

BLOQUE I: A BASE MOLECULAR E FISICOQUÍMICA DA VIDA

TEMA 1. BIOELEMENTOS, BIOMOLÉCULAS, AUGA E SALES MINERAIS.

1. BIOELEMENTOS

1.1 Características e clasificación.

1.2 Tipos de enlaces químicos presentes na materia viva.

2. BIOMOLÉCULAS

2.1 Definición e clasificación.

3. A AUGA NOS SERES VIVOS

3.1 Abundancia e estrutura.

3.2 Propiedades e funcións.

4. SALES MINERAIS

4.1. Concepto e clasificación.

4.2. Funcións dos sales minerais disoltos.

4.3. Sistemas tampón

5. Difusión, osmose e diálise.

5.1. Carácter coloidal da materia viva

5.2. Osmose

5.3. Difusión

5.4. Diálise

1. BIOELEMENTOS

1.1. Características e clasificación

Os **bioelementos** son os elementos químicos que forman parte dos seres vivos. Na materia viva atopamos basicamente carbono (C), hidróxeno (H), osíxeno (O) e nitróxeno (N) nun total aproximado dun 93%; xunto co xofre (S) e fósforo (P) forman o 96% da materia viva, estes son os **bioelementos primarios**.

Chamamos **bioelementos secundarios** aos elementos químicos que aparecen tamén en tódolos seres vivos cunha importancia fundamental na fisioloxía celular. Tales elementos son: o magnesio (Mg^{2+} , que constitúe p.e. a clorofila), o calcio (Ca^{2+}), intervén na contracción muscular e na coagulación sanguínea), o potasio (K^{+}), sodio (Na^{+}) e cloro (Cl^{-}), estes tres últimos crean gradientes iónicos axeitados para a condución do impulso nervioso, manter o equilibrio osmótico ou neutralización de cargas en macromoléculas. En conxunto non superan o 4% da masa total dos organismos.

Os oligoelementos son os elementos químicos que están presentes nos organismo en proporcións moi reducidas (inferiores en conxunto ó 0.1%). Algúns deles son **esenciais** xa que aparecen en tódolos seres vivos, e outros moitos **non esenciais** cando só poden localizarse nalgúns seres vivos. Entre os esenciais (arredor duns catorce) temos por exemplo:

- **Ferro (Fe)** compoñente dos grupos hemo das moléculas transportadoras de osíxeno (mioglobina e hemoglobina).
- **Silicio (Si)** dá resistencia e elasticidade ó tecido conxuntivo, cabelo, unllas, pel, etc. Tamén forma parte dos talos dos vexetais.
- **Iodo (I)** forma a hormona tiroxina que regula o metabolismo enerxético, a súa carencia causa o bocio.
- **Flúor (F)** aparece no esmalte dos dentes, nos ósos. A súa carencia relaciónase coa caries.
- **Cobre (Cu), manganeso (Mn)**...

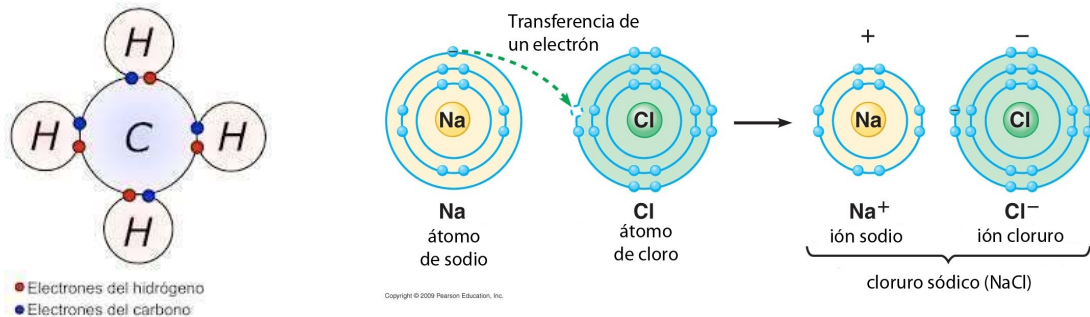
Entre os **non esenciais** atopamos por ex. o **zinc (Zn)** que aparece en moitos enzimas ou o **cobalto (Co)** compoñente da vitamina B12, necesaria para formar hemoglobina (a súa carencia causa anemia).

1.2. Tipos de enlaces químicos presentes na materia viva.

Os enlaces que manteñen unidos os átomos nas moléculas son enlaces **covalentes** ou **iónicos** que son enlaces fortes e estables. Pero tamén se producen outros enlaces débiles que manteñen a estrutura de certas moléculas como son as **pontes de hidróxeno**, **forzas de Van der Waals** e **interaccións hidrofóbicas**.

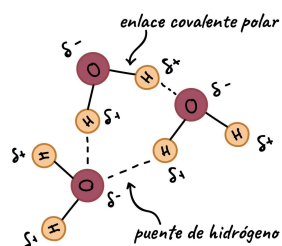
Enlaces fortes (covalente, iónico):

- **Enlace covalente.** É o enlace por excelencia na materia viva, xa que é o responsable da formación dos esqueletos das biomoléculas. Prodúcese entre elementos de electronegatividade similar e consiste en compartir pares de electróns. Ex: CH_4 .
- **Enlace iónico.** Prodúcese entre dous ións de distinto signo, é dicir, un fortemente electropositivo e outro fortemente electronegativo. Consiste na transferencia de electróns dende o átomo electropositivo ó negativo. Forma biomoléculas que compoñen materia sólida nos organismos, como as cunchas dos moluscos ou o tecido óseo. Ex: Cl Na

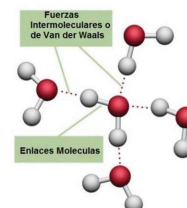


Enlaces débiles (entre moléculas ou estabilizando moléculas):

- **Pontes de hidróxeno:** é un enlace que se produce a partir da atracción existente entre un átomo de hidróxeno e un átomo de osíxeno, flúor ou nitróxeno con carganegativa. Dita atracción coñécese como interacción dipolo-dipolo e vincula o polo positivo dunha molécula co polo negativo doutra. Este tipo de enlace une moléculas de auga e estabiliza a dobre hélice de ADN, por exemplo.
- **Interaccións hidrofóbicas:** as moléculas de auga son polares que tenden a unirse entre si, ao facelo repelen ás apolares, que, por conseguinte se reúnen.
- **Forzas de Van der Waals:** é a forza atractiva ou repulsiva entre moléculas (ou entre partes dunha mesma molécula).

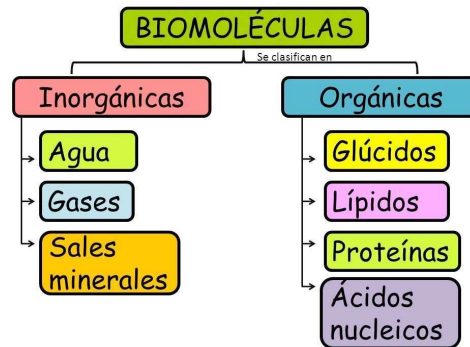


FUERZAS DE VAN DER WAALS



2. BIOMOLÉCULAS

Os bioelementos únense entre si para formar biomoléculas ou moléculas formadoras dos seres vivos. Estas biomoléculas chámanse tamén **principios inmediatos** porque se poden obter fácil e inmediatamente por un método físico de separación a partir da materia orgánica (tritucións, disolucións en auga ou en disolventes apolares, filtracións, decantacións,...) e por seren as estruturas básicas construtoras dos seres vivos.



3. A AUGA NOS SERES VIVOS

3.1 Abundancia e estrutura

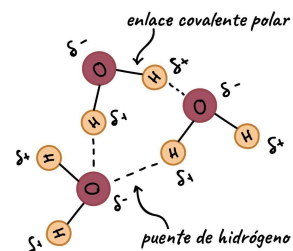
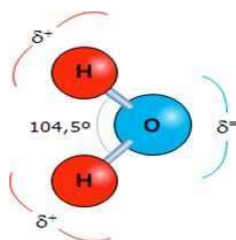
A auga é a molécula máis abundante na Biosfera e tamén na materia viva. Nos seres vivos ocupa dun 65 a un 95% do seu peso.

A auga pode atoparse de tres formas na materia viva:

- Circulante: sangue, linfa, zume bruto e elaborado.
- Intersticial: entre as células.
- Intracelular: no citosol e os orgánulos.

A **estrutura da auga** consta dun átomo de osíxeno unido covalentemente a dous de hidróxeno, formando entre si un ángulo de 104,5 graos. En tales enlaces o osíxeno é máis electronegativo, polo que atrae os electróns compartidos con máis forza cara el. O resultado é que a molécula da auga ten unha **carga neutra** pero unha disposición asimétrica dos electróns, o que a converte nunha **molécula polar**: arredor do osíxeno concéntrase a carga negativa, mentres que os hidróxenos manifestan carga positiva, por teren afastados os electróns compartidos. Logo, cada molécula de auga é un **dipolo**.

Unha molécula de auga pode chegar a formar ata catro pontes de hidróxeno con outras moléculas, polo que na auga líquida se forma unha extensa malla, mantida por estes enlaces, que están continuamente formándose e rompéndose. Pero cando a auga se conxela, estes enlaces fanse permanentes e a auga adquire unha estrutura cristalina fixa que ocupa un maior volume, e por iso a densidade do xeo é menor ca da auga líquida.



3.2. Propiedades e funcións da auga.

Os enlaces de hidróxeno e o carácter dipolar da auga son responsables das súas **propiedades físico-químicas** que permitiron ós seres vivos aparecer, sobrevivir e evolucionar na Terra:

1. Alta calor de vaporización. A calor de vaporización é a enerxía necesaria para que unha sustancia se atope en estado de vapor. No caso da auga é alta porque necesita moita enerxía para romper as pontes de hidróxeno existentes na fase líquida.

2. Alta calor específica. A calor específica é a cantidade de calor que é necesario subministrar a unha sustancia para elevar a súa temperatura 1 grao. A calor específica da auga é moi elevada debido ás pontes de hidróxeno, que liberan enerxía cando se forman e absórbenas cando se destrúen. Así, a auga pode absorber ou liberar moita calor variando moi pouco a súa temperatura; isto converte á auga nun bo amortecedor térmico.

3. Alto carácter dipolar converte á auga no líquido que máis sustancias dissolve, polo que é coñecida como o disolvente universal. Esta propiedade é debida á capacidade das moléculas de auga para establecer pontes de hidróxeno con outras sustancias que teñen grupos polares (como alcohois, azucres, etc) e interaccionar con grupos que teñen carga (como amino ou carboxilo). Tamén pode disolver compostos iónicos, porque as moléculas dipolares de auga son fortemente atraídas polos ións positivos e negativos e os separan da rede cristalina, como Na Cl.

4. Alta forza de cohesión. Cohesión é a capacidade de manter xuntas moléculas iguais. Na auga en estado líquido, os enlaces de hidróxeno fórmanse e rompen constante e rapidamente. En consecuencia a auga líquida non é viscosa, se non que é moi fluída. Ademais, aínda que as pontes de hidróxeno son febles en comparación cos enlaces covalentes, son tan numerosas que confiren unha grande cohesión interna á auga líquida, de xeito que é case **incompresible**.

5. Alta forza de adhesión. Adhesión é a capacidade de manter unidas sustancias diferentes. As moléculas de auga son atraídas polos grupos cargados ou sustancias polares dalgunhas superficies. A alta forza de adhesión e máis a cohesión son responsables da capilaridade da auga, fenómenos que consiste no ascenso da auga por condutos estreitos.

6. Baixa densidade en estado sólido. En estado sólido, cada molécula de auga permanece fixa no espazo e se mantén unida ás outras moléculas por pontes de hidróxeno que non rompen; así, o xeo está formado por unha rede cristalina que ocupa máis volume que a auga líquida, e por ese motivo flota sobre a auga líquida.

7. Elevada tensión superficial: a tensión superficial é unha propiedade que presenta unha superficie líquida en contacto cunha fase gasosa (atmosfera). No interior do líquido as moléculas de auga están sometidas a forzas de atracción iguais en todas direccións, pero na superficie as moléculas de auga son atraídas con máis forza polas moléculas veciñas de líquido que polo gas. Por ilo, tódalas moléculas da superficie do líquido actuarán cunha forza dirixida cara ó interior, o que fai que a superficie se comporte como unha membrana elástica, permitindo a formación de pingas esféricas e que algúns seres vivo podan camiñar sobre ela.

8. A auga líquida pode ionizarse: un átomo de hidróxeno dunha molécula abandona ó osíxeno ó cal está unido con enlace covalente e salta ó átomo de osíxeno co cal está unido mediante ponte de hidróxeno. Queda así ionizada: por cada molécula de auga se forma un ión hidronio H_3O^+ e un ión hidróxido OH^- .

As extraordinarias propiedades físicas e químicas da auga xustifican as súas importantísimas funcións biolóxicas.

As funcións biolóxicas da auga son as seguintes:

1. Función termorreguladora: Por ter alto calor específico é unha boa amortecedora térmica, xa que mantén constante a temperatura interna de animais homeotermos (aves, mamíferos) ó absorber a calor producida nas reaccións metabólicas. Tamén mantén constante a temperatura das grandes masas de auga nas que habitan moitos seres (mares e lagos). Por ter alto calor de vaporización, ao producir a suor arrefría o corpo. A auga ten función arrefriadora debido á súa elevada calor de vaporización, xa que a calor corporal se emprega en evaporar a auga (transpiración) da superficie de plantas e animais terrestres.

2. Función disolvente: É un disolvente case universal, o cal lle permite transportar substancias (nutritivas e de residuo) nos seres vivos e actuar como medio onde acontecen tódalas reaccións metabólicas do organismo.

3. Función estrutural: Por ter alta forza de cohesión e ser case incompresible, forma o esqueleto hidrostático dalgúns seres vivos (estrelas de mar, miñocas), mantén a forma e o volume das células e permite a turxencia das plantas. Ademais, debido á capilaridade, permite o crecemento das plantas grazas ó ascenso do zume polos vasos condutores e da auga a través dos grans minerais no solo.

4. Función mecánica: Por disolver substancias e pola súa alta cohesión (compresibilidade case nula), crea líquidos de viscosidade axeitada, sendo lubricantes e amortecedores de movementos bruscos nas articulacións, músculos e tendóns, dando flexibilidade ou elasticidade ós organismos.

5. Función protectora: o feito de que o xeo flote sobre a auga líquida permite que a vida se desenvolva en masas de auga de climas fríos, xa que a capa de xeo illa ás masas de auga que quedan por debaixo.

6. Función química: a disociación iónica da auga permítelle intervir en moitas reaccións químicas, aportando H^+ ou OH^- ao medio.

4. SALES MINERAIS

4.1 Concepto e clasificación

Son moléculas inorgánicas de fácil ionización en auga. **Os sales minerais** están presentes en tódolos seres vivos en cantidades comprendidas entre o 1% e o 5%. Poden atoparse en tres formas:

a) Insolubles: forma estruturas sólidas, con funcións de protección e sostén:

- ❑ Caparazóns de carbonato cálcico de moluscos e crustáceos ou silíceos de radiolarios ou diatomeas.
- ❑ Esqueleto interno de vertebrados con fosfato, cloruro, fluoruro e $CaCO_3$. O esmalte dos dentes é rico en fluoruro de calcio.
- ❑ Algunhas células vexetais teñen sales minerais nas súas paredes celulares, tales como silicio (folla de caña).
- ❑ En certos animais existen agregados minerais con distintas funcións: otolitos (cristais de $CaCO_3$ no oído interno dos peixes, interveñen no equilibrio), partículas de magnetita (na pomba

mensaxeira, abellas, golfinhos ou tartarugas que usan como compás para orientarse no desprazamento).

b) Solubles en auga: dissociadas nos seus ións (catiós e aniós) realizan funcións biolóxicas.

- ❑ Os principais **catiós**: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} . Menos abundantes: $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, Zn^{2+} , $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$, Mn^{2+} ,...
- ❑ Os principais **aniós**: Cl^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-

c) Asociados a moléculas orgánicas: como fosfato nos fosfolípidos e nos nucleótidos dos ácidos nucleicos; como Fe na hemoglobina, magnesio na clorofila...

4.2 Funcións dos sales disoltos.

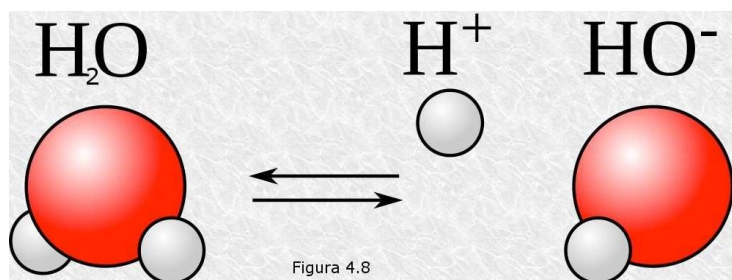
Os sales minerais colaboran no mantemento da **homeostase**, ou equilibrio do medio interno; teñen por tanto función reguladora. As principais funcións son:

- Manter o grao de salinidade no medio interno e regular os fenómenos osmóticos.
- Regular o equilibrio ácido-base, axudando a manter constante o pH dos fluídos biolóxicos (efecto tampón).
- Participar na creación de gradientes electroquímicos que provocan o potencial de membrana. A diferente concentración de ións entre o medio interno e externo produce unha diferenza de carga a ámbolos lados da membrana (potencial de membrana), que permite importantes procesos, coma a transmisión do impulso nervioso ou a contracción das células cardíacas.
- Funcións específicas dalgúns catións (Na^+ e K^+ na condución do impulso nervioso, Ca^{2+} na coagulación e na contracción muscular...).

4.3A regulación do pH. Sistemas tampón.

Concepto de pH:

A auga é un electrolito débil. Unicamente unha de cada 550 millóns de moléculas aproximadamente se atopa dissociada en ións H^+ e OH^- , de acordo coa ecuación:



A auga pura ten a mesma concentración de ións hidronio e ións hidróxido e se di que é neutra. Porén, moitas substancias, ó disolvelas en auga, provocan un aumento de ións H^+ e un descenso de ións OH^- . Estas substancias chámanse ácidos, xa que ceden ións H^+ ó medio. Outras substancias provocan o efecto contrario, é dicir, un aumento de ións OH^- e denomínanse bases, porque captan H^+ do medio. Debemos observar que, de acordo co produto iónico da auga, cando a concentración

dun dos ións mencionados aumenta, a do outro diminúe.

A concentración de H^+ nos sistemas biolóxicos exprésase en termos de pH. A escala do pH é unha forma sinxela de describir a abundancia relativa de ambos tipos de ións nunha disolución. Por comodidade úsase unha escala na que:

$$pH = -\log [H^+]$$

Se o pH dunha disolución é inferior a 7, posúe un exceso de ións H^+ e é, polo tanto, ácida. Se o seu pH é superior a 7, posúe un exceso de ións OH^- e é básica ou alcalina. Un pH = 7 como acontece coa auga, significa que a substancia é neutra.

Que significa o pH? *Se unha disolución ten un pH de 6, por exemplo, quere dicir que a concentración de H^+ é de 10^{-6} moles de H^+ por litro de disolución.*

Polo tanto o pH é unha medida da concentración de H^+ , esta varía de 10^{-1} a 10^{-14} . O expoñente con base 10 anterior cambiado de signo é o valor do pH da disolución considerada.

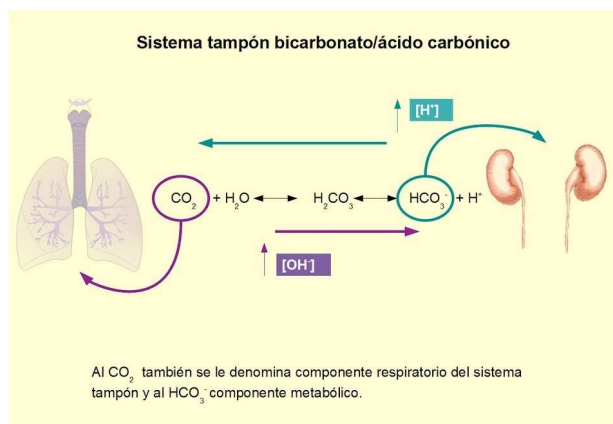
Sistemas tampón ou “Buffer”

Nos seres vivos non convén que o pH dos fluídos cambie bruscamente, pois alteraría a estrutura de moitas biomoléculas ou moitas reaccións químicas. Para evitar tales cambios bruscos de pH existen os **sistemas tampón ou amortecedores do pH**.

Estes sistemas son **disolucións de ácidos débiles e a súa correspondente base conxugada**. Se se aumenta un pouco a concentración de H^+ ou OH^- a cada un destes sistemas non se produce cambios de pH nun certo intervalo. Isto débese a que o ácido neutraliza os OH^- e a base os H^+ .

Entre os tampóns máis comúns nos seres vivos, podemos citar o **tampón bicarbonato** e o tampón fosfato.

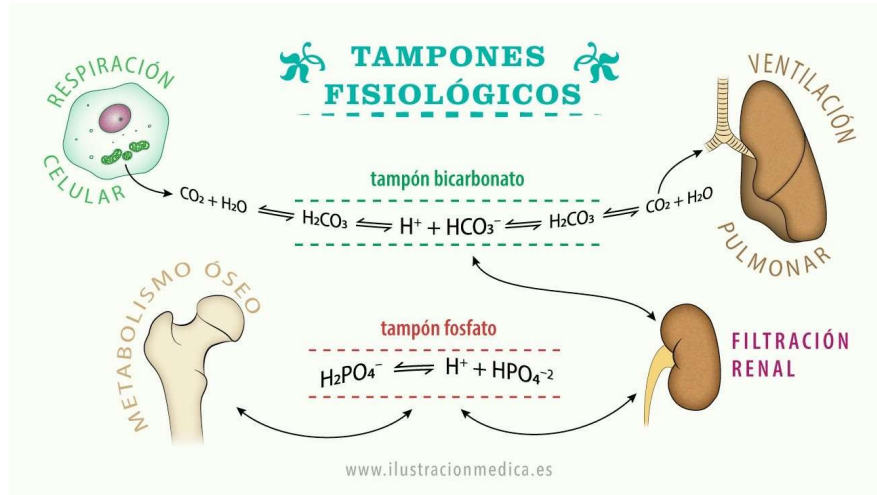
O **tampón bicarbonato** é común nos líquidos intercelulares, como por exemplo no sangue. Manteñen o pH próximo a 7,4 gracias ó equilibrio entre o ión bicarbonato e o ácido carbónico, que á súa vez se disocia en dióxido de carbono e auga:



Se aumentan os H^+ no medio por calquera proceso químico, o equilibrio desprázase cara a esquerda, e elimínase ó exterior do organismo o exceso de CO_2 producido. Se polo contrario

diminúen os H^+ do medio, o equilibrio desprázase cara a dereita, para o cal se toma CO_2 do medio exterior. É pois o intercambio gasoso da respiración un dos responsables deste sistema tampón, moi importante para manter as condicións de pH idóneas en medios externos á célula como por exemplo o sangue.

O **tampón fosfato** atópase nos líquidos intracelulares como, por exemplo, o citoplasma, e mantén o pH arredor do 6,86 gracias ó equilibrio entre os fosfatos monobásico e dibásico.



5. DIFUSIÓN, ÓSMOSE E DIÁLISE

5.1 Carácter coloidal da materia viva

Na materia viva, a maioría das moléculas atópanse en fluídos orgánicos nos que a auga actúa como disolvente ou fase dispersante e as diversas moléculas de soluto constitúen a fase dispersa.

Cando as moléculas dispersas nun disolvente teñen diámetros inferiores a 10^{-7} cm, as mesturas que se forman reciben o nome de **disolucións verdadeiras**. Na natureza, estas disolucións son escasas.

Cando os diámetros das partículas disolvidas son maiores e oscilan entre 10^{-7} e 2×10^{-5} cm, as mesturas reciben o nome de **dispersións coloidais ou coloides**. A materia viva presenta un carácter coloidal ó conter grandes moléculas como polisacáridos, proteínas, lípidos ou ácidos nucleicos. Estas dispersións poden presentar dous estados físicos:

- Sol: o coloide ten aspecto líquido, debido á baixa concentración de moléculas de soluto.
- Xel: o coloide ten aspecto semisólido ou xelatinoso, debido á abundancia das moléculas de soluto. O xel compórtase coma un sólido brando facilmente deformable.

5.2 Ósmose, diálise e difusión

Os líquidos biolóxicos conteñen gran cantidade de auga que leva sales e outras sustancias en disolución. Segundo o movemento das partículas de soluto no seo da auga, pódense distinguir tres fenómenos: ósmose, diálise e difusión.

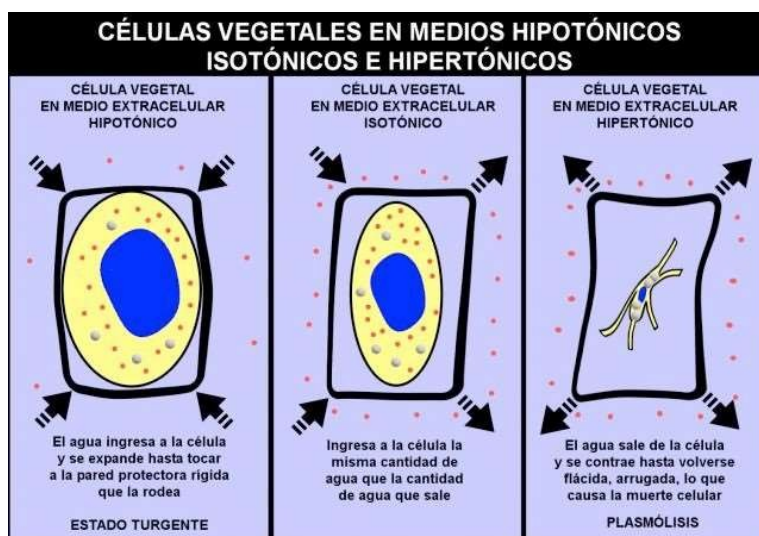
A **ósmose** é o fenómeno que se produce cando dúas disolucións de distinta concentración,

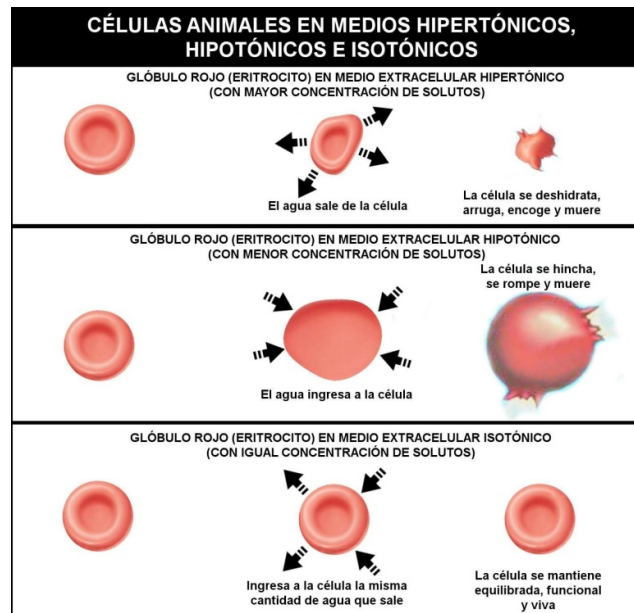
separadas por unha membrana semipermeable, tenden a igualar a súa concentración polo paso de auga desde a solución máis diluída (**hipotónica**) cara a máis concentrada (**hipertónica**). As membranas semipermeables son as que permiten o paso de auga, pero non o das substancias disolvidas nela.

O medio que rodea a unha célula pode ser:

- **Hipertónico:** a concentración salina é maior no medio que no interior da célula, polo tanto, a célula perde auga. Este fenómeno chámase **plasmólise**.
- **Isotónico:** a concentración salina da célula e do medio é a mesma.
- **Hipotónico:** a concentración salina do medio é menor que a da célula, polo tanto, a auga entra dentro da célula. Este fenómeno recibe o nome de **turxescencia**.

Neste proceso exercece unha presión sobre a cara da membrana do compartimento hipotónico, que recibe o nome de **presión osmótica**.





A **difusión** é o fenómeno polo que as moléculas disoltas móvense continuamente en todas as direccións tendendo a distribuírse uniformemente no seo da auga.

A **diálise** é a separación de dous líquidos dunha disolución a través dunha membrana da que a permeabilidade só permite o paso das partículas máis pequenas. A diálise é o fundamento da hemodiálise, que consiste en facer pasar o sangue a través dun circuito que contén unha disolución diluída separada mediante unha membrana semipermeable; a través da membrana pasan do sangue ó líquido as sustancias máis pequenas (auga, sales, urea...), limpándose de sustancias tóxicas.

