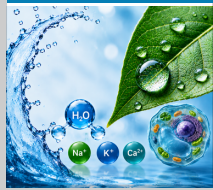


Unidade 1



Bloque 1: A base molecular da materia viva

BIOELEMENTOS E BIOMOLÉCULAS

A materia viva está composta por bioelementos (primarios, secundarios e oligoelementos) que se agrupan en biomoléculas inorgánicas (auga e sales minerais) e orgánicas (glicidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos). A auga destaca como a biomolécula máis abundante nos seres vivos, actuando, entre outras funcións, como disolvente universal e regulador térmico. A auga tamén participa en numerosas reaccións químicas do organismo e facilita o transporte de substancias. Os sales minerais poden atoparse disoltos, formando estruturas sólidas ou asociados a moléculas orgánicas, desempeñando funcións fundamentais nos seres vivos por formar estruturas de sostén e regular procesos vitais como o pH e a osmose.

1 OS BIOELEMENTOS

Os **bioelementos** ou elementos bioxénicos son os elementos químicos que constitúen a materia dos organismos vivos. Clasifícanse en bioelementos primarios, secundarios e oligoelementos (Fig. 1)

- **Bioelementos primarios:** Representan aproximadamente o 96% de todos os bioelementos e inclúen o carbono, hidróxeno, osíxeno, nitróxeno, fósforo e xofre. As súas funcións aparecen recollidas na Fig. 2.
- **Bioelementos secundarios:** Atópanse nunha proporción próxima ao 3,9% e adoitan presentarse en estado ionizado. Son esenciais para procesos fisiolóxicos como a transmisión do impulso nervioso (sodio e potasio), a contracción muscular (calcio) ou na fotosíntese (por exemplo o magnesio que forma parte da clorofila).
- **Oligoelementos:** Son elementos traza que aparecen en concentracións inferiores ao 0,1%. Entre eles destaca o ferro (que forma parte da hemoglobina), o iodo (necesario para a síntese da hormona tiroidea) ou o fluor (que forma o esmalte dentario). Malia a súa escasa abundancia, son funcionalmente esenciais, xa que a súa carencia pode causar patoloxías graves.

= BIOELEMENTOS =

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

*Bioelementos
primarios*

*Bioelementos
secundarios*

Oligoelementos

Fig.1.-Clasificación dos bioelementos.

2 AS BIOMOLÉCULAS

Os bioelementos únense mediante enlaces químicos para formar **biomoléculas** que forman parte dos seres vivos. Segundo a súa composición química, poden clasificarse en:

1. **Biomoléculas simples:** formadas por átomos dun único elemento. Exemplos: O₂, N₂ (inorgánicas).
2. **Biomoléculas compostas:** formadas por átomos de elementos diferentes. Exemplos: H₂O, CO₂, NaCl, CaCO₃...

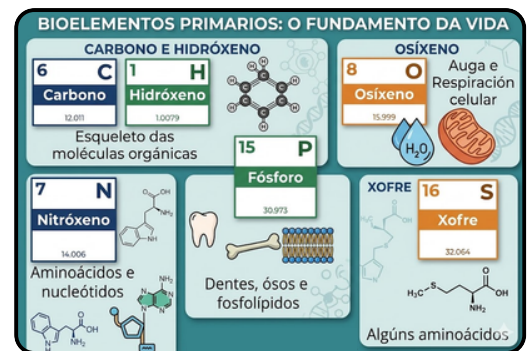


Fig.2.-Funcións dos bioelementos primarios.

Outra clasificación posible das biomoléculas se temos en conta a súa natureza é a seguinte (Fig. 3):

1. As **biomoléculas inorgánicas** aparecen tanto nos seres vivos como na materia inerte. Teñen unha estrutura química sinxela porque non están formadas por cadeas de carbono unidas a hidróxeno. Dentro deste grupo inclúense a auga, os sales minerais e gases como o osíxeno ou o dióxido de carbono.
2. As **biomoléculas orgánicas** son exclusivas da materia viva e caracterízanse por posuír un esqueleto de cadeas hidrocarbonadas, é dicir, estruturas constituídas por átomos de carbono enlazados con hidróxeno (Fig. 4)

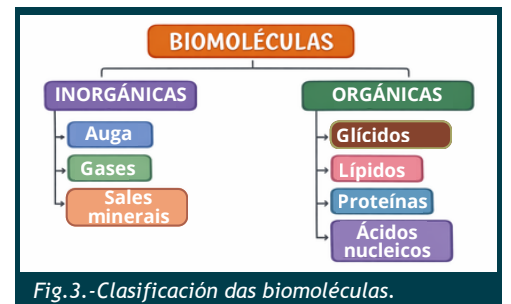


Fig.3.-Clasificación das biomoléculas.

A maioría das biomoléculas orgánicas teñen unha estrutura polimérica, é dicir, son **polímeros** xa que están formadas pola repetición de unidades máis pequenas chamadas **monómeros** (Fig. 5). Por exemplo, os polisacáridos son polímeros que se constrúen a partir de monosacáridos; as proteínas fórmanse a partir de aminoácidos; e os ácidos nucleicos están compostos por nucleótidos (Fig. 6).

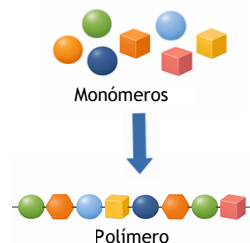


Fig.5.-Formación dun polímero.

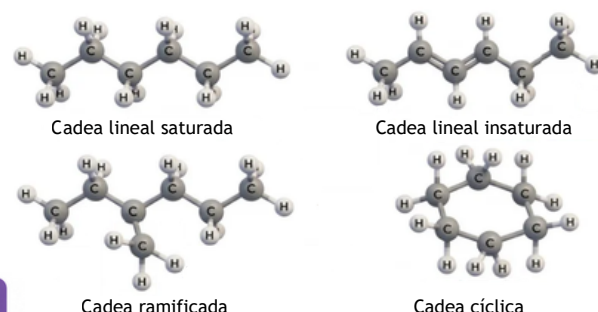


Fig.4.-Tipos de cadeas hidrocarbonadas.

POLISACÁRIDOS (monosacáridos) Os monosacáridos son glicidos simples, base dos polisacáridos Exemplos: Glicosa	PROTEÍNAS (aminoácidos) Os aminoácidos son as unidades básicas que forman as proteínas Exemplo de aminoácido: 	ÁCIDOS NUCLEICOS (nucleótidos) Os nucleótidos son as unidades básicas que forman o ADN e o ARN Estrutura dun nucleótido:
---	--	---

Fig.6.-Principais monómeros que forman as moléculas orgánicas.



OS BIOELEMENTOS E BIOMOLÉCULAS

Clasificación e funcións biolóxicas



SABÍAS QUE?

A dieta é o conxunto de alimentos que ingerimos e debe ser equilibrada para achegar os nutrientes necesarios ao organismo.

Estes nutrientes conteñen bioelementos (como carbono, hidróxeno, osíxeno, nitróxeno, fósforo e xofre) e biomoléculas (glicidos, lípidos, proteínas, vitaminas, auga e sales minerais), que realizan funcións vitais no corpo.

Cando a dieta non é axeitada, poden aparecer enfermidades carenciais por falta de nutrientes (como anemia, raquitismo ou bocio) ou problemas por exceso, como as enfermidades cardiovasculares. Por iso, unha alimentación variada e equilibrada, xunto con hábitos de vida saudables, son fundamentais para manter a saúde e o correcto funcionamento do organismo. (Fig. 7).



NUTRICIÓN EQUILIBRADA, SAÚDE E ENFERMIDADES CARENCIAIS

Unha alimentación variada e equilibrada achega os nutrientes necesarios para o bo funcionamento do organismo e prevén enfermidades.



Fig.7.-Relación entre a dieta e os bioelementos e biomoléculas dos nutrientes.

A auga é a biomolécula máis abundante nos seres vivos, representando entre o 50% e o 95% do peso dos mesmos. A súa proporción varía segundo a especie (maior cantidade en especies acuáticas), a actividade metabólica (máis auga nas células activas) e a idade (menor contido a medida que se envellece).

3 A AUGA

A molécula de auga está formada por un átomo de osíxeno (O) unido a dous de hidróxeno (H) mediante **enlaces covalentes** que forman un ángulo de $104,5^\circ$ (Fig.8). Aínda que globalmente a molécula de auga é **neutra** (non ten carga neta), si presenta unha polaridade marcada. Isto débese a que o osíxeno é moito máis electronegativo ca o hidróxeno, polo que atrae con máis forza os electróns compartidos nese enlace covalente. Como consecuencia, o osíxeno queda cunha carga parcial negativa (δ^-) e cada hidróxeno cunha carga parcial positiva (δ^+). Por iso a auga é un **dipolo permanente (molécula dipolar)**, cun extremo negativo (o O) e outro positivo (os dous H) (Fig.9). Cando varias moléculas de auga se achegan, establécense **enlaces de pontes de hidróxeno**, interaccións débiles entre o O (δ^-) dunha molécula e o H (δ^+) doutra. (Fig.10). Cada molécula pode formar ata catro pontes de hidróxeno. No xeo estas pontes mantéñense estables, mentres que na auga líquida están rompéndose e formándose continuamente, o que explica moitas das súas propiedades especiais (Fig.11).

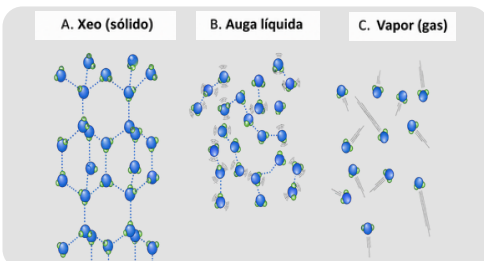


Fig.11.- O número de pontes de hidróxeno entre as moléculas de auga vai variar dependendo do estado físico no que se atope esta molécula. No xeo cada molécula de auga mantén as 4 pontes de hidróxeno posibles, formando unha rede rixida; no estado líquido conserva só 2-3 de media, porque as pontes rompen e fórmanse continuamente; e no vapor practicamente non existen pontes, xa que as moléculas están moi separadas.

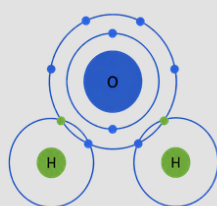


Fig.8.- Composición da molécula de auga.

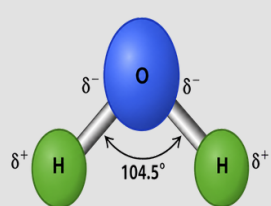


Fig.9.- Polaridade da molécula de auga.

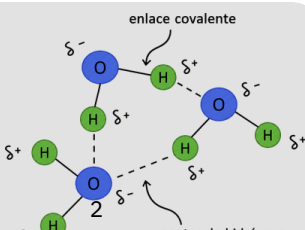


Fig.10.- Formación de enlaces de ponte de hidróxeno na auga.

Propiedades físico-químicas da auga e relación coas funcións biolóxicas

Propiedade	Explicación	Relación coa función biolóxica
1. A auga é líquida a t° ambiente	A auga atópase en estado líquido entre os 0 e os 100°C xa que para que a auga se evapore é necesario que se rompan todas os enlaces de ponte de hidróxeno. Estas interaccións son o suficientemente "fortes" para evitar que as moléculas se separen como nun gas, pero non tan rixidas como para quedar fixas nunha estrutura sólida, como ocorre no xeo.	Constitúe o hábitat no que viven moitos seres vivos. Tamén forma os medios internos como o citoplasma das células e actúa como medio de transporte de substancias entre o medio externo e interno do organismo (como por exemplo, o sangue ou o zume bruto dos vexetais).

2. Alto poder disolvente

Para que unha molécula se disolva facilmente na auga, debe ser polar ou ter cargas eléctricas. Isto significa que ten zonas con carga parcial positiva e negativa, capaces de formar pontes de hidróxeno ou interaccións electrostáticas coas moléculas de auga. Deste xeito, a auga pode rodear e separar ións e moléculas **polares** (hidrofílicas) grazas ao seu carácter dipolar, facilitando que se disolvan. As substancias **apolares** (hidrofóbicas) non interactúan con ela e non se disolven, mentres que as moléculas cunha parte polar e outra parte apolar (**anfipáticas**) poden organizarse formando estruturas como micelas, monocapas ou bicapas. Por exemplo, os ácidos graxos son moléculas anfipáticas (Fig. 12).

A auga actúa como medio vital dentro das células, permitindo que moitas substancias se manteñan disoltas no citoplasma. Grazas ao seu carácter polar, favorece a disociación de sales e moléculas polares como glúcidos e proteínas, o que fai posible as reaccións metabólicas. Ademais, serve de vehículo para o transporte de nutrientes e produtos de refugallo por todo o organismo.

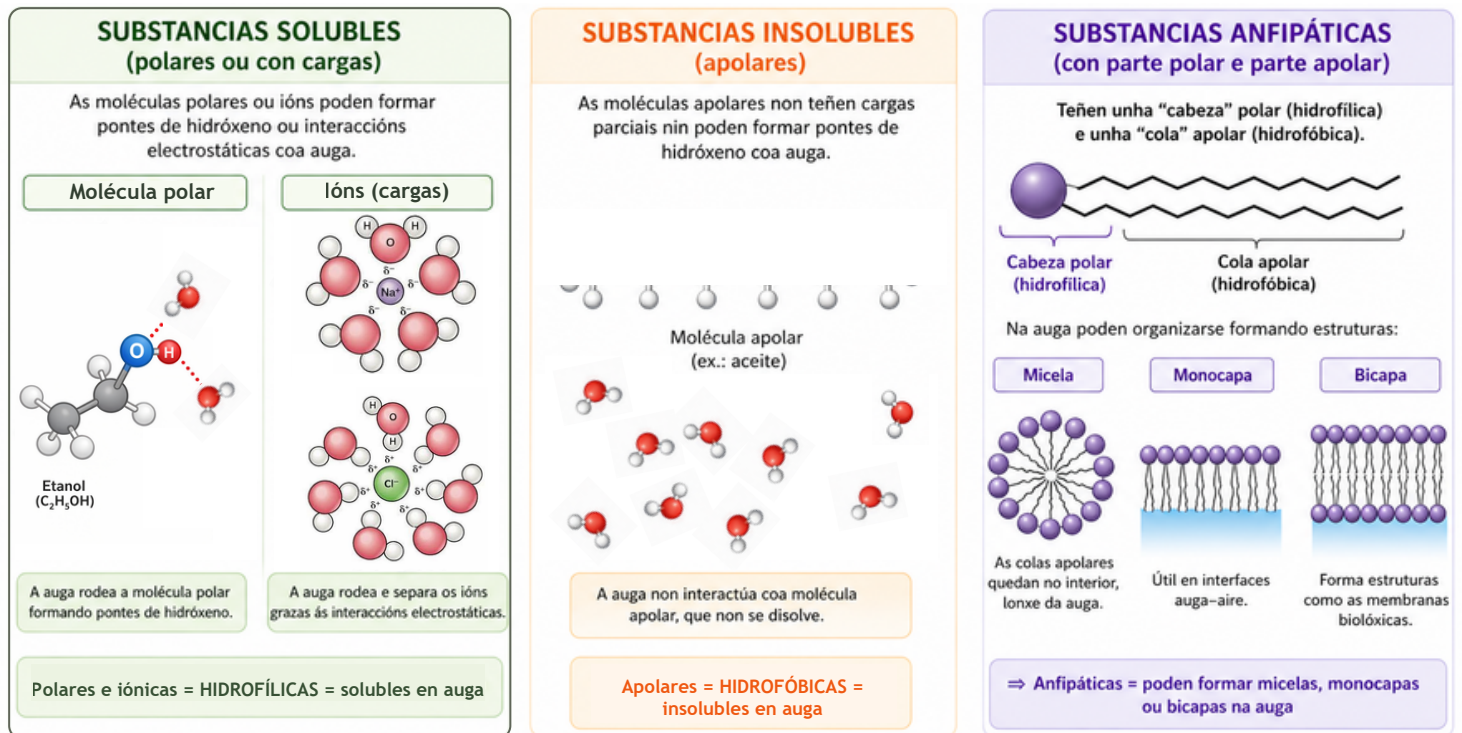


Fig. 12.- Poder disolvente da auga.

Os compostos iónicos e as pequenas moléculas polares adoitan disolverse na auga formando **disolucións**, nas que as partículas quedan totalmente separadas e rodeadas por moléculas de auga (como ocorre co Na^+ e Cl^- da sal de mesa ou co etanol mediante pontes de hidróxeno).

En cambio, as macromoléculas como proteínas ou polisacáridos, polo seu gran tamaño, non se disolven completamente. En lugar diso forman **dispersións coloidais**, nas cales a auga rodea estas macromoléculas formando capas mediante pontes de hidróxeno, pero debido ao seu gran tamaño non consegue separalas totalmente. Isto fai que a mestura teña un aspecto translúcido e unha maior viscosidade ca unha disolución verdadeira. Ademais, poden presentarse en estado de sol, máis fluído, ou de xel, máis consistente e semisólido. Este comportamento é moi importante nos sistemas biolóxicos, xa que o citosol celular é unha dispersión coloidal que pode cambiar entre sol e xel, permitindo movementos como a formación de pseudópodos.

3. Elevada capilaridade

A **capilaridade** da auga é a capacidade que ten este líquido para ascender por condutos moi finos ou estreitos, vencendo parcialmente a forza da gravidade. Este fenómeno ocorre porque as moléculas de auga:

- Se atraen entre si (forza de **cohesión**).
- Se adhíren ás paredes do tubo (forza de **adhesión**) (Fig. 13).

A combinación destas dúas forzas fai que a auga ascenda cara arriba, como sucede nos vasos condutores das plantas, onde permite o transporte da zume bruto desde as raíces ata as follas das plantas a través do xilema.

4. Elevada tensión superficial

As moléculas de auga situadas na superficie están unidas entre si mediante pontes de hidróxeno, o que fai que se manteñan fortemente cohesionadas coas moléculas veciñas e formen unha especie de película superficial. Esta cohesión crea unha resistencia a que a superficie se rompa, de modo que se comporta como unha "fina membrana" elástica e tensa (Fig. 14).

Esta propiedade fai posible que insectos, como os zapateiros, e pequenos artrópodos poidan descansar ou desprazarse sobre a superficie da auga sen afundirse, o que lles permite aproveitar ese espazo como hábitat ou zona de caza.

5. Elevada calor específica

A calor específica defínese como a calor necesaria para elevar $1^\circ C$ a temperatura de 1 gramo dunha substancia, neste caso da auga. A auga necesita unha cantidade elevada de enerxía calorífica para aumentar a súa temperatura, xa que parte da calor achegada non se utiliza de inmediato para quentar o líquido, senón para romper as pontes de hidróxeno que unen as súas moléculas (Fig. 15).

A suor, formada principalmente por auga, ao evaporarse necesita absorber moita enerxía do corpo, o que provoca que se retire calor da pel e axude a baixar a temperatura corporal.

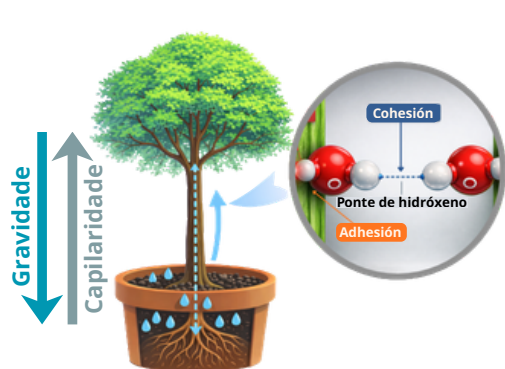


Fig.13.- A capilaridade da auga a través do xilema.

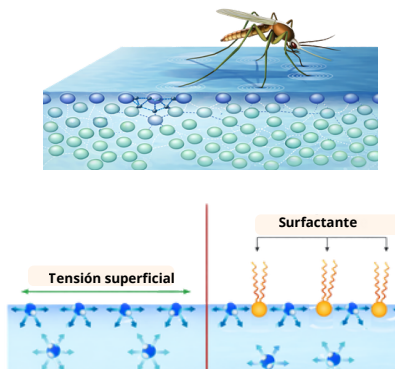


Fig.14.- Tensión superficial da auga (imaxe superior). Esta tensión pode romper ao engadir surfactantes ou xabóns (imaxe inferior).



Fig.15.- A alta calor específica da auga.

6.

Variación anómala do volume e da densidade

En xeral, cando un líquido se conxela, as súas moléculas xúntanse máis e ocupa menos volume, polo que aumenta a súa densidade. Pero na auga pasa algo distinto: ao baixar de 4 °C, as moléculas organizanse formando catro pontes de hidróxeno con varias veciñas. Cando chega a 0 °C, créase unha estrutura reticular fixa que ocupa máis espazo ca a auga líquida. Por iso, o xeo é menos denso e flota sobre a auga (Fig. 16).

Esta propiedade é fundamental para a vida, sobre todo nos ecosistemas acuáticos. Como o xeo é menos denso e flota, forma unha capa na superficie da auga que actúa como illante térmico. Isto evita que a auga de debaixo se conxela completamente, permitindo que os organismos acuáticos sobrevivan durante o inverno.

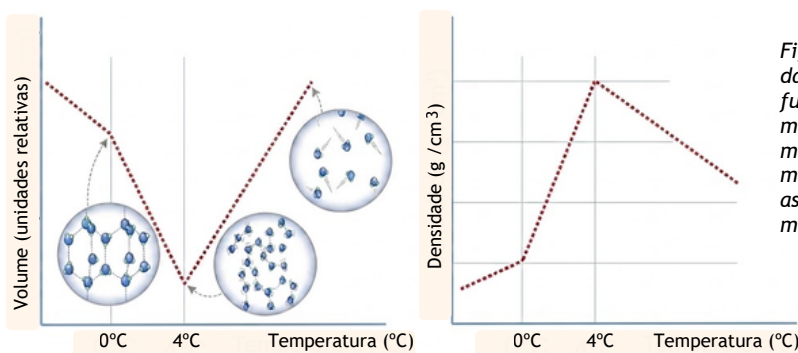


Fig.16.- Gráficas nas que se reflicte como varía o volume (gráfica da esquerda) e a densidade da auga (gráfica da dereita) en función da temperatura. Cando a auga se conxela, as súas moléculas organizanse nunha estrutura cristalina ou reticular mantida por enlaces de pontes de hidróxeno. Esta disposición é máis aberta que no estado líquido, deixando máis espazos entre as moléculas. Por iso, o volume aumenta ao conxelarse. Como a masa non cambia, a densidade diminúe e o xeo flota na auga.

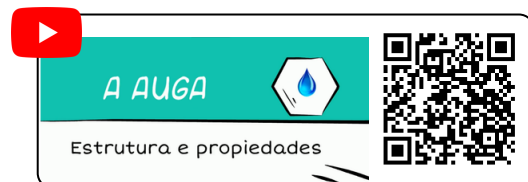


Fig.17.- Clasificación dos sales minerais.

4 OS SALES MINERAIS

Os sales minerais son moléculas inorgánicas que están presentes en todos os seres vivos e poden aparecer de tres formas: insolubles (precipitados), disoltos na auga ou unidos a moléculas orgánicas (Fig. 17).

- Os sales minerais insolubles atópanse precipitados formando estruturas sólidas que teñen función de sostén. Por exemplo, o carbonato cálcico das cunchas e caparazóns dos invertebrados ou o fosfato cálcico, que dá dureza e resistencia aos ósos e dentes dos vertebrados.
- Os sales minerais asociados a moléculas orgánicas cumpren funcións importantes. Por exemplo, o ferro da hemoglobina permite transportar o osíxeno polo corpo, e o magnesio da clorofila é necesario para captar a luz na fotosíntese (Fig. 18).
- Os sales minerais solubles están disoltos en forma de ións, é dicir, poden ser positivos (catiós) ou negativos (aniós). Entre os catións destacan Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , e entre os aniós Cl^- , HCO_3^- e HPO_4^{2-} .

Entre as funcións dos sales disoltos ou ionizados destacan:

- Accións específicas:** algúns destes sales teñen funcións moi concretas no organismo. Por exemplo, o sodio (Na^+) é importante na transmisión do impulso nervioso, e o calcio (Ca^{2+}) intervén de maneira esencial na contracción dos músculos. Ademais, ións como o magnesio (Mg^{2+}), o manganeso (Mn^{2+}) ou o cobre (Cu^{2+}) actúan como cofactores de encimas, é dicir, axudan a que estas funcionen correctamente.

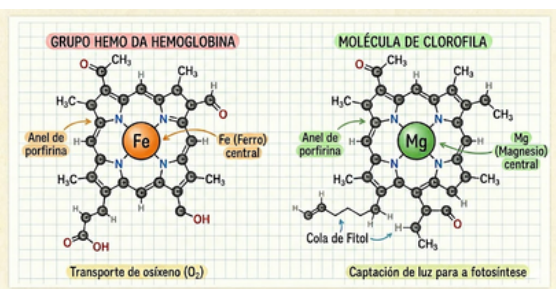


Fig.18.- Exemplos de sales minerais asociadas a moléculas orgánicas. Na parte esquerda, grupo hemo de hemoglobina con ferro. Na parte dereita, molécula de clorofila con magnesio.

- **Función tamponadora:** o medio interno dos vertebrados mantén un pH lixeiramente alcalino, arredor de 7,36, e debe permanecer moi estable porque pequenas variacións poden alterar a estrutura e funcionamento de proteínas e ácidos nucleicos. No metabolismo fórmanse continuamente substancias que poden aumentar ou diminuír a concentración de H^+ , o que fai que o pH baixe ou suba. Estes cambios non poden ser moi grandes, xa que afectan á estrutura das proteínas, podendo modificar o seu pregamento e facer que perdan a súa función (desnaturalización). Para evitar isto, os seres vivos dispoñen de **sistemas tampón** ou amortiguadores, que axudan a manter o pH constante. Estes sistemas están formados por pares ácido-base de sales minerais que poden captar ou liberar protóns segundo sexa necesario, equilibrando así o medio. Entre os máis importantes destacan o **sistema tampón bicarbonato**, que regula o pH do sangue mantendoo arredor de 7,4 (Fig. 19), e o **sistema tampón fosfato**, que actúa principalmente no interior das células mantendo un pH próximo a 6,8.

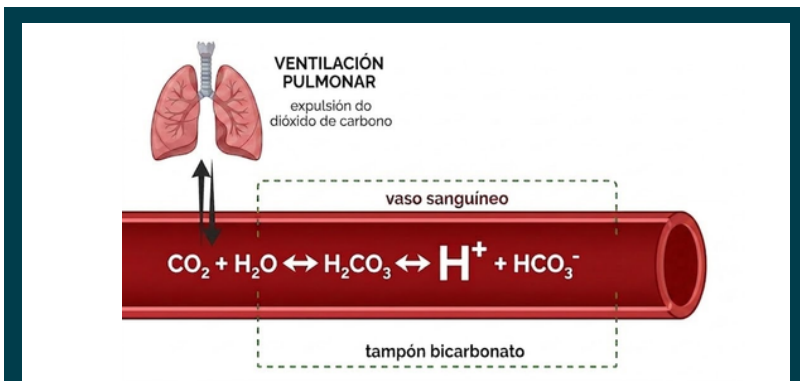


Fig.19.- Modo de acción do sistema tampón bicarbonato. Este sistema regula o pH do sangue mediante o equilibrio entre o par ácido (ácido carbónico ou H_2CO_3) e a súa base conxugada (bicarbonato ou HCO_3^-). Cando aumenta a acidez (máis H^+), o bicarbonato neutraliza formando ácido carbónico, que se converte en CO_2 e auga; ese CO_2 é eliminado polos pulmóns ao exhalar. Se diminúe a acidez, o equilibrio desprázase liberando H^+ para manter o pH estable.

- **Función osmótica:** a función osmótica dos sales minerais consiste en controlar a entrada e saída de auga nas células mediante o proceso de osmose. A **osmose** consiste no paso da auga de xeito pasivo a través dunha membrana semipermeable, que deixa pasar o disolvente pero non os solutos, entre dúas solucións con distinta concentración. A auga móvese desde a zona máis diluída (**hipotónica**) cara á máis concentrada (**hipertónica**) ata que ambas acadan o equilibrio (**isotónicas**) (Fig.20). A **presión osmótica** é a forza necesaria para deter ese movemento de auga. Como a membrana celular funciona como unha membrana semipermeable, as células poden atoparse en medios hipertónicos, hipotónicos ou isotónicos, o que determina se perden, gañan ou manteñen a auga do seu interior (Fig. 21).

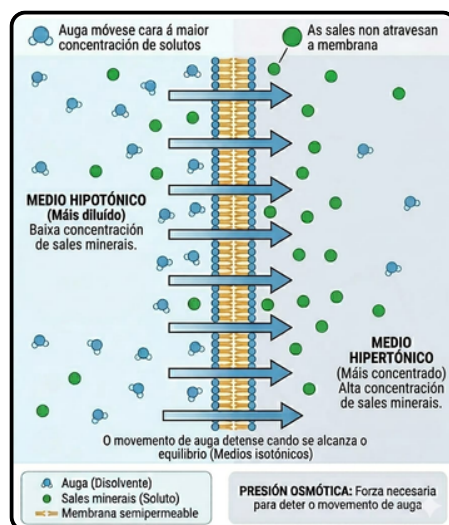


Fig.21.- Representación do proceso da osmose.

SABÍAS QUE?

A diálise é un proceso no que certas substancias pequenas, como sales ou outras moléculas, poden atravesar unha membrana semipermeable, mentres que outras máis grandes quedan retidas.

Isto permite separar e limpar disolucións, xa que só pasan as partículas de menor tamaño. Na medicina, este principio utilízase na hemodíalise, un tratamento que substitúe a función dos riles cando estes fallan, filtrando o sangue para eliminar substancias tóxicas como a urea e o exceso de sales minerais e auga (Fig. 22).

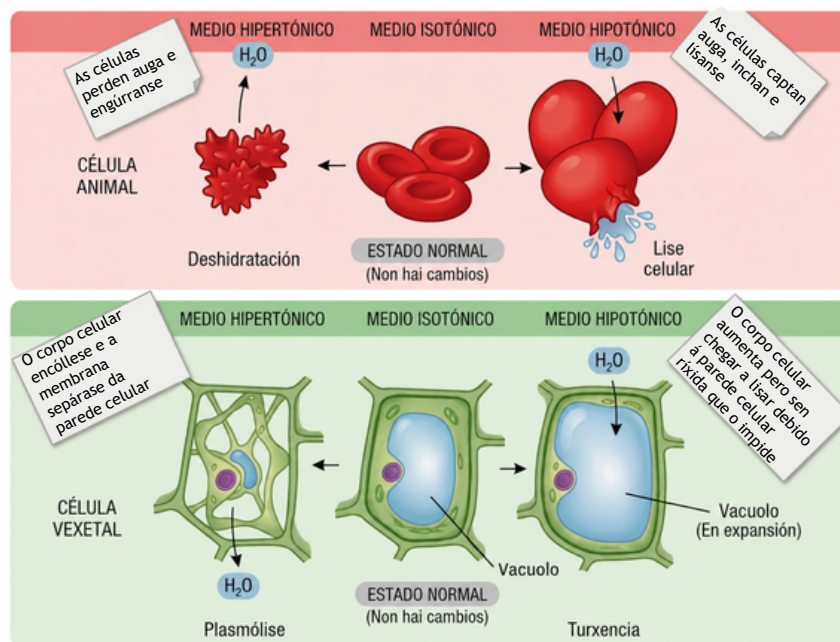


Fig.21.-Efecto do medio extracelular nas células animais e vexetais. A imaxe amosa os cambios na morfoloxía celular dependendo da concentración do medio no que se atope.

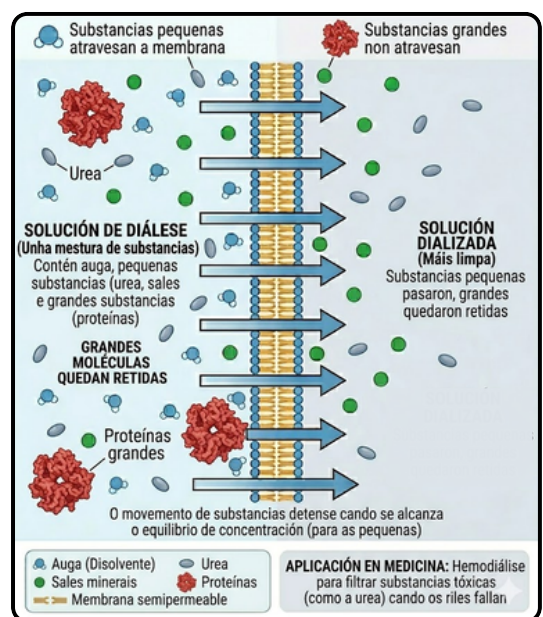


Fig.22.- Representación do proceso da diálise.

OS SALES MINERAIS

Clasificación e funcións biolóxicas

A OSMOSE

Efecto da osmose nas células