



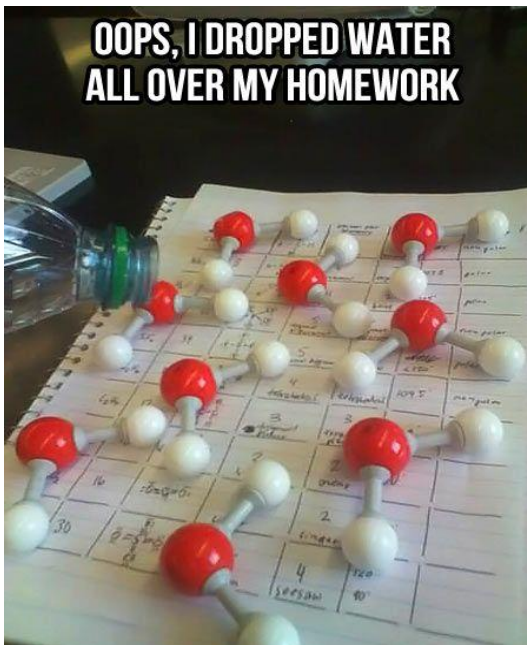
Colegio de
San Francisco de Paula

Tema 1. Biología Molecular

1.2 Agua



Germán Tenorio
Biología NM-Diploma BI



more awesome pictures at THEMETAPICTURE.COM

Idea Fundamental: El agua es el medio en el que se da la vida.





El agua

- El agua es considerada como el líquido de la vida, ya que tal como se conoce en la Tierra, se desarrolla siempre en medio acuoso.
- Por una lado, incluso en los seres no acuáticos el medio interno es esencialmente hídrico. Por otro lado, la inmensa mayoría de las reacciones bioquímicas se desarrolla en el seno del agua y obedece las leyes físico-químicas de las disoluciones acuosas.



Compuesto	peso molecular	Fusión (°C)	Ebullición (°C)
H ₂	2	-252	-250
CH ₄	16	-183	-164
NH ₃	17	-78	-33
H ₂ O	18	0	100
HF	19	-83	20
N ₂	28	-210	-195
O ₂	32	-218	-183
CO ₂	48	-78	-57
C ₄ H ₁₀	58	-138	-1

- A pesar de su abundancia y de su simplicidad, **no es un compuesto químico corriente** y manifiesta gran reaccionabilidad.

~
xxxxxxxxxx



Estructura molecular del agua

- El agua es una molécula formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno unidos mediante **enlace covalente**, en los que cada átomo de H comparte un par de electrones con el átomo de O.

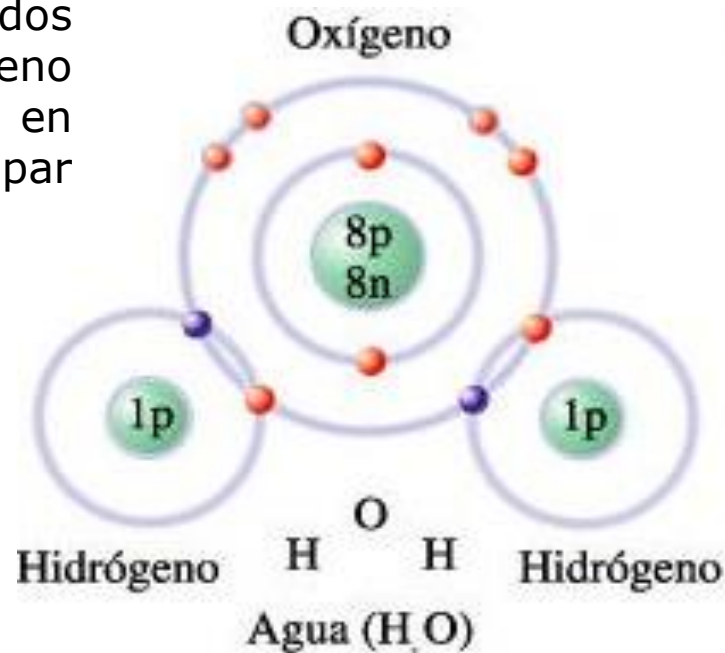
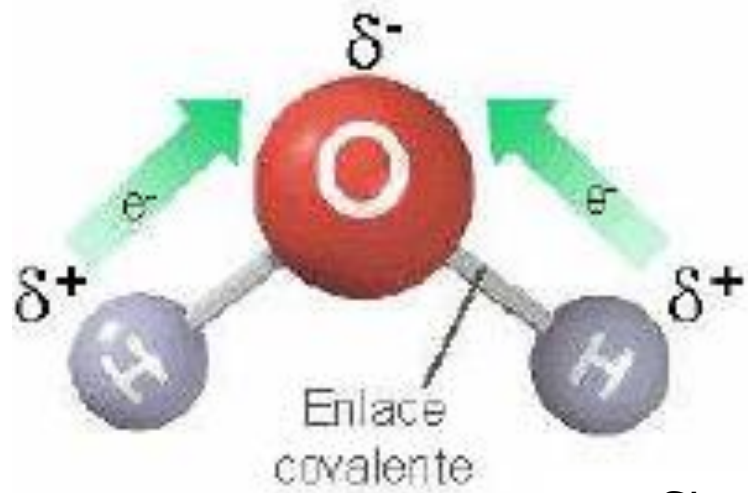


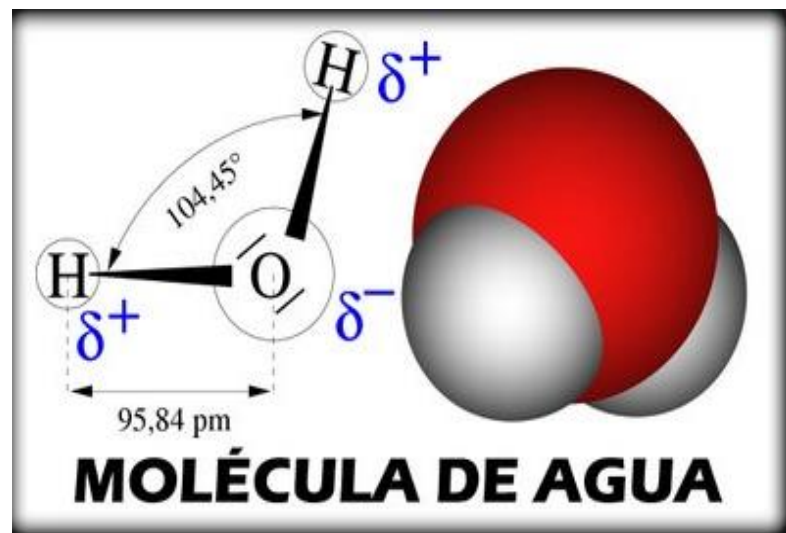
IMAGEN: 3.bp.blogspot.com

- Sin embargo, como la **electronegatividad** del O es mayor que la del H, los pares de electrones compartidos se ven atraídos con más fuerza por el núcleo del O que por el del H.



Estructura molecular del agua

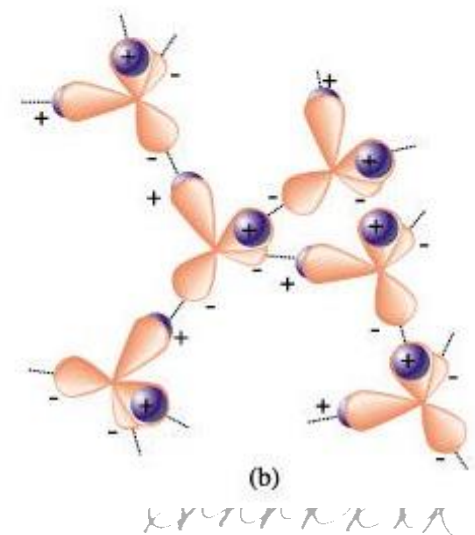
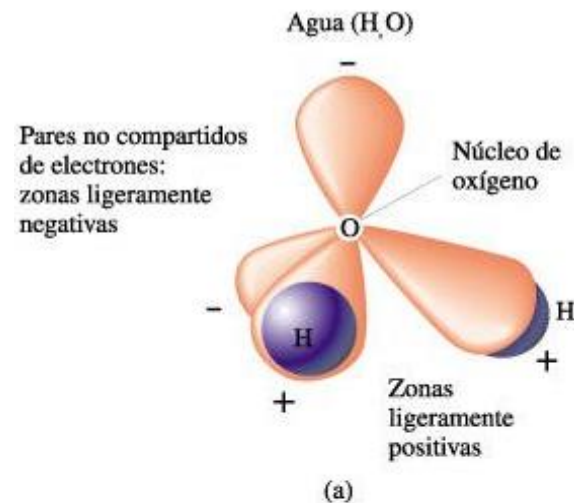
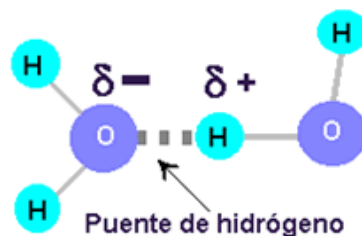
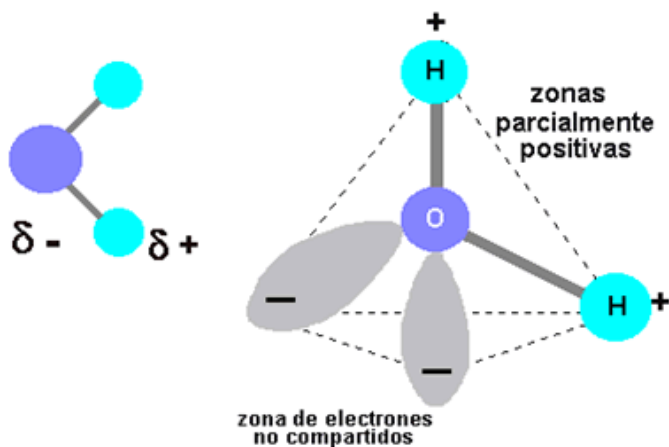
- Por otro lado, el oxígeno posee 4 e⁻ más sin compartir en su capa de valencia, lo que tiene dos consecuencias:
 - 1) La geometría triangular que posee la molécula de agua, de manera que los átomos de H forman respecto al O un ángulo de 104.5° (ligamente inferior que el de un tetrahedro perfecto: 109.5°).
 - 2) La presencia de una carga negativa débil en la zona donde se sitúan los electrones no compartidos.
- Esto último unido a la menor electronegatividad de los H, crea una asimetría eléctrica que hace que el agua, aunque tenga carga total neutra, presente **cargas eléctricas parciales opuestas** (δ), de manera que la zona de los electrones no compartidos del O es negativa y la zona de los H es positiva. Por esta razón, la molécula de agua tiene **carácter dipolar**.





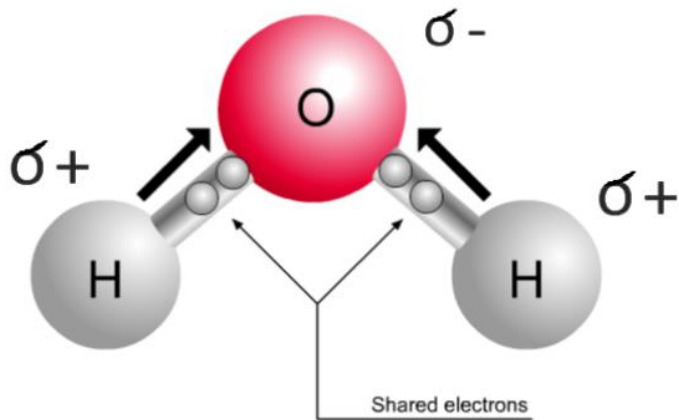
Estructura molecular del agua

- Su carácter polar le permite establecer **interacciones con otras moléculas polares** o con **iones cargados eléctricamente**.
- **Las moléculas de agua son polares y entre ellas se forman puentes de hidrógeno**: La carga parcial negativa del O de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los H de otras moléculas adyacentes, de forma que una molécula de agua puede formar hasta 4 enlaces de H a la vez.



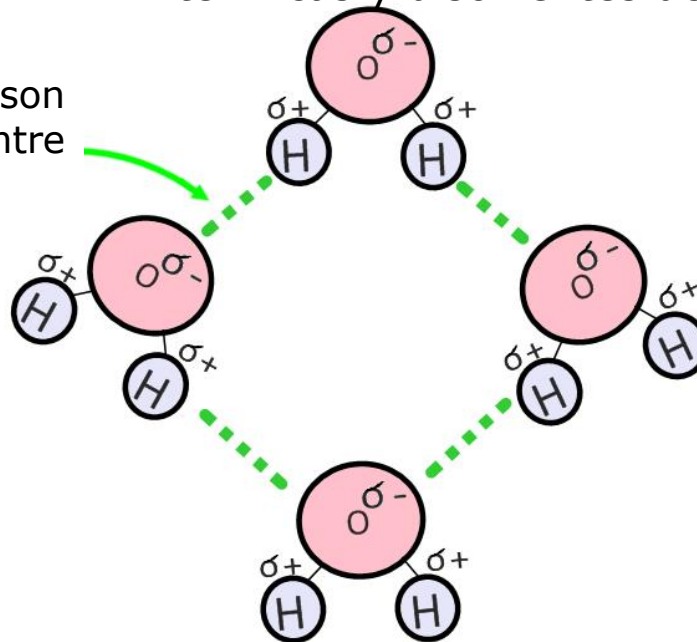
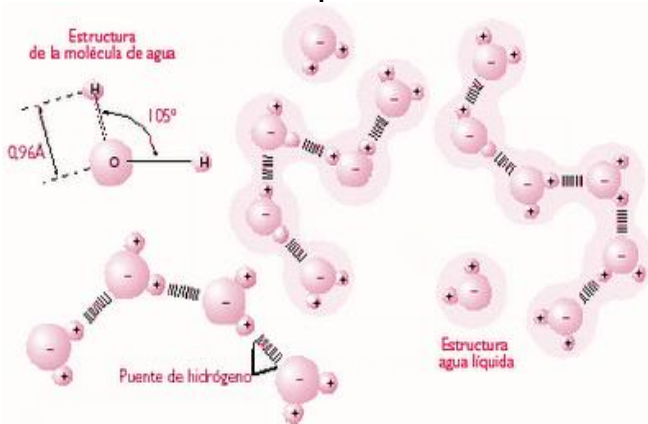


Estructura molecular del agua



- En estado líquido, cada molécula de agua forma un promedio de 3,4 enlaces de hidrógeno con otras moléculas de agua. Los puentes de hidrógeno y su bipolaridad explican las **propiedades físico-químicas** del agua, como son las propiedades cohesivas, adhesivas, térmicas y disolventes del agua.

- Los **enlaces de hidrógeno** son atracciones electrostáticas entre moléculas polares.



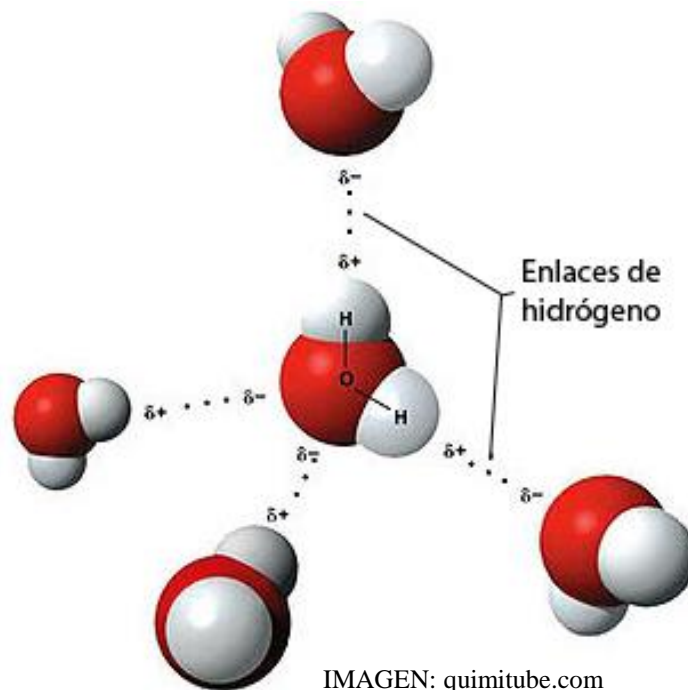
video1





NATURALEZA CIENCIAS: Uso de teorías para explicar los fenómenos naturales

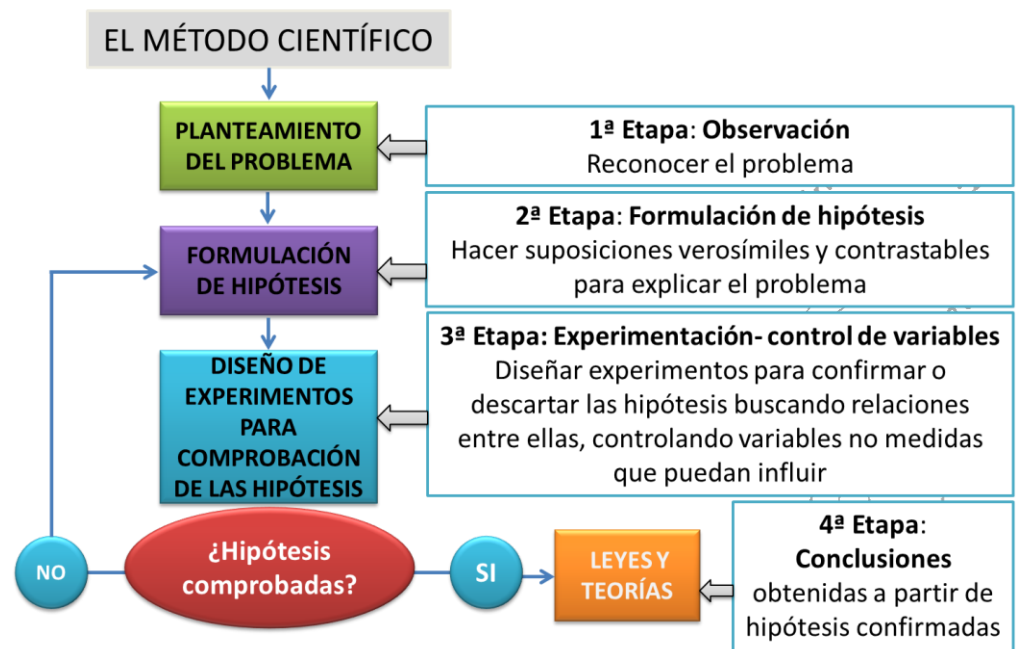
- Aunque existen fuertes evidencias experimentales acerca de los enlaces de hidrógeno, **sigue siendo una teoría el que los puentes de hidrógeno se formen entre las moléculas de agua y que las propiedades del agua se expliquen en base a ellos.**
- Los **enlaces de hidrógeno** son un tipo específico de interacción polar que se establece entre dos átomos significativamente electronegativos, generalmente O o N, y un átomo de H, unido covalentemente a uno de los dos átomos electronegativos.
- No ha podido probarse la existencia de los enlaces de hidrógeno, dado que son invisibles. Sin embargo, son muy útiles a la hora de explicar las propiedades del agua.





NATURALEZA CIENCIAS: Uso de teorías para explicar los fenómenos naturales

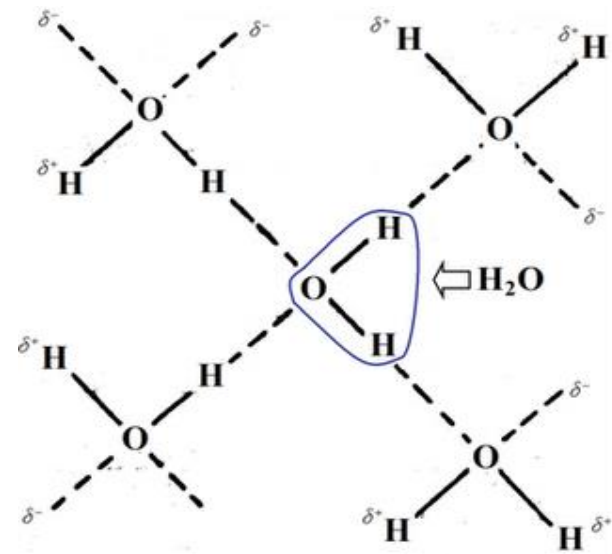
- **Los enlaces de hidrógeno explican las propiedades cohesivas, adhesivas, térmicas y disolventes del agua.** Son estas propiedades distintivas del agua las que la hacen tan útil para los seres vivos.
- Pudiera parecer que no es muy sensato basar nuestro entendimiento del mundo natural en algo cuya existencia no ha podido probarse, los enlaces de hidrógeno.
- Sin embargo esta es la foma en la que funciona el conocimiento científico, **asumiendo como válida una teoría** mientras existan evidencias que la validen.





Propiedades físico-químicas del agua

- Derivan de su peculiar estructura molecular y determinan las funciones biológicas que el agua desempeña en los sistemas biológicos.
- 1) Elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas.** La fuerza de un enlace de hidrógeno es débil, sin embargo, **muchos enlaces de hidrógeno** mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi **incompresible**.



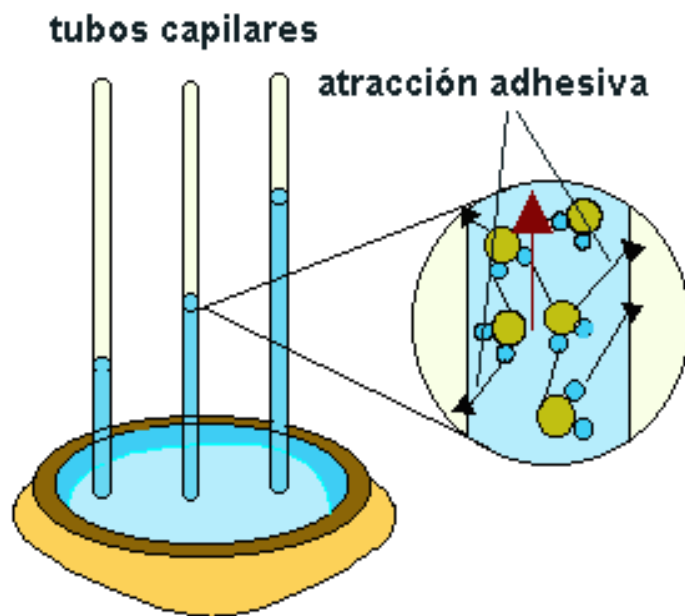
- ¿Qué funciones biológicas aportará esta propiedad del agua a los seres vivos? ¿Qué ejemplos conoces?

x x x x x x x x x x



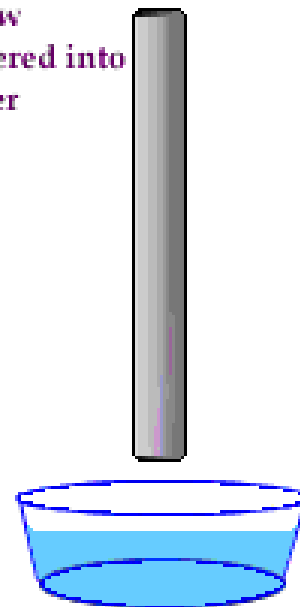
Propiedades físico-químicas del agua

- 2) **Elevada fuerza de adhesión.** También relacionada con los **enlaces de hidrógeno** que se establecen entre las moléculas de agua y otras moléculas polares y es responsable, junto con la cohesión, de la llamada **capilaridad**, donde las moléculas de agua en un capilar se mueven hacia arriba en contra de la gravedad.



Capillary Action

Straw
lowered into
water



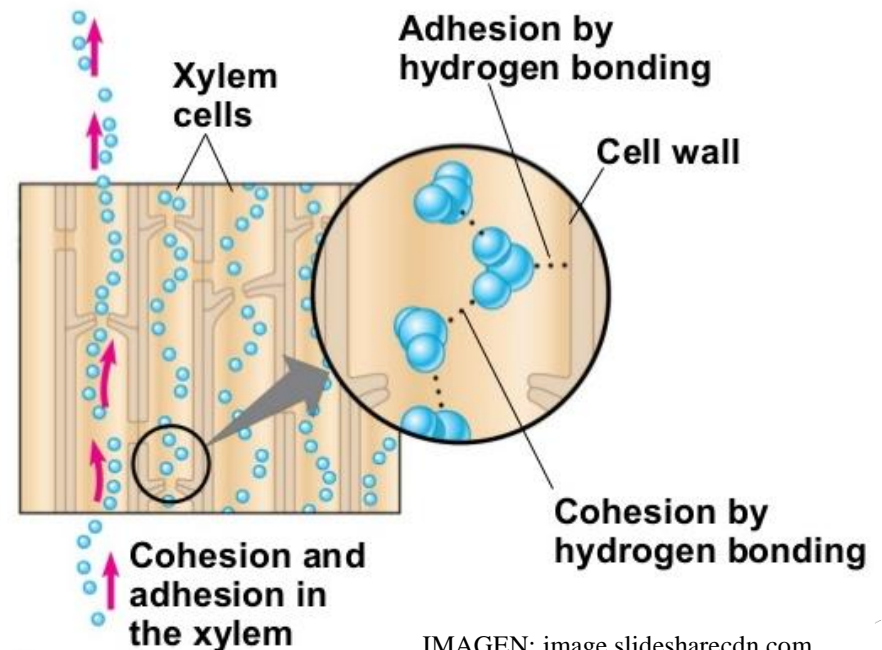
- ¿Qué funciones biológicas aportará esta propiedad del agua a los seres vivos? ¿Qué ejemplos conoces?



Funciones biológicas del agua

1) Ascensión del agua en las plantas. Esta función se debe a las propiedades cohesivas y adhesivas. La subida de la savia bruta desde las raíces hasta las hojas, se debe:

- A la cohesión entre las moléculas de agua, mediada por los enlaces de hidrógeno entre ellas, que la hace incompresible, de manera que la columna de agua que sube por los vasos de xilema no se fragmenta.
- A la adhesión del agua a las moléculas de celulosa de las paredes vegetales. Cuando el agua se evapora y se pierde a través de los estomas, las fuerzas adhesivas hacen que el agua sea succionada desde el vaso de xilema más cercano. Esto mantiene a las paredes humedecidas para que pueda absorberse el CO_2 para la fotosíntesis.





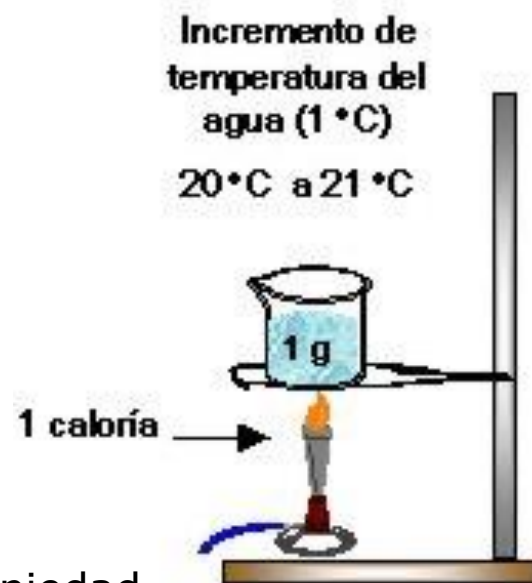
Propiedades físico-químicas del agua

3) Elevado calor específico. Se define calor específico como *“la cantidad de calor que es necesario aplicar a 1 g de una sustancia para elevar su temperatura en 1°C”*.

Cuando se aplica calor al agua, parte de la energía acumulada se emplea en **romper los enlaces de hidrógeno** y no en elevar su temperatura. Igualmente, su temperatura desciende con más lentitud a medida que va liberando energía al enfriarse.

Sustancia o elemento	Calor específico
Cobre	0,093
Plata	0,056
Mercurio	0,033
Aire	0,337
Aluminio	0,217
Vidrio	0,199
Hierro	0,113
Agua	1,000
Alcohol	0,600
Hielo	0,505

- ¿Qué funciones biológicas aportará esta propiedad del agua a los seres vivos? ¿Qué ejemplos conoces?

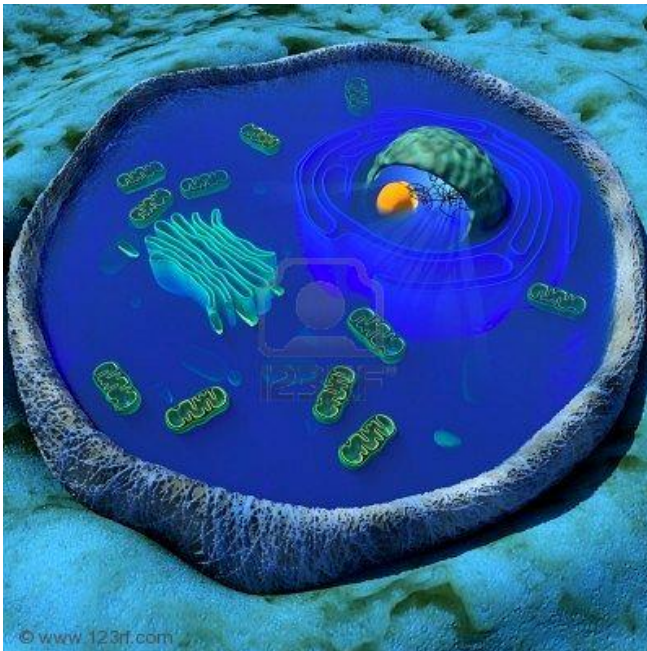


en la vida
XXXXXX



Funciones biológicas del agua

2) Amortiguador de la temperatura. Debido a su elevado calor específico permite que el citoplasma acuoso sirva de protección a las sensibles moléculas orgánicas ante los cambios bruscos de temperatura. Actúa como un amortiguador térmico que mantiene la temperatura del organismo (o ecosistema acuático) relativamente constante, a pesar de las variaciones externas.



© www.123rf.com

IMAGEN: vvbiology2.wikispaces.com

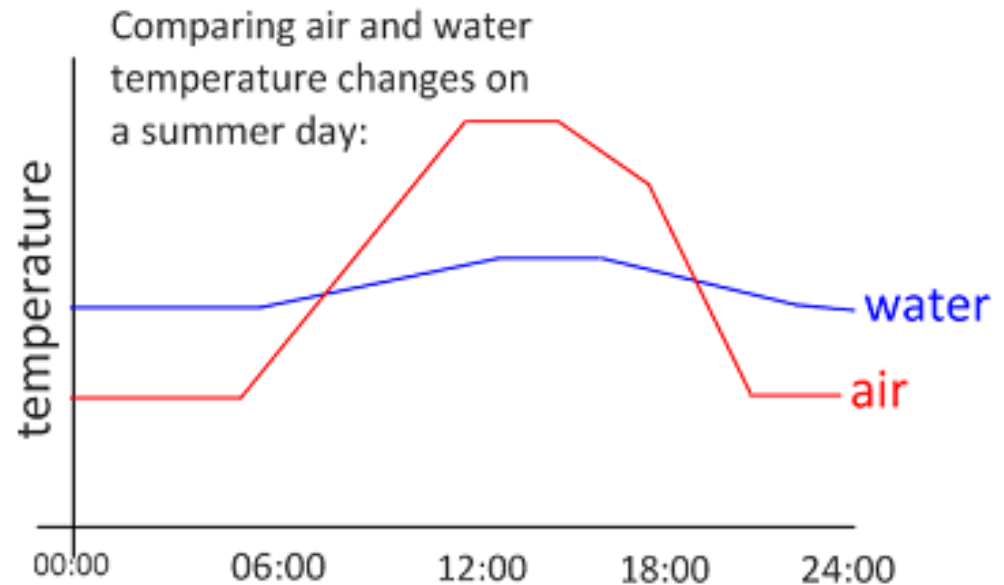


IMAGEN: i-biology.net

Handwritten signature and scribbles.



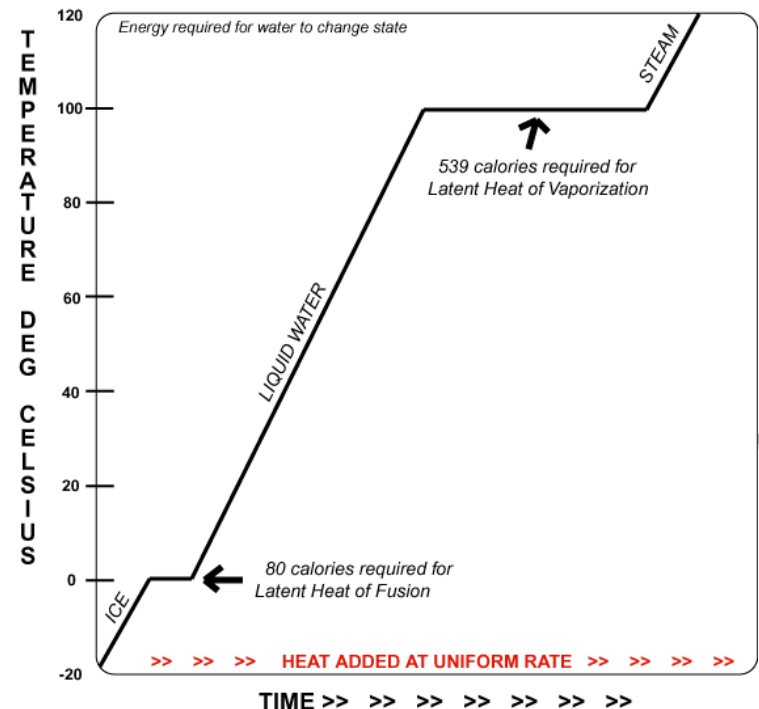
Propiedades físico-químicas del agua

- 4) **Elevado calor latente de vaporización.** Se define calor de vaporización como *"la cantidad de calor que hay que aplicar a una sustancia para que cambie de fase líquida a gaseosa"*.

Es muy alto en el caso del agua, porque para pasar de estado líquido al gaseoso es necesario **romper todos los enlaces de hidrógeno**, lo que requiere un considerable aporte de energía.

Esta energía se toma del entorno, lo que hace que la temperatura del mismo disminuya. Por este motivo, la evaporación tiene un efecto refrigerante.

IMAGEN: cdn4.explainthatstuff.com



- ¿Qué funciones biológicas aportará esta propiedad del agua a los seres vivos? ¿Qué ejemplos conoces?



Funciones biológicas del agua

3) Sistema refrigerante. Debido a su elevado calor latente de vaporización. Cuando se evapora el agua, consume mucha energía del entorno para romper los enlaces de hidrógeno, lo que provoca una disminución de la temperatura del entorno.

Los vertebrados disipan calor por **sudoración**.

Muchos animales de climas cálidos utilizan el agua o el barro para refrescarse.



Las plantas adaptadas a ambientes calurosos segregan y almacenan externamente esencias volátiles cuya evaporación provoca un descenso de la temperatura del entorno.

*in term
xxxxxxx*



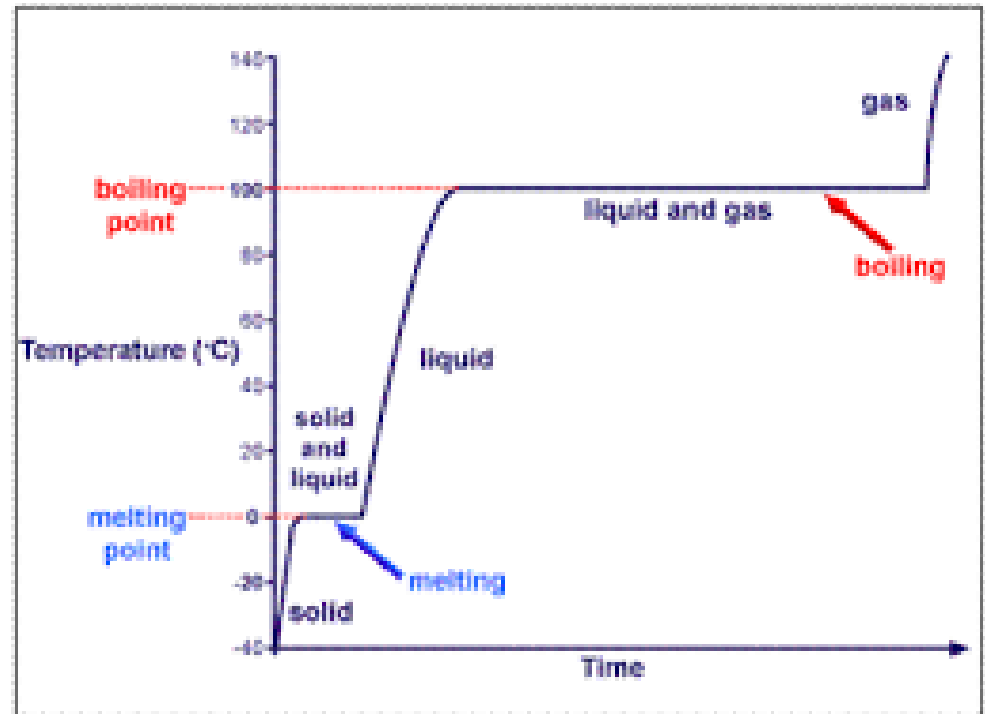
Propiedades físico-químicas del agua

- 5) Elevado punto de ebullición.** El punto de ebullición de una sustancia es la temperatura más alta que puede llegar a alcanzar en estado líquido, justo antes, de pasar a estado gaseoso.

Por el mismo motivo que el agua tiene un alto calor de vaporización, **deben romperse los enlaces de hidrógeno**, el agua también tiene un elevado punto de ebullición.

De este modo, el agua es líquida a lo largo de un amplio rango de temperaturas, desde los 0°C hasta los 100 °C.

IMAGEN: cdn4.explainthatstuff.com



- ¿Qué funciones biológicas aportará esta propiedad del agua a los seres vivos? ¿Qué ejemplos conoces?

Handwritten notes:
m. l. m. m.
x x x x x x x x x



Funciones biológicas del agua

4) Agua en estado líquido en un amplio rango de temperaturas.
Debido a su elevado punto de ebullición, el cual permite encontrar agua en estado líquido dentro de un amplio rango de temperaturas (0°C - 100°C) que coincide con el rango de temperaturas encontrado en los habitats terrestres.



IMAGEN: chicgotribune.com

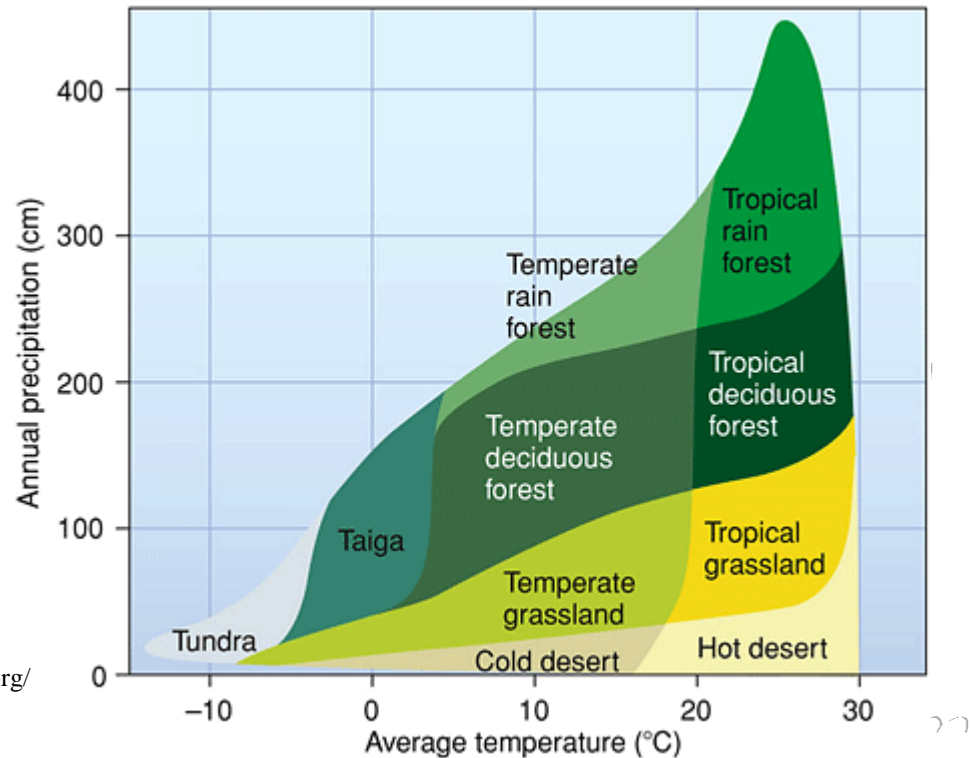


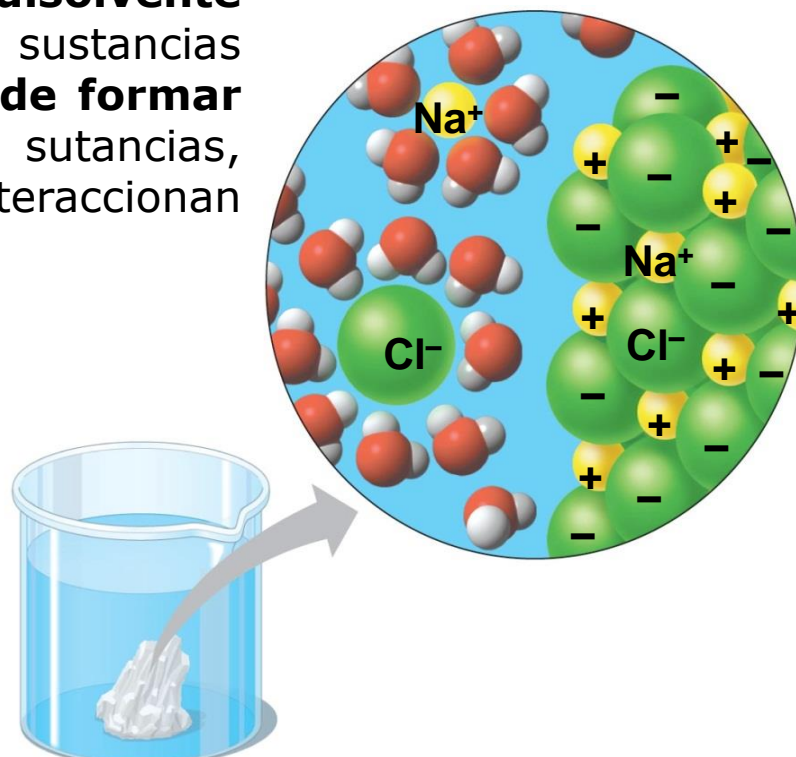
IMAGEN: blogs.mtlakes.org/



Propiedades físico-químicas del agua

- 6) **Acción disolvente.** Se denomina **disolvente universal** al ser el líquido que más sustancias disuelve. Se debe a su **capacidad de formar puentes de hidrógeno** con otras sustancias, pues éstas se disuelven cuando interaccionan con las moléculas polares de agua.

Los solutos pueden ser sustancias orgánicas, polares o con carga iónica, dando lugar a **disoluciones moleculares**, o bien electrolitos, es decir, sustancias salinas que al disolverse se disocian total o parcialmente, originando **disoluciones iónicas**.



Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

- ¿Qué funciones biológicas aportará esta propiedad del agua a los seres vivos? ¿Qué ejemplos conoces?

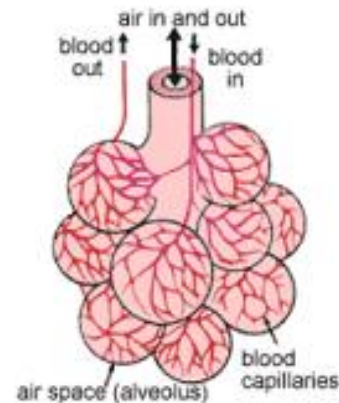


Funciones biológicas del agua

5) Lugar donde transcurren la mayoría de las reacciones metabólicas. Se debe a su poder disolvente, ya que el requisito indispensable para que dos sustancias reaccionen es que se encuentren en el mismo medio e interaccionen. El citoplasma celular es acuoso, constituyendo una mezcla compleja de sustancias disueltas en el que las reacciones metabólicas ocurren en disolución.

Las membranas y superficies biológicas están humedecidas, permitiendo a las moléculas disolverse, incluido los gases, facilitando que difundan más fácilmente.

El oxígeno se disuelve sobre la membrana de los alvéolos, pudiendo difundir a la sangre.



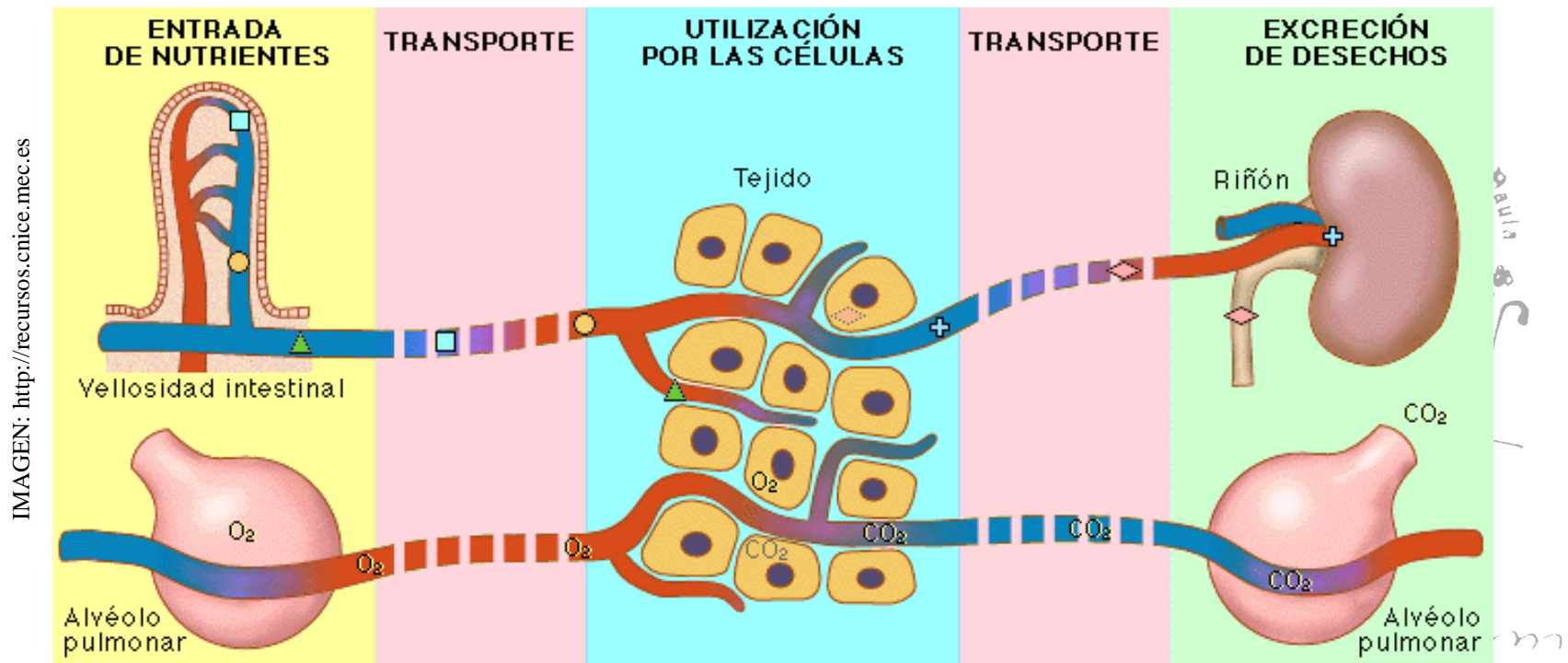
<http://resources.schoolscience.co.uk/abpi/asthma/images/5c2AlvBrjpg.gif>





Funciones biológicas del agua

6) Entrada de nutrientes y salida de desechos. Se debe también a su poder disolvente, ya que dichos procesos se realizan a través de sistemas de transporte acuosos en los que se disuelven previamente estas sustancias. Ejemplos son el sistema circulatorio en animales o el sistema vascular de floema y xilema en plantas.

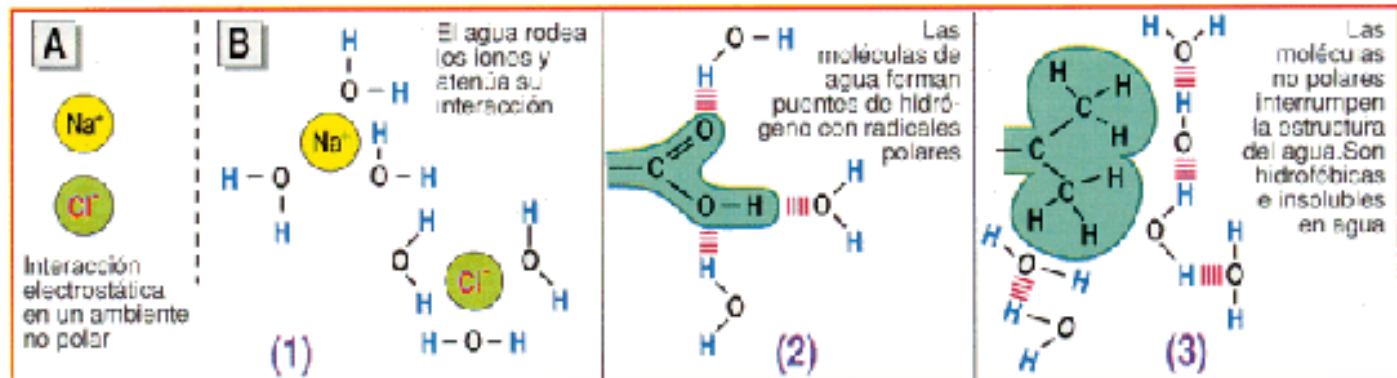




El agua como disolvente

- Las sustancias pueden clasificarse en función de su solubilidad en agua.
- Las sustancias que se disuelven en agua se denominan **hidrofílicas**, e incluyen a todas las moléculas polares como la glucosa y partículas con carga eléctrica (positiva o negativa) tales como los iones Na^+ o Cl^- .
- Los iones son solubilizados al rodearse de moléculas de agua con las que establecen interacciones electrostáticas con el oxígeno (-) o los hidrógenos (+) del agua.

IMAGEN: um.es/molcula/grafagua



Interacciones del agua con sustancias iónicas (1), sustancias polares (2) y sustancias no polares (3).

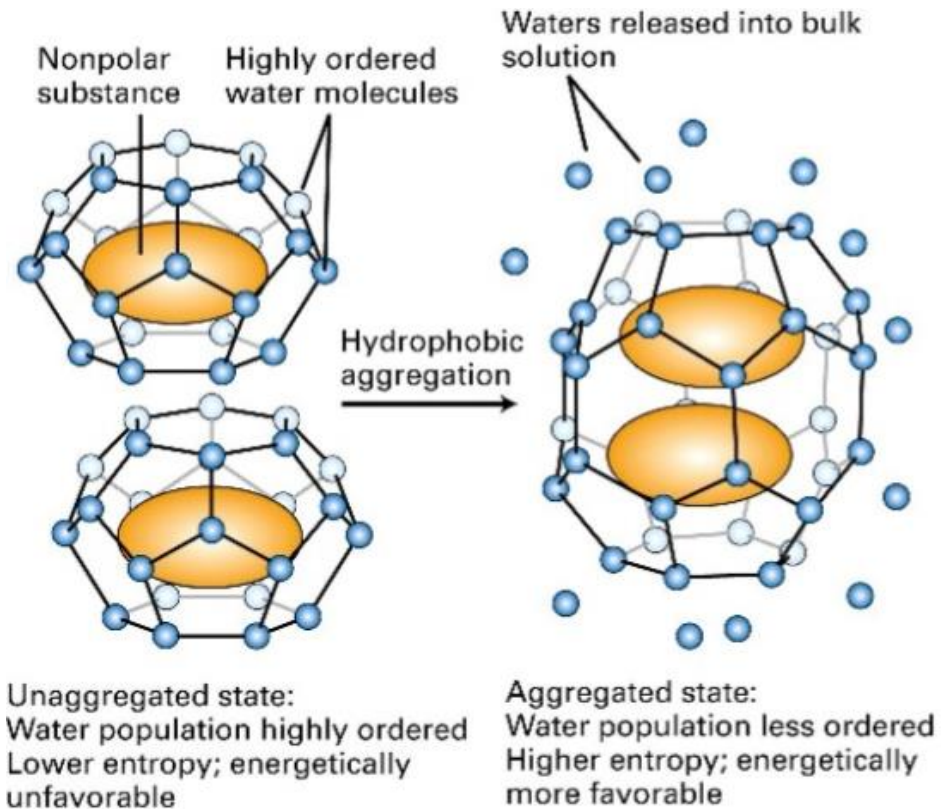
(Tomado de Biología COU - Anaya)

- Las moléculas polares son solubilizados al establecer enlaces de hidrógeno con los radicales polares de estas moléculas.



El agua como disolvente

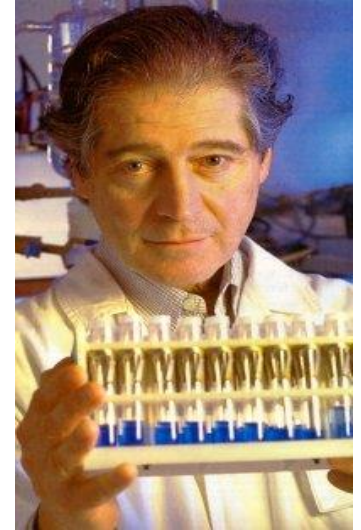
- Las sustancias que se disuelven en disolventes orgánicos pero no se disuelven en agua se denominan **hidrofóbicas**, e incluyen a todas las moléculas no polares como los lípidos y partículas sin carga eléctrica.
- En las sustancias hidrofóbicas, se establecen enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua pero no entre ellas y éstas moléculas no polares. Esto provoca que las moléculas no polares tiendan a unirse entre ellas mediante interacciones hidrofóbicas formando agregados cuando están en agua.



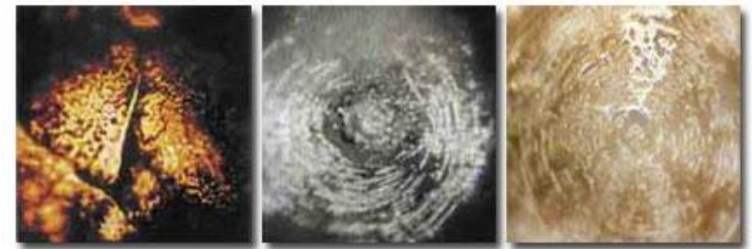
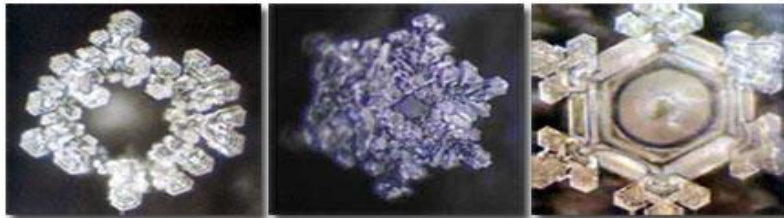


Memoria de agua y TdC: ¿Otra propiedad del agua?

- La **memoria del agua** es una supuesta propiedad del agua, **no demostrada**, propuesta por el inmunólogo Jacques Benveniste como hipótesis para explicar las propiedades curativas que atribuye la homeopatía a sus preparados.
- Masaru Emoto, japonés diplomado y licenciado en medicina alternativa en 1994 empezó a interesarse por la estructura molecular del agua, recogió muestras y después de someterlas a diferentes estímulos, congeló unas pocas gotas, las examinó bajo un microscopio de campo oscuro y las fotografió.



Video2



- Las afirmaciones acerca de la "memoria del agua" han sido **calificadas de pseudocientíficas**.
- **¿Según qué criterios se puede juzgar pseudocientífica una afirmación?**

Handwritten notes:
memoria del agua
XXXXXX



Propiedades y funciones biológicas del agua

Propiedad físico-química	Función biológica
Elevada cohesión y fuerza de adhesión	Ascensión del agua en plantas
Elevado calor específico	Amortiguador térmico
Elevado calor de vaporización	Refrigerante
Acción disolvente	Reacciones metabólicas y medio de transporte

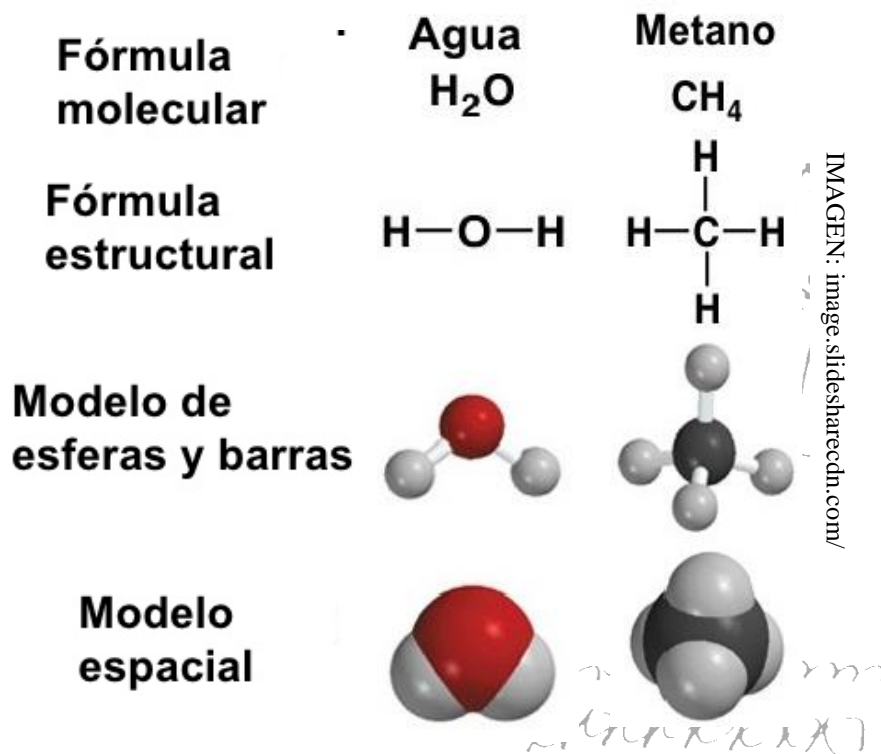
Video3





APLICACIÓN: Propiedades térmicas del agua y del metano

- El **metano** se produce en ambientes anaerobios, al ser un producto de desecho de un tipo de respiración anaerobia.
- El proceso de metanogénesis tienen lugar en **ambientes anaerobios**, como el lodo en el fondo de lagos, ciénagas, intestino de ruminantes, y vertederos donde la materia orgánica de los residuos ha sido enterrada.
- El agua y el **metano** son parecidos, dado que ambos son moléculas pequeñas formadas por átomos unidos mediante enlaces covalentes simples.
- Sin embargo, mientras que la molécula de agua es polar y puede establecer enlaces de hidrógeno con otras moléculas polares, la molécula de metano no es polar, no pudiendo establecerlos.





APLICACIÓN: Propiedades térmicas del agua y del metano

- En la siguiente tabla se muestra una comparación de algunas de las propiedades físicas de ambas moléculas. Los datos muestran que todas las propiedades térmicas, que dependen del establecimiento de enlaces de hidrógeno, son mayores para el agua que para el metano.

Propiedad	Metano	Agua
Fórmula	CH ₄	H ₂ O
Polaridad	No polar	Polar
Masa molecular	16	18
Densidad	0.46 g/cm ³	1 g/cm ³
Calor específico	2.2 J /g·cm ³	4.2 J /g·cm ³
Calor latente de vaporización	760 J/g	2 257 J/g
Punto de fusión	-182 °C	0 °C
Punto de ebullición	-160 °C	100 °C

Paula

2018

7

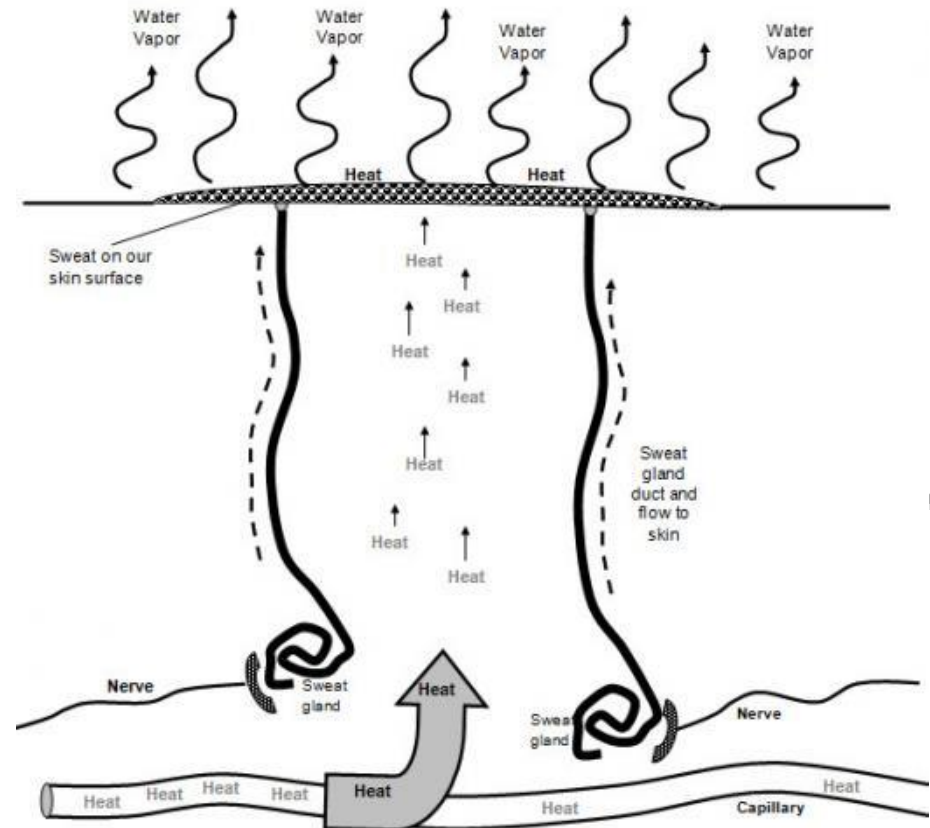
mm

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Uso del agua como refrigerante al sudar

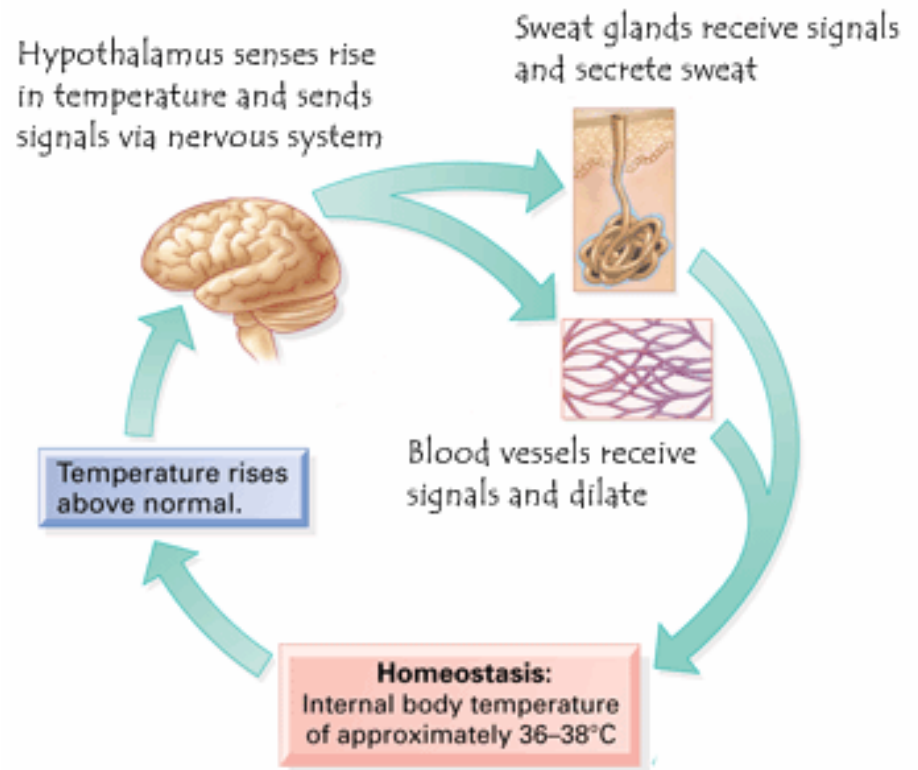
- El sudor es excretado por las glándulas sudoríparas sobre la piel, donde se expande.
- El calor necesario para romper los enlaces de hidrógeno del agua del sudor, y por tanto evaporarla, se toma de los tejidos de la piel, reduciendo su temperatura. Esto provoca además, que la sangre que fluye por las arteriolas en la piel también se enfríe.
- Esto es un método efectivo para refrigerar el cuerpo gracias al elevado calor latente de vaporización del agua.





APLICACIÓN: Uso del agua como refrigerante al sudar

- La secreción de sudor es controlada en el cerebro por el **hipotálamo**, el cual posee receptores que monitorizan la temperatura sanguínea, además de recibir información de termorreceptores en la piel.
- Si la temperatura corporal sube por encima de un cierto valor crítico, el hipotálamo estimula la sudoración por las glándulas sudoríparas.
- También se estimula la sudoración por la hormona adrenalina, secretada cuando el cerebro anticipa un periodo de actividad intensa que tenderá a provocar un aumento de la temperatura corporal.



Web3

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Modo de transporte de sustancias en la sangre según su solubilidad en agua

- La sangre es un medio acuoso en el que se transportan una amplia variedad de sustancias, como glucosa, aminoácidos, colesterol, grasas, oxígeno y cloruro de sodio.
- Sin embargo, la solubilidad de estas sustancias en agua es diferente, por lo que deben usarse diferentes métodos para asegurar su transporte.

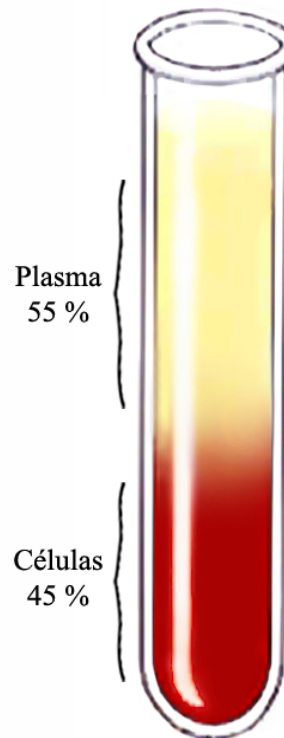


IMAGEN: gsdl.bvs.sld.cu/

Componentes	Funciones
Agua	Solvente para transportar sustancias
Sales	Balance osmótico, regulación de pH (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , HCO_3^{--}) y permeabilidad de membrana
Proteínas plasmáticas	Balance osmótico (albúmina), coagulación (fibrinógeno), defensa (inmunoglobulinas)
Eritrocitos	Transporte de O_2 y CO_2
Leucocitos	Intervienen en la defensa contra las infecciones
Plaquetas	Intervienen en la hemostasia
Nutrientes	Glucosa, ácidos grasos, vitaminas, hormonas, productos metabólicos

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Modo de transporte de sustancias en la sangre según su solubilidad en agua

- **Cloruro de sodio:** Compuesto iónico muy soluble en agua que al disolverse, se forman cationes Na^+ y aniones Cl^- , que son **transportados en el plasma sanguíneo**.

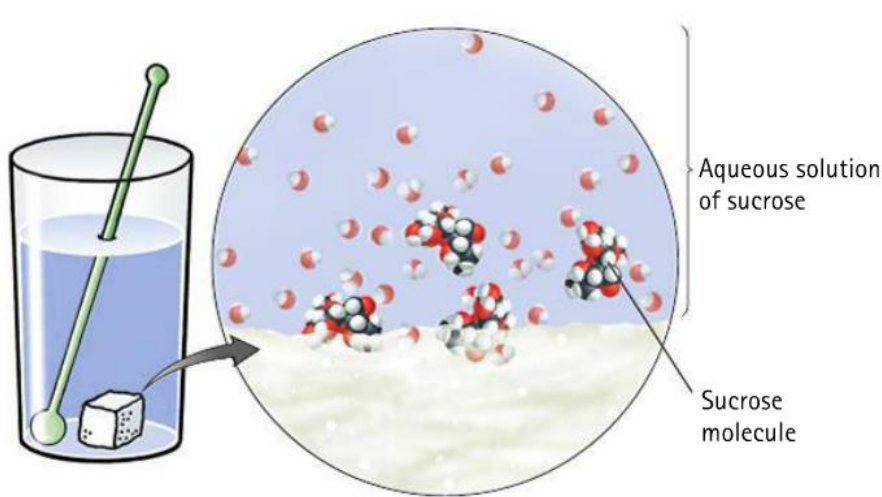


IMAGEN: <http://i.imgur.com>

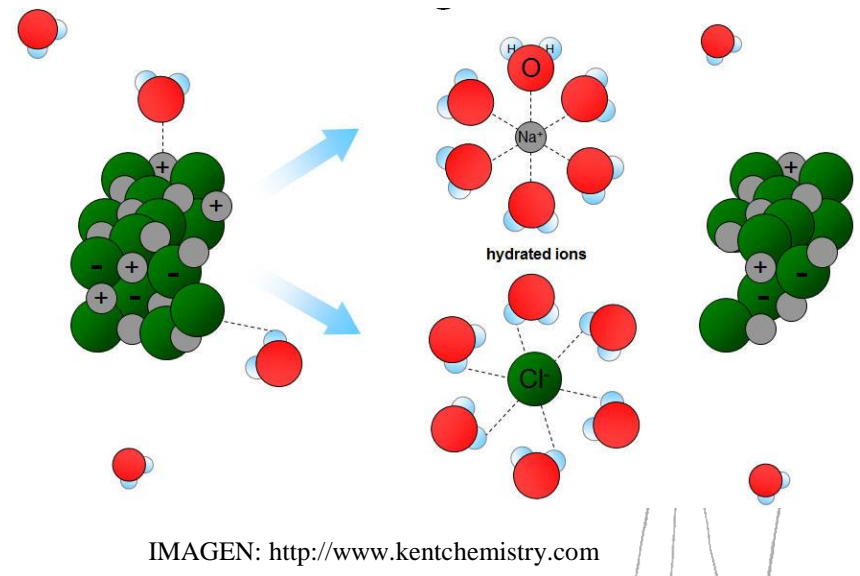


IMAGEN: <http://www.kentchemistry.com>

- **Glucosa:** Molécula polar soluble en agua que es **transportada disuelta en el plasma sanguíneo**.

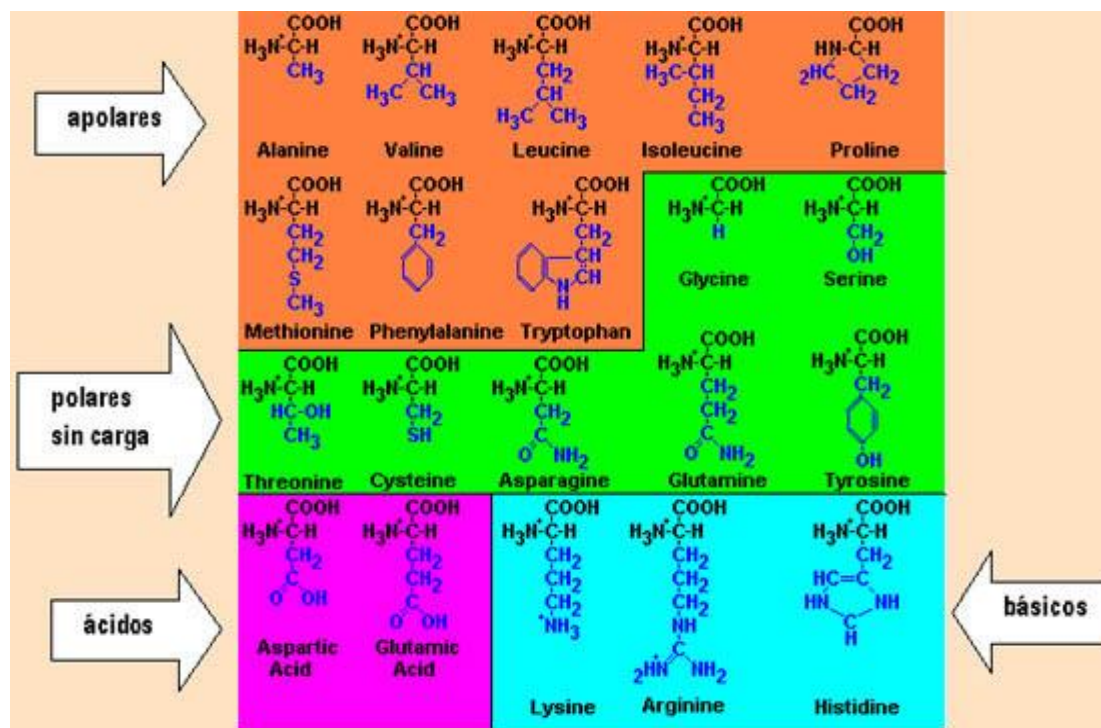
XXXXXX



APLICACIÓN: Modo de transporte de sustancias en la sangre según su solubilidad en agua

- **Aminoácidos:** Al tener tanto carga (+) como (-), son solubles en agua. Sin embargo, su solubilidad varía en función de la naturaleza de la cadena lateral R, ya que algunas son hidrofílicas y otras hidrofóbicas.

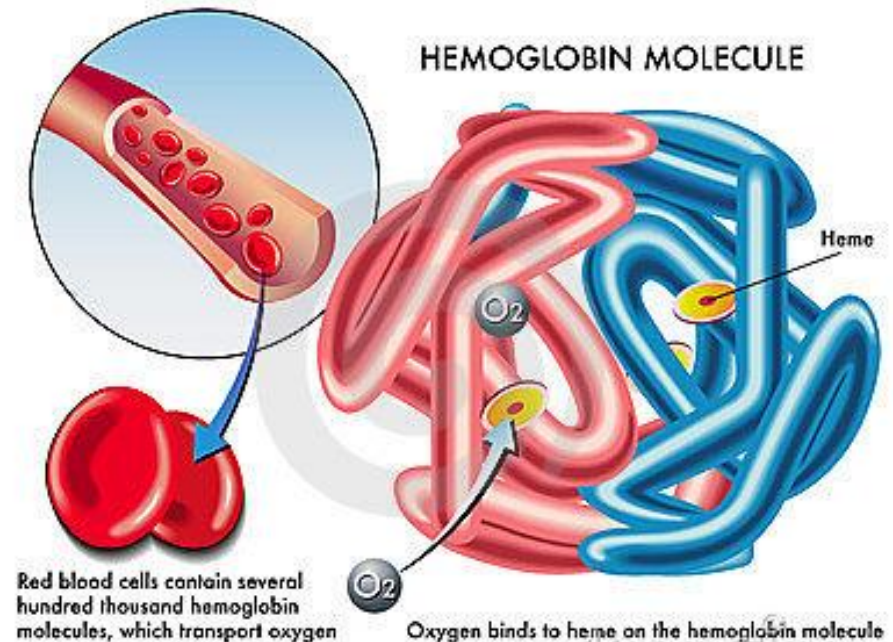
Aún así, todos los aminoácidos son lo suficiente solubles como para poder ser **transportados disueltos en el plasma sanguíneo**.





APLICACIÓN: Modo de transporte de sustancias en la sangre según su solubilidad en agua

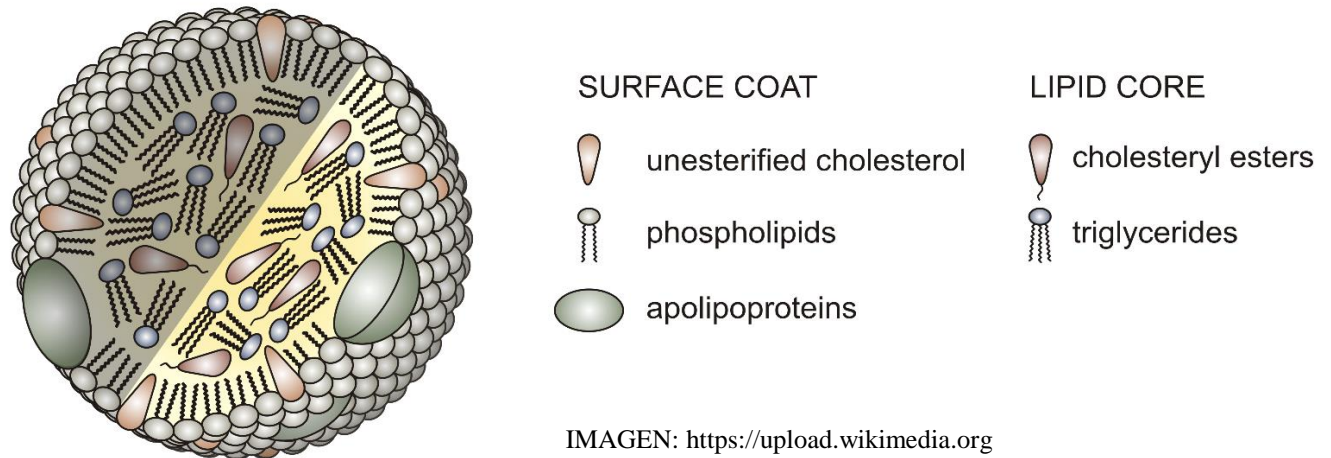
- **Oxígeno:** Molécula no polar pero debido a su pequeño tamaño se disuelve en agua, si bien su solubilidad es reducida, saturándose el agua a bajas concentraciones.
- Por otro lado, a medida que la temperatura del agua aumenta, la solubilidad del oxígeno disminuye, siendo menor a 37 °C que a 20 °C.
- Por este motivo, la cantidad de oxígeno que el plasma puede transportar en disolución es insuficiente para realizar la respiración celular, por lo que **la mayoría del oxígeno es transportado por la hemoglobina de los eritrocitos.**





APLICACIÓN: Modo de transporte de sustancias en la sangre según su solubilidad en agua

- **Grasas:** Moléculas no polares de tamaño superior al oxígeno e insoluble en agua. Por ello, son **transportadas en la sangre en el interior de complejos lipoproteicos**. Las lipoproteínas son moléculas formadas de una capa de fosfolípidos en el exterior, donde se encuentran algunas proteínas, y grasas en el interior.



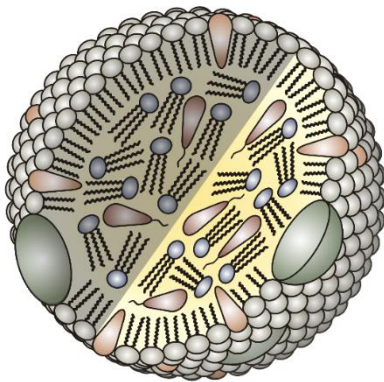
- Las cabezas de fosfato hidrofílicas de los fosfolípidos se sitúan hacia el exterior en contacto con el agua del plasma, mientras que las colas hidrocarbonadas hidrofóbicas de los mismos, se sitúan hacia el interior en contacto con las grasas.

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Modo de transporte de sustancias en la sangre según su solubilidad en agua

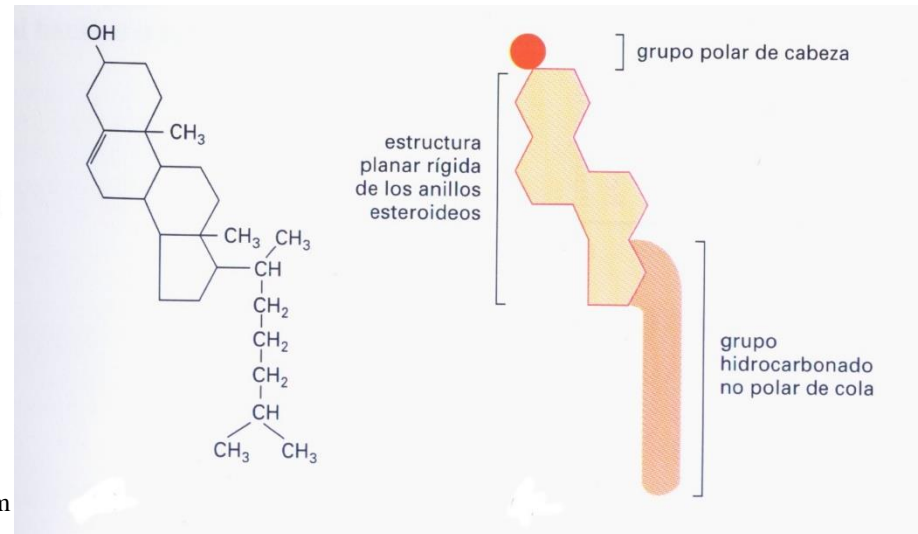
- **Colesterol:** Moléculas hidrofóbicas que portan una pequeña región hidrofílica terminal, pero que es insuficiente para que sea soluble, por lo que es **transportado junto con las grasas en los complejos lipoproteicos**.



SURFACE COAT

- unesterified cholesterol
- phospholipids
- apolipoproteins

IMAGEN: html.rincondelvago.com



Actividad 1

- Las moléculas de colesterol se sitúan en la capa de fosfolípidos, con la región hidrofílica en contacto con las cabezas de fosfato hidrofílicas.