

TEMA 1

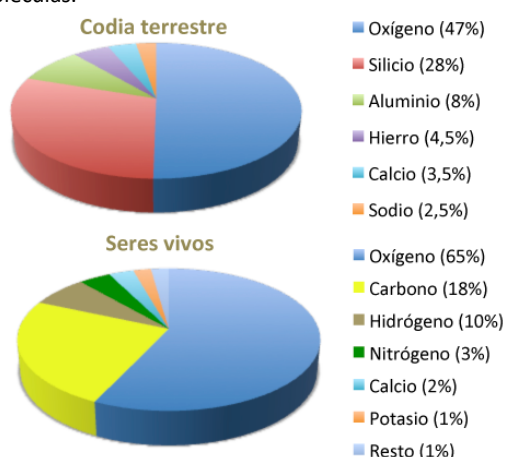
OS BIOELEMENTOS, AS BIOMOLÉCULAS. A AUGA E SALES MINERAIS

1.- BIOELEMENTOS

1.1- CONCEPTO DE BIOELEMENTO

Os **bioelementos** ou **elementos bioxénicos** son os **elementos químicos que están constituíndo a materia viva** e son esenciais para a vida na Terra e polo tanto desempeñan un papel fundamental nos organismos vivos. Estes elementos son os compoñentes básicos das biomoléculas, como proteínas, carbohidratos, lípidos e ácidos nucleicos, que á súa vez forman parte das células e tecidos dos seres vivos.

Se comparamos os elementos que hai na codia terrestre cos que atopamos nos seres vivos vemos que existen grandes diferenzas. O osíxeno encontrase en ambos os dous lugares como podemos ver nestas gráficas, pero en cambio o **silicio** e o **aluminio**, **moi abundosos na codia**, son **moi escasos nos seres vivos**. En cambio o **nitróxeno** é **moi abundante na atmosfera** e **moi escaso na biosfera** xa que é un gas inerte que non reacciona quimicamente con outras substancias e moi poucos organismos poden aproveitar o nitróxeno atmosférico para sintetizar as súas biomoléculas.



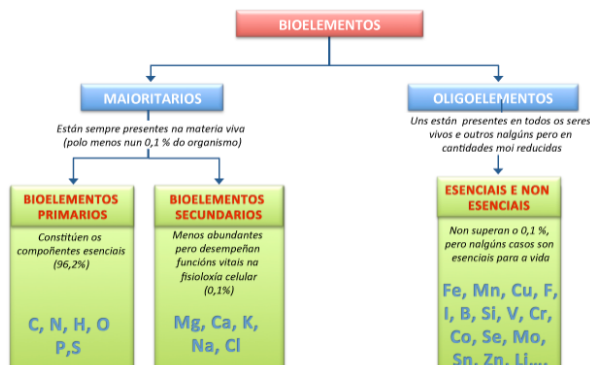
1.2.- TIPOS DE BIOELEMENTOS

Os bioelementos divídense en dúas categorías principais:

1. **Bioelementos primarios:** Estes son os elementos químicos máis abundantes nos seres vivos e constitúen a maior parte da masa dos organismos. Os bioelementos primarios inclúen **carbono** (C), **hidróxeno** (H), **osíxeno** (O), **nitróxeno** (N), **fósforo** (P) e **xofre** (S). Estes elementos son esenciais para a formación de biomoléculas como **proteínas**, **lípidos**, **carbohidratos** e **ácidos nucleicos**.
2. **Bioelementos secundarios:** Estes elementos atópanse en menor cantidade nos organismos en comparación cos bioelementos primarios, pero

aínda son esenciais para a vida. Algúns exemplos de bioelementos secundarios inclúen **calcio** (Ca), **sodio** (Na), **potasio** (K), **magnesio** (Mg), **cloro** (Cl) e **ferro** (Fe). Estes elementos desempeñan roles importantes en funcións específicas, como a **transmisión de sinais nerviosos**, a **contracción muscular**, a **formación de ósos e dentes**, e a **función encimática**.

3. **Oligoelementos:** Ademais dos bioelementos primarios e secundarios, existen trazas doutros elementos que tamén son esenciais para a vida, aínda que se necesitan en cantidades extremadamente pequenas. Estes elementos coñécense como **oligoelementos** ou **elementos traza** e poden incluír **zinc** (Zn), **cobre** (Cu), **selenio** (Se), **iodo** (I), **manganeso** (Mn) e outros.



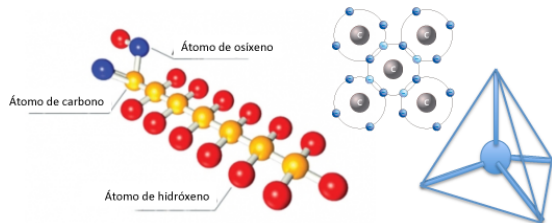
1.3.- PROPIEDADES DOS BIOELEMENTOS

Os bioelementos, os elementos químicos esenciais para a vida, teñen unha serie de propiedades que son fundamentais para o seu papel nos organismos vivos. Estas propiedades inclúen:

- **Abundancia nos seres vivos:** Os **bioelementos primarios** (carbono, hidróxeno, osíxeno, nitróxeno, fósforo e xofre) son os máis abundantes nos organismos vivos e compoñen a maior parte da súa masa. Os **bioelementos secundarios** e **oligoelementos** tamén se atopan nos organismos, pero en cantidades moito menores.
- **Reactividade química:** Os bioelementos interactúan quimicamente entre si para formar compostos orgánicos e inorgánicos. A capacidade destes elementos para formar ligazóns químicas con outros átomos é esencial para a formación de biomoléculas como **proteínas**, **carbohidratos**, **lípidos** e **ácidos nucleicos**.
- **Capacidade de formar ligazóns:** Os bioelementos poden formar ligazóns químicas **covalentes**, **iónicos** e outros tipos de ligazóns con outros elementos, o que lles permite

participar nunha ampla variedade de reaccións químicas necesarias para a vida.

- **Diversidade estrutural:** Os bioelementos contribúen á diversidade estrutural das moléculas biolóxicas. Por exemplo, o **carbono** é coñecido pola súa capacidade para formar ligazóns **covalentes** múltiples e **estruturas tridimensionais complexas**, o que permite a formación dunha gran variedade de compostos orgánicos.



- **Especificidade funcional:** Cada bioelemento ten funcións específicas nos organismos vivos. Por exemplo, o **osíxeno** é esencial para a **respiración celular** e a produción de enerxía, mentres que o **calcio** desempeña un papel importante na **contracción muscular** e a **mineralización de ósos e dentes**.
- **Dispoñibilidade e regulación:** Os organismos deben ser capaces de **adquirir, transportar e regular a concentración de bioelementos** no seu interior para manter as funcións vitais. Isto implica sistemas de **absorción, transporte e regulación** que garanten a hemostases dos elementos esenciais.
- **Variación na concentración:** A **concentración dos bioelementos varía dun organismo a outro e dentro de diferentes tecidos e órganos do mesmo organismo**. A concentración de certos elementos pode ser especialmente alta en certos tecidos específicos para cumprir funcións específicas.

2.- BIOMOLÉCULAS

2.1.- CONCEPTO DE BIOMOLÉCULAS

As **biomoléculas** ou **principios inmediatos** son moléculas orgánicas que **se atopan nos seres vivos e son fundamentais para a súa estrutura, función e metabolismo**. Estas moléculas son esenciais para a vida e desempeñan unha variedade de roles críticos nos organismos, incluíndo o **almacenamento e transmisión de información xenética**, a **obtención e conversión de enerxía**, a **formación de estruturas celulares** e a **regulación de procesos biolóxicos**.

Son moléculas que **se obteñen da materia viva** formadas pola combinación de bioelementos e **poden illarse por medios puramente físicos**, como a **centrifugación**, a **dialise**, a **filtración**, a **evaporación**, a **destilación**, a **cristalización**, e **electroforese**.

Algunhas biomoléculas forman polímeros, chamadas **macromoléculas**, como **glúcidos**, **lípidos**, etc., que á súa vez están constituídas por **monómeros** ou elos estruturais, como **monosacáridos**, **aminoácidos**, **ácidos graxos**, etc.

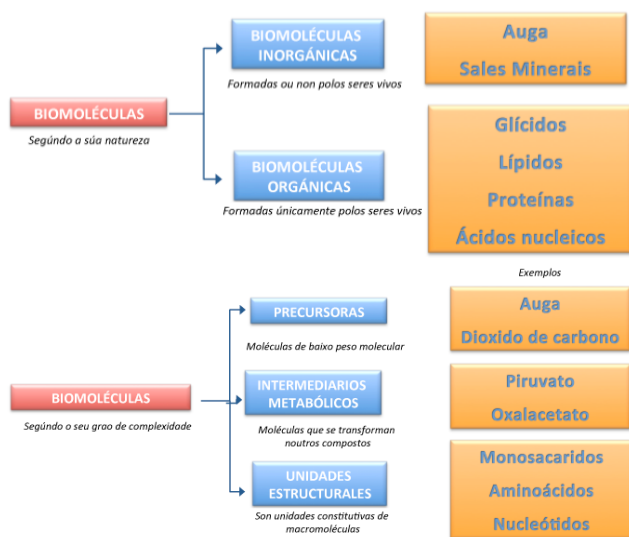
Pódense dividir en 2 grandes grupos: as biomoléculas inorgánicas e as orgánicas.

2.1.1.- AS BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

Que **non exclusivas dos seres vivos pero son moi importantes para eles**. Como a **auga**, a biomolécula máis abundante, os **gases** (**osíxeno**, **dióxido de carbono**) e as **sales inorgánicas**: **anións** como **fosfato** (HPO_4), **bicarbonato** (HCO_4^-) e **cacións** como o **amonio** (NH_4^+).

2.1.2.- AS BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

Que son **sintetizadas (fabricadas) soamente polos seres vivos** e teñen unha estrutura a base de carbonos. Como os **glúcidos** (**glicosa**, **glicóxeno**, **amidón**..), os **lípidos** (**ácidos graxos**, **triglicéridos**, **colesterol**, **fosfolípidos**, **glicolípidos**..), as **proteínas** (**encimas**, **hemoglobina**, **inmunoglobulinas**, **hormonas**..), os **ácidos nucleicos** (**ADN**, **ARN**) e os **metabolitos** (**ácido pirúvico**, **ácido láctico**, **ácido cítrico**, etc.).



2.2.- FUNCIÓNS DAS BIOMOLÉCULAS

As biomoléculas ou principios inmediatos poden ter distintos tipos de funcións entre as que destacan:

- **Estrutural**, que serve para formar estruturas celulares ou confiren **elasticidade ou resistencia aos órganos e tecidos**.
- **Enerxética**, onde as moléculas actúan como **combustible producindo enerxía**.
- **Reguladora**, é dicir, **aceleradora das reaccións bioquímicas**, como as **proteínas encimáticas**.
- **Contráctil**, realízana **proteínas** como a **actina**, **miosina** nos músculos responsables de la **contracción muscular**.
- **Transporte**, permite a **circulación de substancias no interior dos organismos** e no seu intercambio con el exterior.
- **Homeostática**, a **fibrina** é unha proteína fibrilar que presenta una propiedade **coagulante**. A fibrina mantén o **equilibrio osmótico** e actúa xunto con outros sistemas amortecedores para **manter constante o pH do medio interno**.
- **Hormonal**, realízana os **lípidos**, os **glúcidos** e **proteínas** que producen hormonas con **diferentes funcións que actúan sobre as células diana**.
- **Inmunitaria**, que ten unha **función defensiva do organismo**.

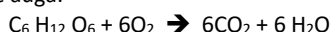
3.- A AUGA

3.1.- CARACTERÍSTICAS DA AUGA

As A **auga** é o **principal compoñente na materia viva**. Nos seres vivos supón dende un 50% ata un 95% do seu peso e no ser humano vai entre o 65% e o 75% do peso do seu corpo. A auga é unha molécula esencial para a vida. Unha persoa pode deixar de comer durante máis de 15 días, pero non pode pasar máis de 48 a 72 horas sen tomar auga. Os nosos órganos e tecidos teñen unha proporción variable de auga: sangue: 90%, riles: 82%. Fígado: 79%, músculos: 75%; cerebro: 75%, e ósos: 22% de auga.

A **porcentaxe de auga é menor a medida que a persoa crece**. Nun embrión humano está formado por un 97% de auga, mentres que unha persoa maior de 60 anos, ten pouco máis do 65% de auga no seu corpo. Por outra banda **canta maior actividade fisiolóxica realice un organismo, maior é o seu contido en auga**. Polo tanto, as porcentaxes máis baixas danse en individuos con vida latente, como, por exemplo, nas sementes.

En xeral, os organismos obteñen a auga directamente do exterior bebendo ou comendo, pero tamén a poden obter a partir da **auga metabólica**, formada por outras biomoléculas mediante diferentes reaccións bioquímicas. Por exemplo, a partir da **oxidación da glicosa** fórmase dióxido de carbono e auga:

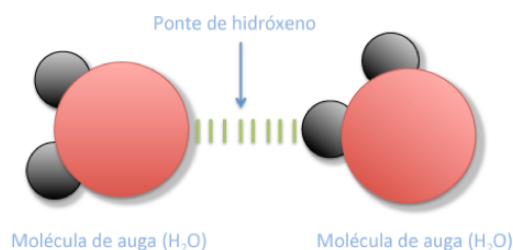


3.2.- ESTRUCTURA DA MOLÉCULA DA AUGA

A auga é unha molécula especial, distinta doutras moléculas que teñen unha masa molecular semellante, por exemplo a temperatura ambiente, é líquida cando cabería pesar que debería ser gasosa.

O seu comportamento físico particular é debido a que nesta molécula os dous electróns dos dous átomos de hidróxeno están desprazados cara ao átomo de osíxeno presentando **un polo negativo**, con densidade electrónica alta, onde está o **osíxeno**, e **dous polos positivos**, onde están os dous núcleos de **hidróxeno**, con densidade electrónica baixa o cal fai que esta molécula teña un carácter **dipolar** a pesar de ser **electricamente neutra** xa que non presenta carga eléctrica neta.

Esta polaridade fai que se produzan interaccións entre as moléculas de auga de forma que a **zona da molécula con carga parcial negativa é atraída pola zona con carga eléctrica parcial positiva doutra molécula veciña**, formándose entre ambas un enlace chamado **pontes** ou **enlaces de hidróxeno**, nos que cada molécula de auga pode establecer ata **4 pontes** de hidroxeno coas veciñas formando unha substancia



cohesiva que explica como pode ser líquida a temperatura ambiente. Estas agrupacións, que duran fraccións de segundo (1/10¹¹ seg.), confírenlle á auga todas as súas propiedades de fluído e permítenlle a auga formar pontes de hidróxeno con outras moléculas distintas (**alcois**, **ADN**...).

3.2.- PROPIEDADES DA AUGA

A auga posúe as seguintes propiedades inherentes á súa estrutura:

- **Elevada forza de cohesión entre as moléculas**, así debido aos pontes de hidroxeno a auga ten un enorme grao de cohesión que ten como consecuencia que a auga é líquida a temperatura ambiente e polo tanto **o seu volume non diminúe apreciablemente aínda que se apliquen presións moi alta**. Isto fai da auga un **líquido case incomprensible**, o que lle confire a algúns seres vivos propiedades como a **estrutural** de servir de esqueleto hidrostático no caso de **anélidos** ou **cnidarios**, ou lle proporciona volume ás células ou turxescencia ás **plantas**.

- **Elevada forza de adhesión**. Debido a polaridade da molécula de auga esta presenta **unha gran capacidade de adherirse ás paredes dos vasos o condutos de pequeno diámetro, ascendendo en contra da gravidade**, o que se coñece como **capilaridade**. Isto fai que o zume bruto poida rubir polos tubos capilares das plantas.

- **Elevada tensión superficial**, as moléculas que están no interior dunha pinga de auga están unidas por pontes en todas as direccións, mentres que as que están na superficie so están sometidas a acción das moléculas do interior, polo que a súa superficie forman **unha membrana que opón resistencia a romperse**, o cal posibilita que algúns organismos vivan asociados a esta película superficial. Esa forma dirixida cara o interior do líquido leva o nome de **tensión superficial**.

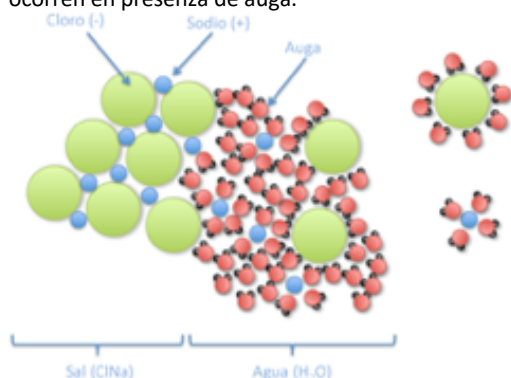
- **Elevada calor específica**. Cando se quenta a auga, gran parte da enerxía vai dirixida a romper as pontes de hidróxeno e non en elevar a temperatura. **A auga ten unha calor específica alta, porque para elevar a súa temperatura, é dicir, o grao de axitación das súas moléculas, hai que romper moitos dos enlaces que hai entre elas, o que implica que cómpre subministrar moita calor**. Isto implica que a auga lle custa quentarse, pero tamén lle custa arrefriarse, o cal fai posible que os organismos acuáticos poidan vivir en ambientes con poucas variacións térmicas xa que a auga é un bo **estabilizador térmico** fronte aos cambios bruscos de temperatura.

- **Elevada calor de vaporización**. Para pasar do estado líquido ao estado gasoso cómpre romper todos os enlaces de hidróxeno e para iso precísase moita enerxía. Esta enerxía pódese tomar do entorno o cal pode facer que a temperatura deste diminúa e polo tanto é un bo **refrixerante** e **termorregulador**.

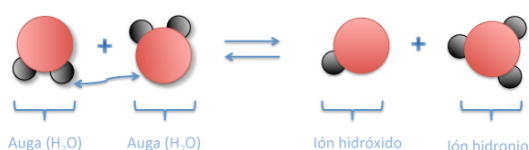
- **Densidade máis alta da auga líquida ca a do xeo**. Cando calquera líquido xea, os átomos empaquetáanse mais e polo tanto aumenta a súa densidade. Sen embargo isto non ocorre na auga, xa que **esta é máis densa a 4°C** (e non a 0°C), polo que o xeo (que dentro ten pequenas burbullas de aire) é menos denso que a auga líquida e polo tanto flota na auga. Isto supón que

o xeo forma unha película termoillante na superficie que fai posible a vida na parte inferior líquida de mares e lagos, xa que o xeo actúa como **illante térmico** durante o inverno.

- **Elevada constante dieléctrica.** A polaridade da molécula de auga fai que **esta se poda interpoñer entre os ións nas redes cristalinas o cal acaba por separar estes e rodealos de moléculas de auga** o cal recibe o nome de **solvatación**. Isto acontece con moitos compostos iónicos, como os sales minerais e compostos covalentes polares como a glicosa o que confire a auga un papel fundamental para que no interior dela se teñan lugar as reaccións bioquímicas características de calquera ser vivo. Esta capacidade **disolvente case universal** da auga a fai imprescindible nos procesos biolóxicos, xa que a maioría das reaccións químicas que acontecen nun organismo ocorren en presenza de auga.



- **Baixo grao de ionización.** A auga pode estar en forma ionizada, e dicir: ($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$). So 1 de cada 10 millóns de moléculas de auga se atopa neste estado. Isto explica por que a concentración de ións hidróxeno (H^+) e de ións hidroxilo (OH^-) sexa tan baixa, de só 10^{-7} moles por litro. Polo que dicimos que este $\text{pH} = 7$ e neutro. Pero se se lle engade unha substancia ácida (que ten H^+) ou unha básica (que ten OH^-) aínda que sexa en moi pouca cantidade, estes niveis varían bruscamente e fan que dita substancia **se transforme nun ácido ou nunha base**.



4.- OS SALES MINERAIS

4.1.- CLASIFICACIÓN DOS SALES MINERAIS

Os organismos están formados tamén por sales minerais as cales podémolas atopar de tres xeitos:

- **Sales minerais precipitadas.** Teñen unha función esquelética formando estruturas sólidas, insolubles, con función de sostén ou de protección. Por exemplo: o **carbonato de calcio**, CaCO_3 , das cubertas dos moluscos; o **fosfato de calcio**, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e o carbonato de calcio, que, depositados sobre o coláxeno, constitúen os ósos; a **sílice**, SiO_2 , que endurece moitas plantas e forma a cuncha de moitos microorganismos como as diatomeas, etc.

- **Sales minerais disolvidos.** Contribúen á formación de dispersións no interior dos organismos. As substancias minerais ao disolverse dan lugar a aniións e catións. Os **aniións** máis frecuentes na materia viva son: **sulfato** (SO_4^{2-}), **bicarbonato** (HCO_3^-) **fosfato** (HPO_4^{2-}), **nitrato** (NO_3^-), Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} ; e os **catións** máis abundantes son: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Estes ións poden ter varias funcións como manter constante o **grao de salinidade** dentro do organismo e algúns como os **fosfatos** ou **bicarbonatos** actúan como **amortecedores dos cambios do pH** mediante o chamado **efecto tampón** ou **buffer solution**. Os **fluidos biolóxicos**, que están constituídos basicamente por auga, manteñen o seu grao de acidez (pH) dentro duns límites axeitados pese á adición de ácidos ou bases.

Segundo a cantidade de sales que haxa no interior das células, vai a entrar ou saír auga a través da membrana, xa que existe un fenómeno chamado **presión osmótica** que **tende a igualar a salinidade dentro e fora da célula** o que leva a regular o volume celular.

A ámbolos dous lados da membrana celular existe unha diferenza de cargas eléctricas, que van a producir o desenvolvemento dun **potencial eléctrico** que transmite os impulsos nerviosos nas neuronas.

- **Sales minerais asociados a moléculas orgánicas.** As veces as **sales minerais xúntanse a outras moléculas** como as **proteínas**, formando **fosfoproteínas** ou a **lípido**, constituíndo **fosfolípidos**.

O **ferro** pode atoparse na **hemoglobina**, e o **magnesio** na **clorofila**, os **fosfatos** son parte dos **ácidos nucleicos**, os **fosfolípidos** e o **ATP** o **cobalto** atópase **vitamina B₁₂**, o **iodo** e característico das **hormonas tiroideas** e o **xofre** nalgúns **aminoácidos** como a metionina e cisteína.

4.2.- AS DISOLUCIÓN E AS DISPERSIÓN COLOIDAIS

Os líquidos que atopamos no interior dos seres vivos son **dispersións de diversas substancias no seo da auga**. Constan dunha **fase dispersante**, que é a auga, e dunha **fase dispersa** ou **solute**, formada por partículas que poden presentar distintos tamaños. Segundo o **tamaño das partículas da fase dispersa** pódese realizar a seguinte clasificación:

- **Disolución.** Se o **tamaño é menor de 5 nm**. Considérase unha mestura homoxénea de substancias puras onde as partículas disolvidas son ións, moléculas illadas ou agrupacións moi pequenas destes compoñentes, que non sedimentan.

- **Dispersión coloidal.** Se o **tamaño está comprendido entre 10^{-5} e 10^{-7} cm** (entre 5 nm e 200 nm). Trátase dunha mestura en que **as partículas tampouco sedimentan**, pero **reflicten e refractan a luz que incide sobre elas**; ademais, **non poden atravesar membranas**, que só son permeables ao disolvente. Son substancias como as proteínas, ácidos nucleicos e polisacáridos. **As dispersións coloidais concentradas reciben o nome de xeles**, e as diluídas o nome de **soles**.

4.2.- AS PROPIEDADES DAS DISOLUCIÓN VERDADEIRAS

Algunhas propiedades das disolucións con máis interese en bioloxía son:

- **Difusión.** É o fenómeno polo cal as moléculas dun gas ou líquido cando se poñen en contacto con outra substancia, se moven en todas direccións distribuíndose uniformemente ata ocupar todo o espazo dispoñible de xeito homoxéneo. Exemplos: a entrada do osíxeno do aire no seo da auga (absorción de osíxeno na auga) ao poñelos en contacto, e a entrada de moléculas de vapor de auga no aire (humidificación do aire).

- **Osmose.** É o paso do disolvente a través dunha membrana semipermeable entre dúas disolucións de diferente concentración. Este paso de disolvente prodúcese debido a unha forza chamada **presión osmótica** desde a disolución máis diluída á máis concentrada ata que as dúas disolucións alcanzan o equilibrio e se igualan as súas concentracións.

Cando dúas disolucións se atopan separadas por unha **membrana semipermeable**, denomínase **hipertónica** a aquela que está máis concentrada, pois é a que xera máis presión sobre a membrana; denomínase **hipotónica** á solución máis diluída pois xera menos presión sobre a membrana; se as dúas disolucións teñen a mesma concentración, denomínanse **isotónicas**.

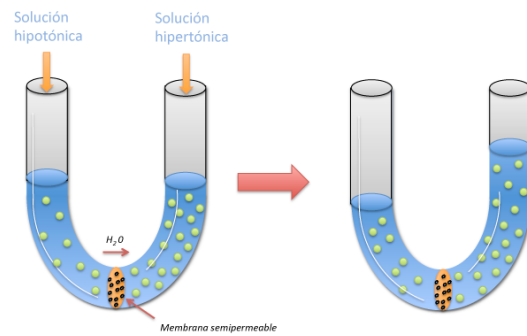
A osmose produce intercambios de auga entre o interior e exterior da célula:

a) Se o medio externo é hipertónico, a auga tenderá a saír da célula e esta encollerá. Nas células vexetais con paredes ríxidas o vacúolo e o citoplasma contráense e a membrana sepárase da parede, producíndose a chamada **plasmólise**. Na células animais perden auga e encollen.

b) Se o medio externo é hipotónico, a auga tenderá a entrar na célula e esta inchará, fenómeno que recibe o nome de **turxescencia**. As células animais ao non ter o reforzo da parede celular poden chegar a rebentar. Nas células vexetais o vacúolo incha e fai presión ao citoplasma contra a parede celular, pero non chega a rebentar a célula debido a parede celular.

Este fenómeno explica moitas propiedades dos seres vivos: as raíces absorben grandes cantidades de auga, as inxeccións intravenosas teñen que ter a mesma presión osmótica que o plasma sanguíneo, pois se fora máis diluída podería provocarse a rotura das células sanguíneas.

- **Mantemento da estabilidade do pH.** Nos seres vivos é moi importante que o pH dos seus fluídos non varíe de xeito brusco, porque dita variación podería provocar un cambio na estrutura de moitas biomoléculas como as encimas o cal alteraría enormemente o desenvolvementos de moitas reaccións químicas. Para evitar manter controlado o pH os seres vivos teñen os chamados **sistemas ou**



disolucións tampón ou amortecedores do pH.

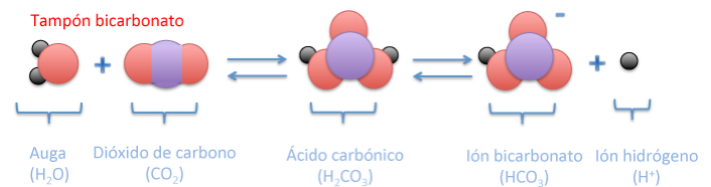
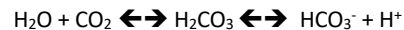
Exemplo, o **plasma sanguíneo** ten un pH próximo a 7,4. Se a regulación do pH non é a axeitada, como pode acontecer no caso da **diabetes**, o pH pode descender a 6,8, o que podería provocar lesións celulares e incluso a morte.

As disolucións tampón están compostas por un **ácido débil** e a súa **base conxugada**. Os amortecedores actúan como aceptores ou dadores de H^+ segundo sexa o caso, para compensar o exceso ou o déficit destes ións no medio e manter constante o seu pH.

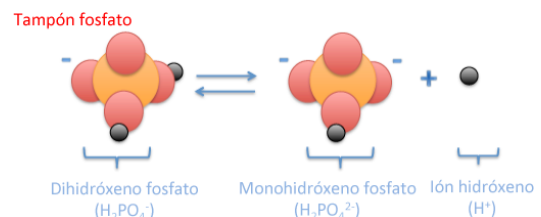
Os sistemas tampón máis comúns son:

- **Sistema tampón bicarbonato.** Neste caso prodúcese un equilibrio entre o **ión bicarbonato** (HO_3^-) e **ácido carbónico** (H_2CO_3) mantendo o pH en valores próximos a 7,4 nos líquidos intercelulares.

O **ácido carbónico** (H_2CO_3) ao ser unha molécula moi inestable e enseguida se descompón en **dióxido de carbono e auga**. Por exemplo, no caso dun **exceso de ións H^+** (acidose) no sangue, o HCO_3^- uniríase a estes ións de H^+ e formaría ácido carbónico, que logo daría como resultado dióxido de carbono e auga.



- **Sistema tampón fosfato.** Neste outro caso prodúcese un **equilibrio entre $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-}** nos líquidos intracelulares, mantendo o pH en valores próximos a 6,8. Se na célula aumentase a acidez, (ións H^+), a reacción desprazaríase cara á esquerda; e se diminuíse, a reacción desprazaríase cara á dereita. Desta forma poden controlarse as variacións de acidez.



- Algunhas **proteínas** tamén teñen a capacidade de poder actuar tamén como amortecedores dos cambios de acidez dentro e fóra das células.