mayor concentración, la **disolución hipertónica**. Cuando el paso del agua iguala las dos concentraciones, las disoluciones reciben el nombre de **isotónicas**.

Este movimiento del agua a través de la membrana **plasmática** puede producir que algunas células se arruguen por una pérdida excesiva de agua, que conocemos como plasmólisis, o bien que se inflen por un aumento también excesivo en el contenido celular de agua, fenómeno que llamamos **turgencia**. Para evitar estas dos situaciones, de consecuencias desastrosas para las células, estas poseen mecanismos para expulsar el agua o los iones mediante un transporte que requiere gasto de energía.

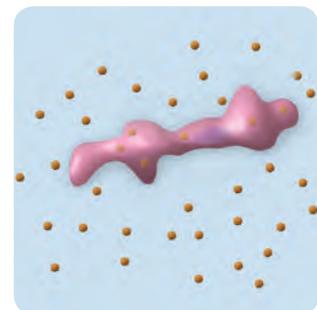
y también

La **difusión** es el transporte de sustancias a través de la membrana que se da a favor del gradiente de concentración. No requiere de aporte energético, pero si las moléculas que atraviesan la membrana son de gran tamaño (certain proteínas, por ejemplo), es necesaria la participación de transportadores de membrana.

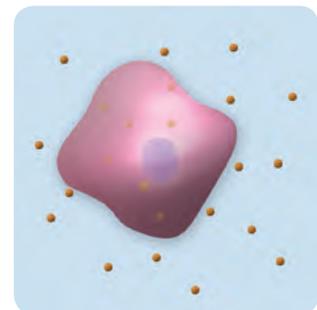
La **diálisis** es un caso de difusión selectiva a través de membrana, en el que solo la atraviesan moléculas pequeñas.



■ Disolución hipotónica



■ Disolución hipertónica

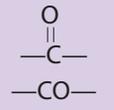
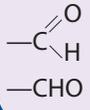
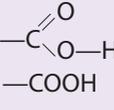
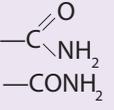


■ Disolución isotónica

Biomoléculas orgánicas

Junto con el agua y las sales minerales, las **biomoléculas orgánicas** son los componentes fundamentales de la materia viva. Las biomoléculas orgánicas están formadas principalmente por **carbono** (C) y tienen funciones muy diversas en los seres vivos: estructurales, energéticas, de control en reacciones metabólicas, etc.

La vida, tal y como la conocemos, está basada en el carbono, y este es el único elemento que sirve como esqueleto de las biomoléculas que conforman a todos los organismos. La principal característica que hace que el carbono sea tan relevante es su configuración electrónica que permite que forme cuatro enlaces covalentes simples muy estables, e igualmente podría crear enlaces dobles e incluso triples. De esta forma, los átomos de carbono pueden crear cadenas lineales, ramificadas o cíclicas muy estables sobre las que se van situando otros grupos funcionales, formados en su mayoría por hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N).

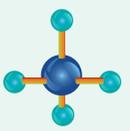
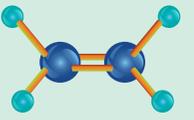
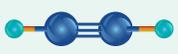
—OH	Hidroxilo		Cetona	—NH ₂	Amina
	Aldehído		Ácido carboxílico		Amina

Lo que permite que el carbono pueda formar los cuatro enlaces tan estables, es que sus cuatro electrones de valencia se disponen en una configuración electrónica especial que da lugar al **carbono excitado** (C*).

Configuración electrónica del carbono en su estado normal: C: $1s^2 2s^2 2p^2$.

Configuración electrónica del carbono excitado: C*: $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$.

Gracias a esta configuración, los orbitales del carbono hibridan y pueden formar los distintos enlaces tal como se representa en la tabla.

Hibridación	Formada por	Forma en el espacio	Ángulos	Tipos de enlaces C-C
sp ³	un orbital s y tres orbitales p	Tetraédrica 	109°	sencillos
sp ²	un orbital s y dos orbitales p	Trigonal-planar 	120°	dobles
sp	un orbital s y un orbital p	Lineal 	180°	triples

- El **silicio** es un elemento con propiedades muy similares al carbono. De hecho, muchos investigadores dedican su trabajo a comprobar si podría existir vida basada en el silicio de una forma similar a la vida que conocemos basada en el carbono. Investiga sobre los puntos a favor y en contra que existen sobre la posibilidad de encontrar o crear vida basada en el silicio y debate esta posibilidad con tus compañeros y compañeras en clase.