

Tema 1.0. A composición química dos seres vivos

1. Introducción e enlaces químicos

2. Bioelementos

3. Biomoléculas

3.1. Biomoléculas inorgánicas

3.1.1. A auga

3.1.2. Os sales minerais

3.2. Biomoléculas orgánicas

a) Glúcidos

b) Lípidos

c) Proteínas

d) Ácidos nucleicos

1. INTRODUCCIÓN E ENLACES QUÍMICOS

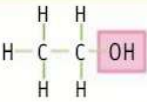
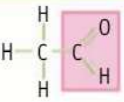
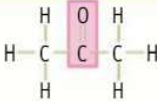
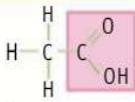
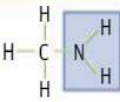
Ao analizar a composición dos organismos, obsérvase que unicamente unha pequena parte dos elementos químicos que constitúen a Terra forma parte da materia viva, estes elementos químicos denomínanse **bioelementos**. Cando os átomos dun bioelemento interactúan entre si ou con átomos doutros bioelementos constitúen **biomoléculas**. A forza coa que os átomos mantéñense xuntos denomínase **enlace químico**. Podemos clasificar os enlaces que atopamos nas biomoléculas en:

Enlace covalente

Neste enlace os átomos **comparten pares de electróns**. Os elementos que forman este tipo de unión son moi electronegativos, teñen tendencia a gañar electróns para cubrir e estabilizar o nivel enerxético máis externo. Os catro bioelementos maioritarios (C, H, O, N) están entre os elementos químicos máis lixeiros de formar enlaces covalentes.

A capacidade do **carbono** para formar estas ligazóns é determinante nos sistemas biolóxicos. O átomo de carbono ten catro electróns na súa capa externa, o que lle permite formar **catro enlaces covalentes** unindo átomos de carbono entre si ou con outros elementos (sobre todo hidróxeno, osíxeno e nitróxeno). A facilidade para formar enlaces covalentes entre átomos de carbono fai posible a construción de grandes moléculas, base estrutural dos seres vivos, e da actividade química dos procesos biolóxicos.

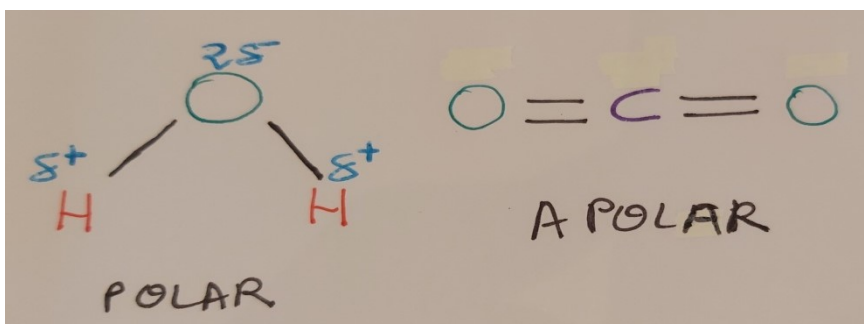
Os átomos de carbono forman o “esqueleto” dunha molécula, pero as propiedades fisicoquímicas desta dependen dos grupos de átomos que se unen aos carbonos. Estes grupos denomínanse **grupos funcionais** e teñen propiedades particulares (polaridade, solubilidade, reactividade, etc.)

Grupo funcional	 Hidroxilo	 Aldehído	 Ceto	 Carboxilo	 Amino
Composto	Alcohois	Aldehídos	Cetonas	Ácidos carboxílicos	Aminas
Exemplo	 Etanol	 Acetaldehído	 Acetona	 Ácido acético	 Metilamina

Compostos C — O		
Alcohois		
O —OH recibe o nome de grupo hidroxilo . Os alcohois son compostos polares solubles en auga e forman pontes de hidróxeno.		$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array} OH$
Aldehidos e cetonas		
O $\begin{array}{c} \diagup \\ C=O \\ \diagdown \end{array}$ recibe o nome de grupo carbonilo . Os aldehidos e as cetonas son compostos polares solubles en auga e caracterizan a diferentes azucres.		Aldehido $\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \end{array} H$ Cetona $\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \end{array} -$
Ácidos carboxílicos		
O —COOH recibe o nome de grupo carboxilo . É un ácido dador de protóns.		$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \end{array} OH$
Ésteres		
Están formados pola combinación dun ácido carboxílico e dun alcohol. A reacción que dá lugar a un éster denomínase reacción de esterificación .		$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \end{array} O-CH_2-CH_2-$
COMPOSTOS C — N		
Aminas		
O —NH ₂ recibe o nome de grupo amino . As aminas son bases débiles aceptoras de protóns.		$\begin{array}{c} \\ R-C- \\ \end{array} NH_2$
Amidas		
Están formadas pola combinación dun ácido carboxílico e dunha amina.		$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C- \\ \end{array} NH_2$
Fosfatos		
A fórmula molecular do ácido fosfórico é H ₃ PO ₄ e represéntase por P ou P _i . O ácido fosfórico pode reaccionar cun grupo hidroxilo, cun grupo carboxilo ou con dous ou máis fosfatos.		$\begin{array}{c} O \\ \\ HO-P-OH \\ \\ OH \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \end{array} O-\begin{array}{c} O \\ \\ P-OH \\ \\ OH \end{array}$ $\circ$ $\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \end{array} \textcircled{P}$

Os enlaces covalentes poden ser sinxelos, dobres e tripos. Existen enlaces **simples** cando se comparte un par de electróns, como ocorre entre os átomos de osíxeno e hidróxeno para formar a molécula de auga, e **dobres** se se comparten dous pares, como no dióxido de carbono (CO₂). Mentres que o enlace simple é flexible e permite a rotación entre carbonos unidos, o dobre enlace é relativamente ríxido e o impide achegando propiedades determinadas a unha molécula. Por exemplo, a manteiga e o aceite son graxas de igual composición química, pero mentres na manteiga os ácidos graxos só conteñen enlaces simples, no aceite algúns enlaces son dobres. A rixidez destes últimos interfere na ordenación das moléculas e, en consecuencia, os aceites son líquidos a temperatura ambiente. Pola contra, na manteiga o empacamento dos ácidos graxos provoca o estado sólido a temperatura ambiente.

Os enlaces covalentes cuxos electróns non se comparten por igual denomínanse **polares**. Estes enlaces son comúns no osíxeno, que atrae fortemente aos electróns (o osíxeno ten polo tanto unha alta electronegatividade). Como veremos no apartado correspondente, a auga é unha molécula polar cunha rexión cargada positivamente e outra negativamente. A natureza polar da auga confírelle unhas propiedades moi especiais das que depende a vida. En moléculas perfectamente simétricas como o CO_2 , a distribución de cargas contrarréstase e a molécula é **apolar**.



Enlace ou ponte de hidróxeno

É un tipo de unión débil entre dúas rexións moleculares que teñen carga iónica parcial de distinto signo e que están o suficientemente próximas. Para ilo, un **átomo de hidróxeno** establece un enlace covalente con un átomo de elevada electronegatividade (O, N,...) quedando o hidróxeno cunha carga parcial positiva e pode unirse por un enlace débil (ponte de H) a outro **átomo electronegativo doutra molécula** (O, N,...) Son enlaces máis fortes que os de Van der Waals, pero moito máis débiles que os covalentes.

Exemplos da importancia destes enlaces nos seres vivos témolos nas proteínas, cuxas estruturas, excepto a primaria, estabilízanse mediante os mesmos. Tamén vemos un exemplo na dobre hélice do DNA, na que se manteñen enlazadas as bases nitroxenadas das dúas cadeas antiparalelas. Por outra banda, estes enlaces unen entre si moléculas de auga polo seu carácter polar como veremos no apartado 3.1.1. A auga deste mesmo tema.

2. BIOELEMENTOS

Os **bioelementos** son un conxunto de átomos que constitúen a materia viva (máis de 70). Hai distintos criterios; pola súa abundancia clasificámoslos en maioritarios e oligoelementos.

❖ **Bioelementos maioritarios**, aquí atopamos 2 grupos:

- **Bioelementos primarios (C, H, O, N, P, S)**: representan o 98% en peso dun organismo. Son esenciais e imprescindibles para a formación das biomoléculas que forman a materia viva, tanto inorgánicas como orgánicas.
- **Bioelementos secundarios (Ca, K, Na e Cl)**: están entre o 0,1 e o 2% en peso dun organismo. Aparecen en forma iónica fundamentalmente e son fundamentais na transmisión do impulso nervioso, na contracción muscular, no mantemento do equilibrio osmótico e na neutralización de cargas nas biomoléculas.

❖ **Oligoelementos (Fe, Mn, I, Cu, Co, F, Se...)**: están presentes nunha proporción de menos do 0,1% en peso dun organismo. Desenvolven funcións catalíticas fundamentais para a vida basicamente. Non todos os oligoelementos forman parte de todos os seres vivos.

Funcións dos bioelementos

- a) **Estrutural**: forman as estruturas básicas dos seres vivos, son os átomos que constitúen as biomoléculas e principios inmediatos, así o carbono está presente en glúcidos, lípidos, proteínas, etc. Pensemos tamén no Ca ou no P que forman o noso esqueleto,...
- b) **Enerxética**: intervindo nas reaccións de transformación enerxética, como o osíxeno.
- c) **Reguladora e catalítica**: permiten que as funcións celulares transcorran correctamente ao mediar nelas, por exemplo regulando o pH (H) ou mediando en reaccións enzimáticas (Mg ou Zn), ou forma substancias químicas como as hormonas (I), a clorofila (Mg), a hemoglobina (Fe) – proteína que transporta o osíxeno no sangue, a hemocianina (Cu) - proteína que transporta o osíxeno na hemolinfa de crustáceos, arácnidos e moluscos, ou mesmo algunha vitamina (Co).

3. PRINCIPIOS INMEDIATOS E BIOMOLÉCULAS

Os principios inmediatos están formados pola combinación dos bioelementos. Os principios inmediatos comprenden as biomoléculas **inorgánicas** ou non exclusivas da materia viva que son a **auga** e os **sales minerais**, e as biomoléculas exclusivas dos seres vivos ou **orgánicas** (glúcidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos).

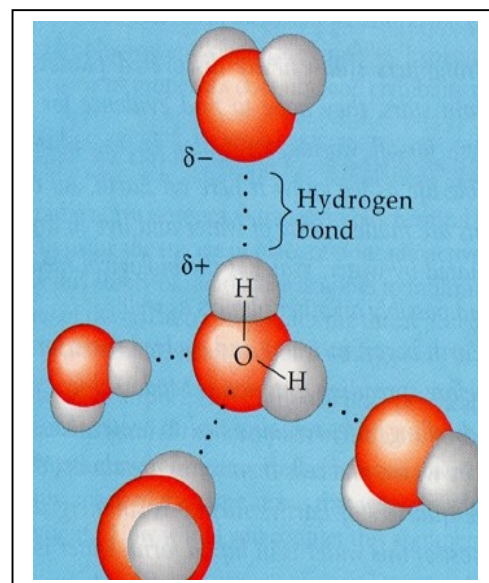
3.1. BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS: a auga e os sales minerais

3.1.1. A AUGA

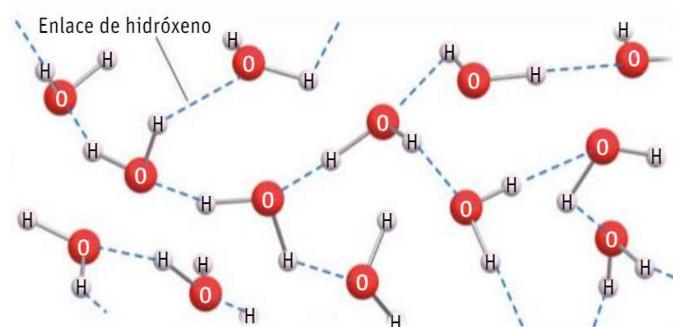
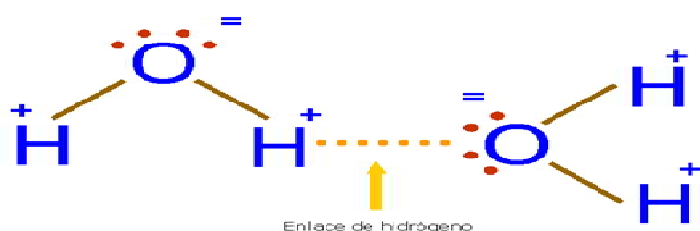
Cuantitativamente é o principal compoñente dos seres vivos. Por termo medio representa un 70%, aínda que varía dependendo dos organismos, da idade, da clase de órgano... A proporción de auga é tanto maior canto máis novo é o organismo e canta maior actividade desempeña un órgano (o tecido nervioso contén preto dun 90% de auga e un óso moito menos, un 20%).

a) ESTRUTURA QUÍMICA DA AUGA

- A molécula de auga está formada por **dous átomos de hidróxeno (H)** unidos por **enlaces covalentes simples** a **un átomo de osíxeno (O)** formando un ***ángulo de 104,5 graos***, para darlle máxima estabilidade.
- O átomo de osíxeno é máis electronegativo que o átomo de hidróxeno, polo que os electróns compartidos co hidróxeno están desprazados cara o osíxeno. Así o osíxeno ten unha densidade electrónica maior (densidade de carga negativa) e os hidróxenos teñen unha densidade electrónica menor (densidade de carga positiva) o que confire á molécula a súa **dipolaridade** (distribución espacial de cargas eléctricas). O resultado é que a molécula de auga é unha **molécula polar**, un dipolo, e a súa **carga neta é cero** (molécula electricamente neutra)



- A dipolaridade da auga promove a formación de enlaces por **pontes de hidróxeno intermoleculares** (entre moléculas de auga), mantendo unidas varias moléculas de auga. Cada átomo de osíxeno, con densidade de carga negativa, exerce unha atracción sobre cada unha das cargas parciais positivas dos átomos de hidróxeno das outras moléculas. Así, cada molécula de auga pode formar ata 4 enlaces de hidróxeno: dous por medio de cada un dos seus átomos de hidróxeno e outros dous grazas ao seu átomo de osíxeno.



b) **PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS E BIOLÓXICAS**

Como consecuencia desta estrutura derívanse as seguintes propiedades da auga:

1. **Elevada constante dieléctrica:** tendencia da auga a opoñerse ás atraccións electrostáticas entre os ións positivos e negativos, é dicir, disocia compostos iónicos en catións e anións. Os dipolos de auga separan os catións e anións e impiden a súa unión, por iso a auga considérase o disolvente universal.
2. **Elevada forza de cohesión** entre as súas moléculas debido ás pontes de hidróxeno permite dar volumen aos seres vivos (actúa como esqueleto hidrostático) e turxescencia ás plantas. A moitos dálle forma pois é **incompresible** (mantén constante o seu volume aínda que se apliquen fortes presións).
3. **Elevada forza de adhesión**, fíxase ás paredes dos condutos de diámetros pequenos ascendendo en contra da gravidade e por iso, permite fenómenos como a capilaridade.

4. Alta calor específica e alta calor de vaporización. Pola súa facilidade para formar pontes de hidróxeno intermoleculares ten unha **gran calor específica**, almacenando moita cantidade de enerxía o que permite que non haxa cambios bruscos de temperatura. A súa elevada **calor latente de evaporación** que lle confire unha grande estabilidade como líquido, xa que a auga para pasar de estado líquido a gasoso necesita absorber moita calor para romper todos os enlaces de hidróxeno eliminándose gran cantidade de calor cunha pouca perda de auga.

5. Densidade: a auga en estado líquido é máis densa ca no seu estado sólido (xeo), xa que neste último estado a auga presenta todos os seus posibles enlaces de hidróxeno (catro por cada molécula) ocupando un volume maior.

c) **FUNCIONES**

1.Principal disolvente biolóxico. A auga, ademais de dissociar compostos iónicos dando disolucións iónicas, dissolve todo tipo de substancias mediante pontes de hidróxeno con outras moléculas que conteñan grupos funcionais polares (alcohois, aldehidos ou cetonas) dando disolucións moleculares.

2. Función de transporte. A gran capacidade disolvente permite o transporte de substancias polo interior dos seres vivos e o seu intercambio co medio externo.

3. Función metabólica. A auga constitúe o medio no que teñen lugar a maioría das reaccións químicas; en ocasións intervén de forma activa na reacción como no caso da hidrólise.

4. Función estrutural. A elevada forza de cohesión entre as súas moléculas debido ás pontes de hidróxeno permite dar volume ás células e turxescencia ás plantas, incluso actúa como esqueleto hidrostático nalgúns animais invertebrados.

5. Función mecánica amortecedora. Debido á elevada cohesión interna auga é **incompresible**, é dicir, mantén o volume constante aínda que se lle apliquen fortes presións polo que resulta idónea para exercer esta función nas articulacións, constitúe o líquido sinovial que evita o contacto entre os ósos.

6. Función termorreguladora. Debido á gran calor específica, almacenando moita cantidade de enerxía o que permite que non haxa cambios bruscos de temperatura; e á alta calor de evaporación que lle confire unha grande estabilidade como líquido (permite disipar calor eficazmente e manter estable a temperatura dun organismo).

7. Posibilita a vida acuática nos climas fríos, ao ter unha densidade menor en estado sólido que líquido o xeo flota na auga e evita así a conxelación das zonas profundas de mares e océanos.

3.1.2. OS SALES MINERAIS

a) DEFINICIÓN

Son moléculas inorgánicas esenciais dos seres vivos que se poden atopar ***precipitados*** (estado sólido), ***disolvidos*** en forma de ións - disóciáanse en catións (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Fe^{+2} ...) ou anións (Cl^- , CO_3^{-2} , SO_4^{-2} , PO_4^{-3} , NO^{-3} ...) - ou **asociados a outras moléculas.**

b) FUNCIONES

Os sales minerais ***precipitados***, é dicir, os insolubles teñen unha **función estrutural** (esqueletos, ósos, esmalte dental, cunchas...). Os sales minerais disolvidos, é dicir, os ***solubles*** teñen **varias funcións:**

1. Manter o grao de salinidade nos organismos

As concentracións iónicas dos sales minerais varían duns organismos aos outros, pero nun mesmo organismo, xeralmente, mantéñense constantes dentro duns certos límites.

2. Regular a presión osmótica e o volume celular

A **osmose** é un proceso de difusión pasiva que se realiza a través dunha **membrana semipermeable** que permite o paso do disolvente (auga), pero non de solutos, desde unha disolución máis diluída (hipotónica) a outra máis concentrada (hipertónica) ata igualalas.

As membranas celulares poden considerarse semipermeables. Se comparamos dúas disolucións, estas poden ser entre si **isotónicas**, se posúen a mesma

concentración, ou anisotónicas, se as concentracións son diferentes: unha é **hipotónica** (menos concentrada) e outra **hipertónica** (máis concentrada).

A auga pasará dos medios hipotónicos aos hipertónicos, exercendo unha presión sobre a membrana do compartimento hipotónico chamada **presión osmótica**. Se por mor do proceso osmótico, se alcanzase o equilibrio ao igualarse as concentracións, ambos os medios serían isotónicos.

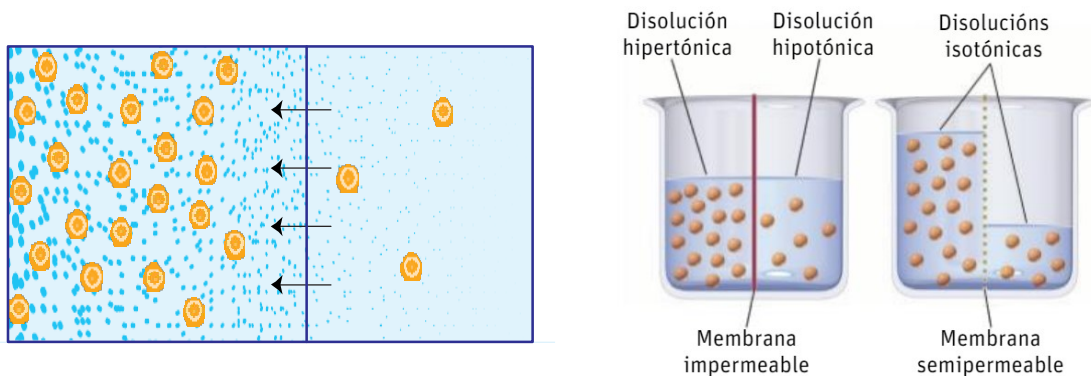


Figura 1.8. A osmose prodúcese cando a membrana é semipermeable.

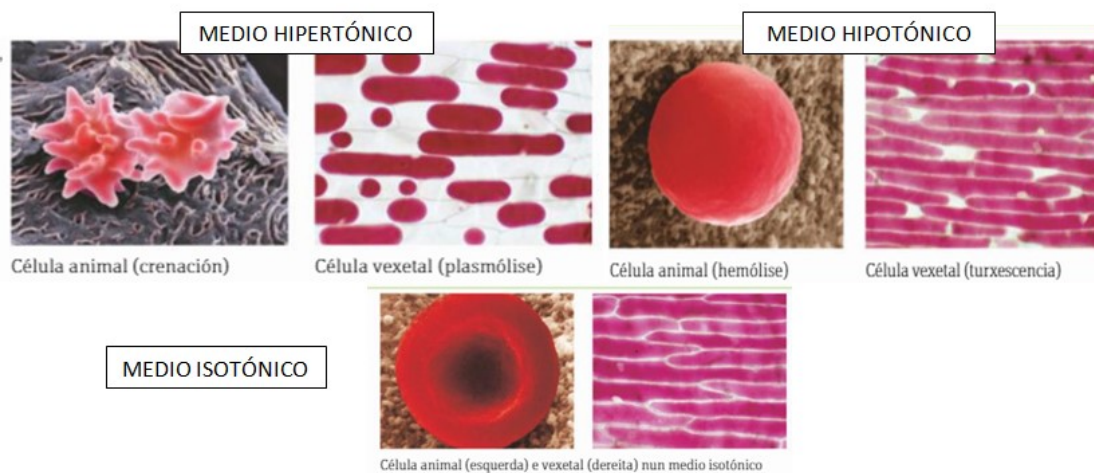
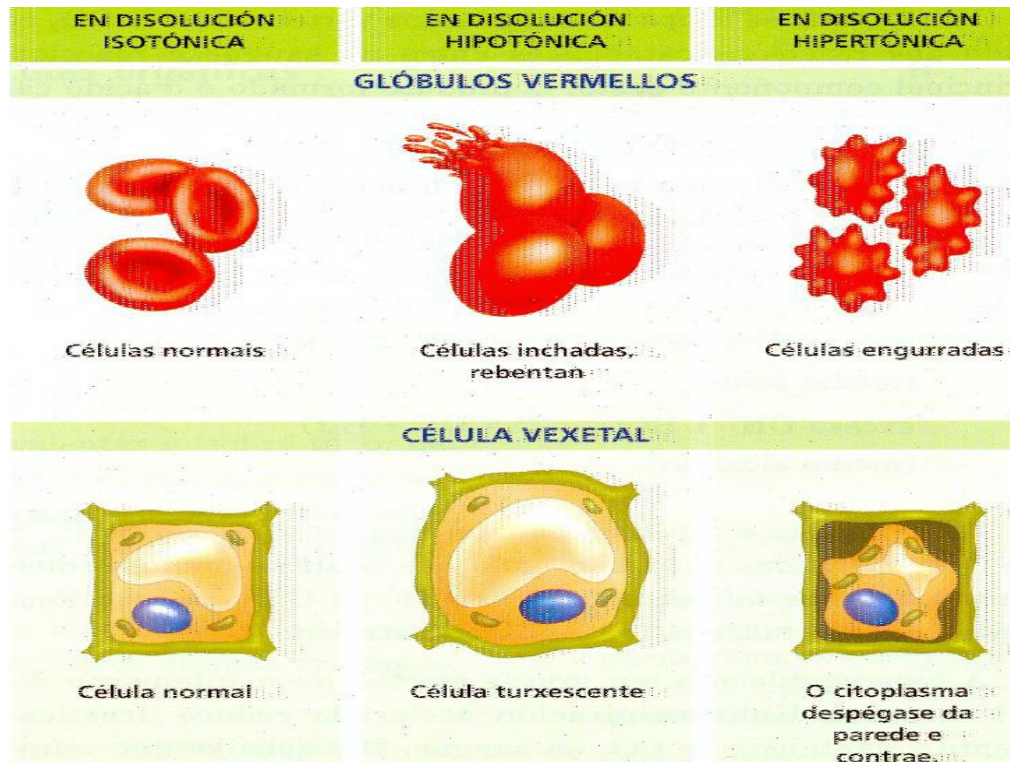
Este proceso é fundamental para manter a **homeostase**, é dicir, as condicións do noso medio interno en valores óptimos e tamén para as células vexetais, que regulan o contido citoplasmático en función das condicións externas, gañando ou perdendo auga, co fin de manter a isotonía.

- Se o **medio externo é hipertónico** (medio que presenta unha maior concentración de solutos respecto ao citosol) a célula perde auga por osmose, contráese diminuindo o seu volume celular e esta deshidratación denomínase **crenación**. Nas células vexetais, como consecuencia da perda de auga, diminúe o seu volume celular desprendéndose a membrana plasmática da parede celular, o que se chama **plasmólise**.
- Se o **medio externo é hipotónico** (medio que presenta unha menor concentración de solutos respecto ao citosol) a auga entra na célula aumentando o seu volume celular e diminuindo a presión osmótica no interior celular. O resultado varía tamén co tipo de célula. As células animais poden estalar (**hemólise**), mentres que as vexetais e bacterianas non se rompen, ao estar rodeadas por unha parede ríxida, inchan fenómeno chamado

turxescencia.

- Cando as células se encontran nun **medio isotónico**, o intercambio de auga, que ten lugar a ambos lados da membrana, mantense en equilibrio.

Deste xeito, os sales minerais disolvidos son responsables dos intercambios hídricos das células co medio extracelular e da aparición das presións osmóticas.



3.2. BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

a) GLÍCIDOS

1.- DEFINICIÓN:

Son biomoléculas orgánicas formadas por C, H, O (excepcionalmente poden ter N, P ou S). Tamén se coñecen como **hidratos de carbono**.

A súa fórmula xeral é: $C_n H_{2n} O_n$.

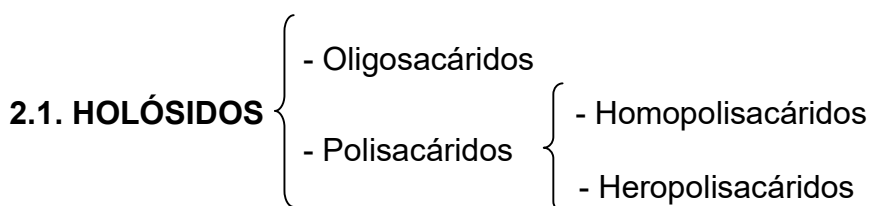
2.- FUNCÍONS:

- **Estrutural**: forman parte das membranas celulares, tecidos, órganos,...
Forma parte da parede vexetal, da parede celular de bacterias e fungos, así como do exoesqueleto dos insectos.
- **Enerxética**: ademais de proporcionar enerxía ás células, actúan como reserva enerxética xa que o exceso de enerxía é almacenado no interior das células en forma de glúcidos.
- **Funcións específicas** como **marcadores celulares e lugares de recoñecemento celular**: algúns glúcidos enlázanse a moléculas proteicas ou lipídicas formando, respectivamente, glicoproteínas e glicolípidos que se atopan na superficie exterior da membrana plasmática das nosas células. A parte glicídica destas moléculas actúan na célula como marcadores celulares ou sinais de identidade, de maneira que os distintos tipos de células pódense recoñecer entre si (recoñecemento celular) e o noso sistema inmunolóxico recoñéceo como algo propio, non estraño, non sendo desta maneira atacadas.

3.- CLASIFICACIÓN:

1. OSAS ou MONOSACÁRIDOS

2. ÓSIDOS

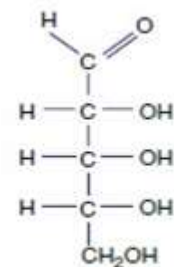


2.2. HETERÓSIDOS (osas + fracción molecular de natureza non glicídica)

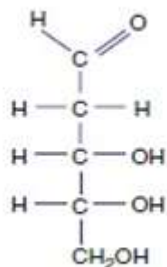
1. OSAS ou MONOSACÁRIDOS:

- Son os glúcidos máis simples e polo tanto, as osas ou monosacáridos son as unidades estruturais (monómeros) dos glúcidos.
- Son substancias sólidas, de cor branca, cristalinas e solubles na auga.
- Presentan un característico sabor doce, polo que tamén se denominan azucres.
- Conteñen entre 3-6 átomos de carbono e denomínanse respectivamente triosas, tetrosas, pentosas e hexosas.
- Segundo o grupo carbonilo (aldehído ou cetona) que presenten, clasifícanse en 2 tipos:
 - **Aldosas:** grupo aldehído (- CHO) no C1 e grupos hidroxilos (-OH) no resto de carbonos → polihidroxialdehídos
 - **Cetosas:** grupo cetona (- C=O) no C2 e grupos hidroxilos (-OH) no resto de carbonos → polihidroxicetonas
- Os monosacáridos noméanse antepoñendo os prefixos aldo- ou ceto- ao nome que indica o seu número de átomos de carbono, seguido da terminación – osa. Por exemplo, aldotriosa ou cetotriosa.
- Principais monosacáridos:

- **Pentosas.** A **D- ribosa** forma parte do ácido ribonucleico (ARN), tamén do ATP. A **D-2-desoxirribosa** forma parte do ácido desoxirribonucleico (ADN). A **D- ribulosa** ten un papel fundamental na fotosíntese, xa que a ela fíxase o CO₂ atmosférico.

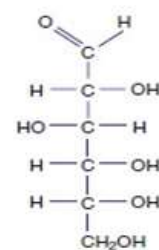


D-Ribosa

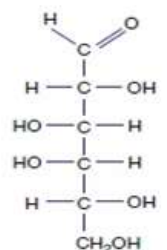


D-Desoxirribosa

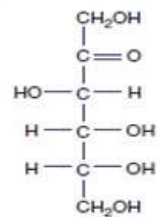
- **Hexosas.** A **D-glicosa** atópase libre en cantidades importantes nos seres vivos e é o azucre máis utilizado polas células como fonte de enerxía. É o glícido máis estendido na natureza. Preséntase nas froitas e no mel. Forma parte de polisacáridos como o amidón ou a celulosa, e tamén de disacáridos. A **D- Frutosa** é igualmente abundante e atópamola nas froitas. A **D- Galactosa** forma parte da lactosa, disacárido do leite.



D-Glucosa



D-Galactosa



D-Fructosa

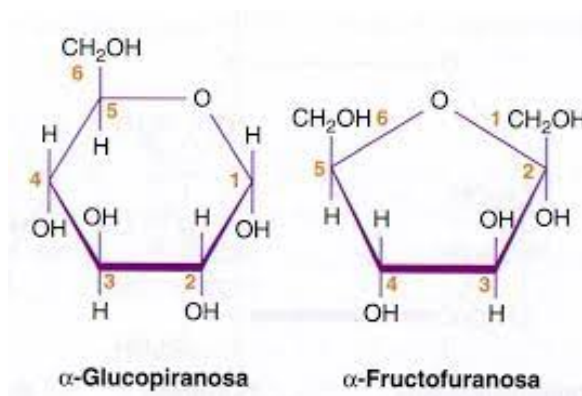
↑ Hexosas.

- **Proxección de Fischer e proxección de Haworth**

Na configuración aberta (proxección de Fischer), os monosacáridos presentan un número variable de grupos hidroxilo e un grupo aldehído ou un grupo cetona. O grupo carbonilo (aldehído ou cetona) desempeña un papel especial, pode reaccionar cun grupo hidroxilo da mesma molécula, convertendo a esta nun anel. Estas formas cíclicas reciben o nome de **fórmulas ou proxeccións de Haworth** e nelas o carbono que antes tiña o grupo aldehído ou cetona pasa a chamarse carbono anomérico. Este carbono anomérico sempre vai conter un grupo hidroxilo (-OH) e segundo a súa posición o glícido pode adquirir as seguintes formas:

- **Forma alfa (α):** o grupo - OH do carbono anomérico queda baixo o plano.
- **Forma beta (β):** o grupo - OH do carbono anomérico queda sobre o plano.

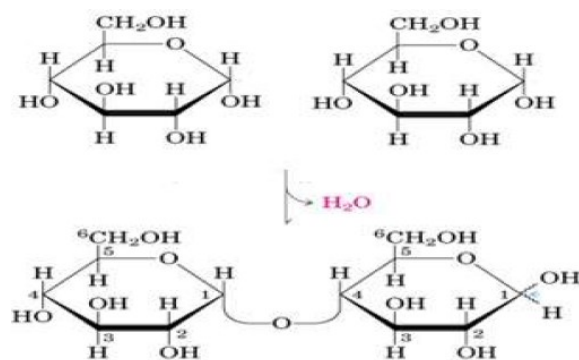
Para nomear os monosacáridos ciclados emprégase nova terminoloxía: se se é anómero α ou β e a continuación o nome do monosacárido coa terminación “piranosa” se é pirano (anel hexagonal) ou “furanosa” se é furano (anel pentagonal). Exemplos: glicopiranosa, fructofuranosa.



- Teñen **carácter redutor**: consiste en que os monosacáridos poden oxidar o seu grupo carbonilo (aldehído ou cetona) dando un grupo carboxilo (ácido) e liberando poder redutor. Os monosacáridos e disacáridos (excepto a sacarosa) teñen a capacidade de reducir outros compostos e esta propiedade é detectable a través do **reactivo de Fehling** (cambia de cor azul transparente a cor vermella ladrillo): nun medio alcalino e en presenza dun glícido redutor, a sal de cobre CuSO_4 (Cu^{+2}), de cor azul, redúcese e forma óxido de cobre Cu_2O (Cu^{+1}), de cor vermella ladrillo.

2. ÓSIDOS

Os ósidos resultan da unión de monosacáridos mediante o **enlace O-glicosídico**, o cal se forma entre o **grupo OH do carbono anomérico do primeiro monosacárido** e o **grupo OH dun carbono anomérico ou non do segundo monosacárido**, desprendéndose unha molécula de auga.



A unión de dúas osas por enlace O-glicosídico forma un disacárido; por adición de novos monosacáridos vanse formando oligosacáridos e polisacáridos. Se o primeiro monosacárido é un anómero alfa (α) o enlace é O-glicosídico α , pola contra, se o primeiro monosacárido é beta (β) o enlace é O-glicosídico β .

A estas cadeas de monosacáridos engádense en ocasións moléculas doutra natureza. Por iso, dentro dos ósidos faise a seguinte división: holósidos e heterósidos.

2.1. HOLÓSIDOS

Só están formados por **monosacáridos** unidos por enlace O-glicosídico, pérdese unha molécula de auga en cada enlace.

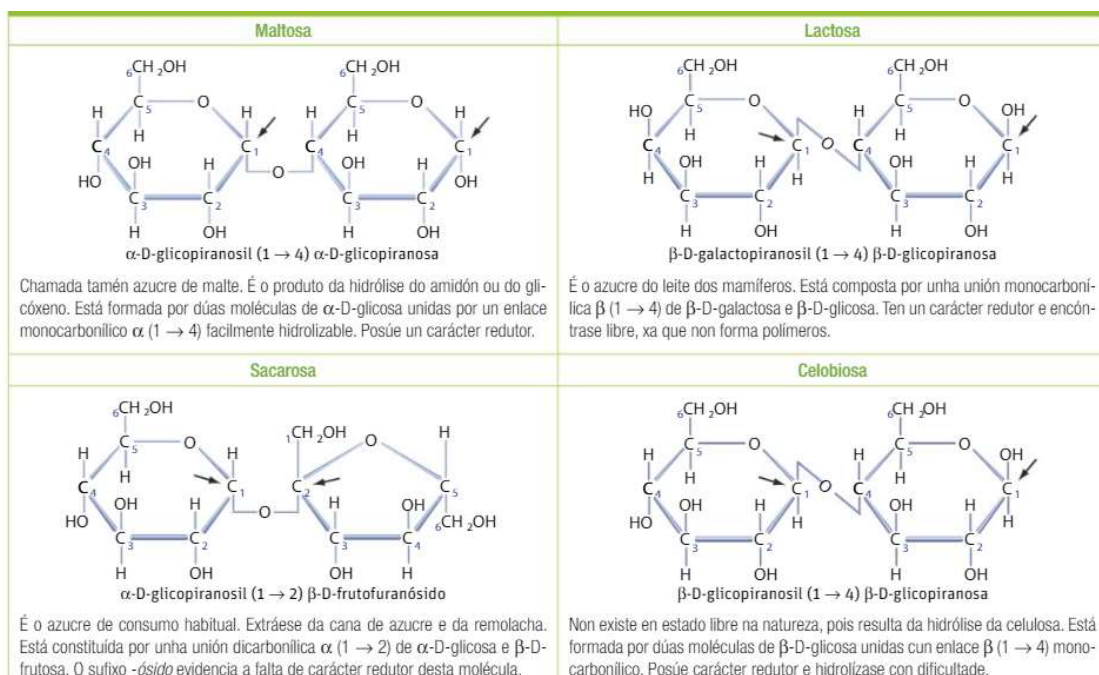
A. OLIGOSACÁRIDOS

Son cadeas curtas de 2 a 10 monosacáridos. Os máis destacados son os **disacáridos** que están constituídos pola unión de dous monosacáridos por un enlace O-glicosídico. Conservan as mesmas propiedades que tiñan os monosacáridos. **Polo seu pequeno tamaño son doces, solubles en auga e cristalizables.** Poden hidrolizarse (o que da lugar á rotura do enlace O-glicosídico) por enzimas específicas ou por ácidos en quente.

Os disacáridos máis importantes son:

- **Maltosa** (azucre de malta): dúas glicosas unidas por enlace O-glicosídico alfa 1,4. Obtense a partir da hidrólise, pola enzima amilase, do amidón ou do glicóxeno.
- **Celobiosa**: dúas glicosas unidas por enlace O-glicosídico beta 1,4. Obtense a partir da hidrólise da celulosa.

- **Lactosa** (azucro do leite): unha molécula de galactosa unida a unha glicosa por enlace O-glicosídico beta 1,4. Hidrolízase para dar os dous monosacáridos compoñentes pola enzima lactase.
- **Sacarosa** (azucro de cana): unha molécula de glicosa (forma α) unida a outra de frutosa (forma β), por enlace O-glicosídico alfa 1,2. Atópase nos froitos, na remolacha, na cana de azucro, no néctar de moitas flores, ...



Teñen poder redutor os disacáridos?

De todos os disacáridos citados aquí, **a sacarosa é o único disacárido que non ten poder redutor**, é dicir, resulta negativa a reacción co reactivo de Fehling (os dous grupos OH dos dous carbonos anoméricos están implicados no enlace O-glicosídico).

En definitiva, os disacáridos son redutores cando o carbono anomérico dun dos seus dous monosacáridos compoñentes non está implicado no enlace O-glicosídico. Para detectar monosacáridos e disacáridos redutores utilizamos o reactivo de Fehling.

B. POLISACÁRIDOS

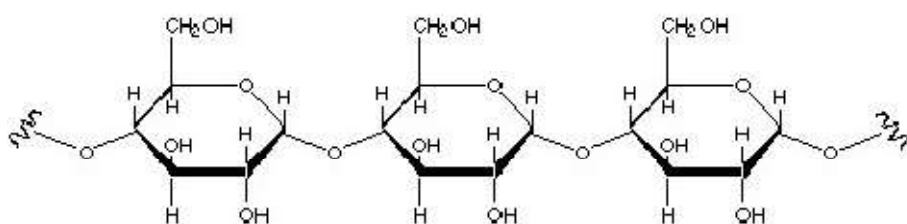
Son longas cadeas (polímeros) de máis de dez monosacáridos unidos por enlace O-glicosídico. Os polisacáridos xa non teñen as propiedades características dos monosacáridos, pois non son cristalinos, non son doces, **non son redutores** e son insolubles en auga (celulosa) ou forman dispersións coloidais (amidón).

B.1. HOMOPOLISACÁRIDOS

Polisacáridos formados pola repetición dun **único tipo de monosacárido**. Á súa vez, os homopolisacáridos pódense clasificar segundo a súa función en:

❖ HOMOPOLISACÁRIDOS DE RESERVA ENERXÉTICA

- **Amidón:** homopolisacárido de **reserva enerxética en vexetais** (pataca, pataca doce, raíces ou sementes). Na composición química do amidón entran dous polisacáridos na proporción seguinte: un 30% a **amilosa** e un 70% a **amilopectina**. Ambos están formados por **glicopiranosas unidas por enlace α (1 $\rightarrow$ 4)**. Para hidrolizar o amidón son necesarias as enzimas amilases que rompe os enlaces O-glicosídicos producindo maltosas.
- **Glicóxeno:** homopolisacárido de **reserva enerxética en animais**. Quimicamente está formado por **glicopiranosas unidas por enlace α (1 $\rightarrow$ 4)**. Atópase nos músculos esqueléticos e no fígado en forma de gránulos, onde se hidroliza facilmente mediante a amilase e dá lugar a unha gran cantidade de maltosa, cando é precisa.



❖ HOMOPOLISACÁRIDOS ESTRUCTURAIS

- **Celulosa:** homopolisacárido con **función estrutural en vexetais**; a parede celular vexetal está formada sobre todo por celulosa. Quimicamente está formada por longas **cadeas lineais glicopiranosas unidas por enlace β (1 $\rightarrow$ 4)**. Debido á estrutura, é moi resistente e resulta non dixerible para a

maioría dos animais; só pode ser hidrolizada polas enzimas **celulases** que dan lugar á celobiosa.

- **Quitina:** homopolisacárido con **función estrutural en animais**. Forma parte do exoesqueleto dos artrópodos e da parede celular dos fungos. Quimicamente é un **polímero lineal de N-acetil- β -D-glicosamina con enlaces β (1 $\rightarrow$ 4)**.

B.2. HETEROPOLISACÁRIDOS

Polisacáridos formados por **máis dun tipo de monosacárido**.

2.2. HETERÓSIDOS

Na súa composición hai sempre unha parte glicídica e unha non glicídica (aglicona) en virtude da cal se clasifican en:

- **Glicolípidos:** glúcidos + lípidos
- **Glicoproteínas:** glúcidos + proteínas

b) LÍPIDOS

1.- DEFINICIÓN:

Son biomoléculas orgánicas constituídas por C, H, O e en moitas ocasións P ou S. Forman un grupo moi heteroxéneo de substancias untuosas ao tacto, insolubles en auga, menos densas que esta e solubles en disolventes orgánicos (éter, benceno, etc.)

2.- FUNCÍONS:

- **Estrutural:** son os elementos maioritarios nas membranas celulares.
- **Enerxética:** actúan como reserva e almacén de enerxía, almacenando o dobre de calorías que a mesma cantidade de glúcidos ou de proteínas.
- **Reguladora:** por exemplo a vitamina D ou as hormonas sexuais.

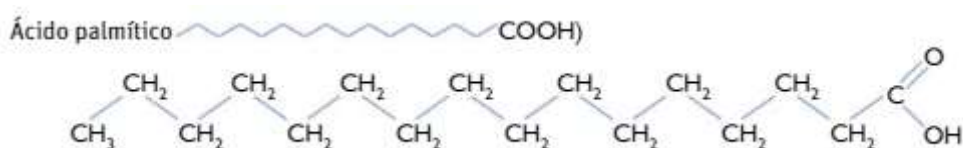
3.- CLASIFICACIÓN:

Atendendo á súa estrutura molecular (presenza ou carencia de ácidos graxos) distinguimos dous grupos: lípidos saponificables e insaponificables.

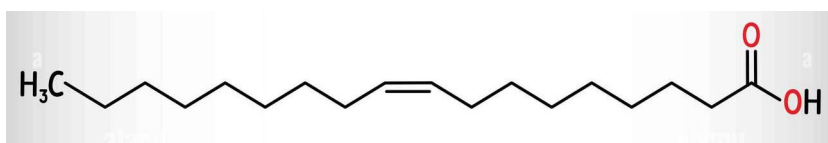
ÁCIDOS GRAXOS

Os **ácidos graxos** son ácidos orgánicos constituídos por unha cadea hidrocarbonada longa cun grupo carboxilo nun dos extremos de fórmula xeral **CH₃ - (CH₂)_n - COOH** sendo *n* o número de átomos de carbono que oscila entre 10 e 22. Clasifícanse en 2 tipos:

- ❖ **Saturados:** sen dobres enlaces, sólidos a temperatura ambiente. Por exemplo, o ácido palmítico (16C).



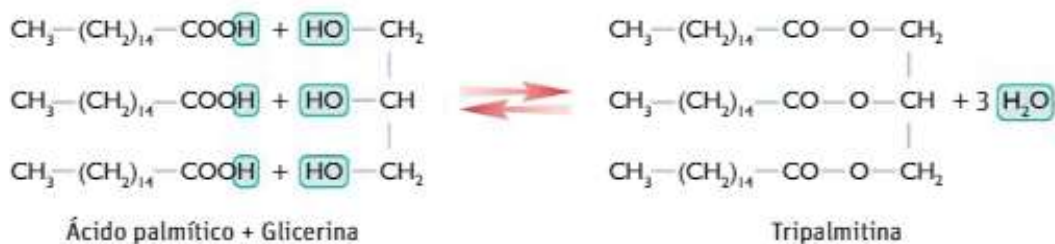
- ❖ **Insaturados:** teñen un ou máis dobres enlaces, líquidos a temperatura ambiente. Por ex., o ácido oleico (18C e un dobre enlace entre os carbonos 9 e 10), presente no aceite de oliva e na membrana plasmática das células animais.



A. LÍPIDOS SAPONIFICABLES

Son aqueles que posúen na súa composición química algún ácido graxo e experimentan reaccións de saponificación (dan lugar a xabóns).

- **Acilglicéridos:** resultan da esterificación do propanotriol (glicerina) con un, dous ou tres ácidos graxos mediante enlaces covalentes tipo **éster**. O enlace éster fórmase entre o grupo hidroxilo (-OH) da glicerina e o grupo carboxilo (-COOH) do ácido graxo, liberándose unha molécula de auga.



As **graxas** (triglicéridos: glicerina + 3 ácidos graxos) son as máis abundantes, son insolubles en auga e apolares. Clasifícanse segundo o seu punto de fusión en:

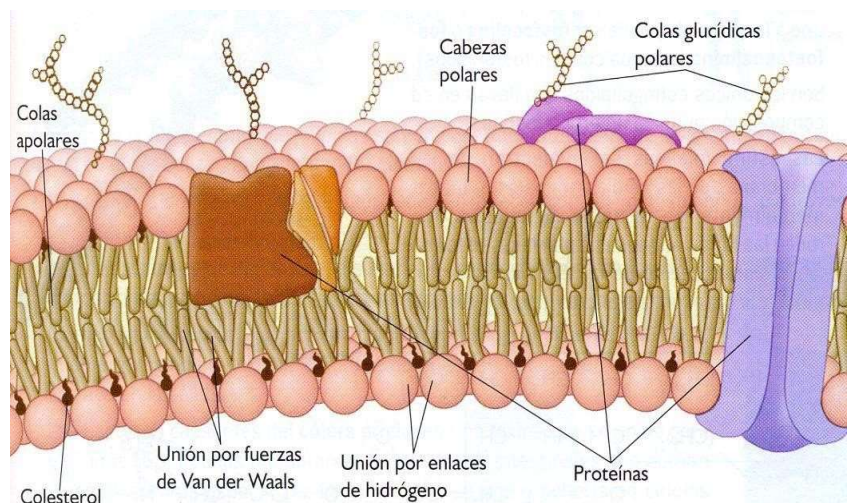
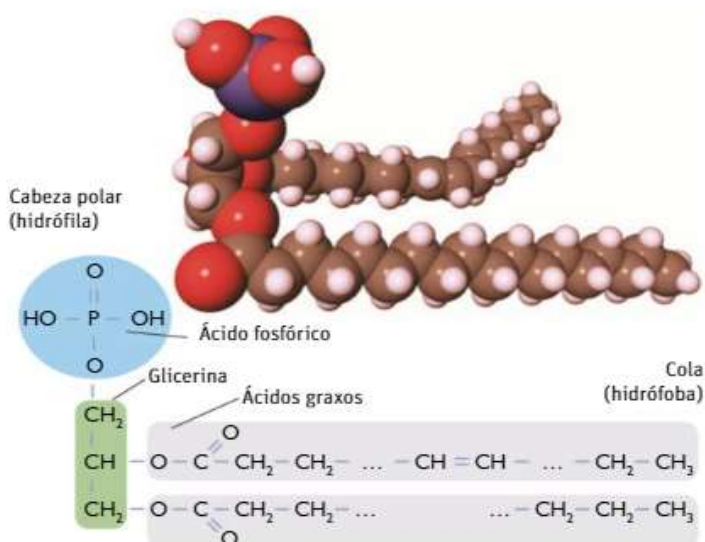
→ **Graxas vexetais (aceites):** insaturadas e líquidas a Tª ambiente. Abundan nas sementes de vexetais (xirasol, millo...) e nas olivas.

→ **Graxas animais:** saturadas e sólidas a Tª ambiente. Ex. O sebo dos animais, a manteiga.

As graxas son a principal **reserva enerxética** dos animais. Tamén poden desempeñar función **protectora e de illante térmico**.

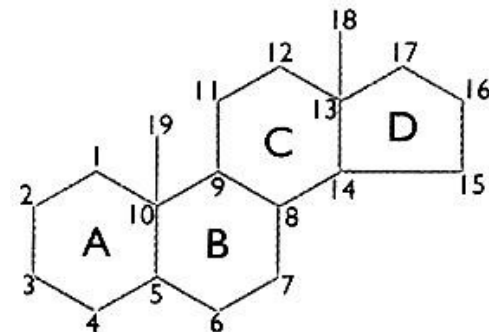
- **Fosfolípidos:** están formados por unha molécula de glicerina (propanotriol) unida, por un lado, a un grupo fosfato (cabeza polar – hidrófilo) e, por outro, a 2 ácidos graxos (cola apolar – hidrófobo).

Son sustancias **anfipáticas:** teñen un extremo **polar hidrófilo**, e outro **apolar hidrófobo**. En medios acuosos, debido ao seu carácter anfipático a porción polar (ácido fosfórico + substituínte) é hidrófila polo que se orienta cara o exterior en contacto coas moléculas de auga e interacciona con elas mediante enlaces de hidróxeno, mentres que a porción apolar (colas hidrocarbonadas de ácidos graxos) é hidrófoba polo que se afastan das moléculas de auga quedando na parte interna e interaccionan entre si os ácidos graxos mediante forzas de Van der Waals. Grazas a esta propiedade, os fosfolípidos constitúen a **bicapa lipídica das membranas celulares**: as cadeas hidrófobas oríéntanse cara ao interior da bicapa, mentres que as cabezas polares están orientadas cara ao medio acuoso existente a cada lado da bicapa.



B. LÍPIDOS INSAPONIFICABLES

Son os lípidos que **non posúen ácidos graxos**.



Destacan os **esteroides** que derivan dunha estrutura complexa formada por catro aneis hidrocarbonados, o ciclopentanoperhidrofenantreno. Os esteroides diferéncianse entre si pola posición dos dobres enlaces e polos grupos funcionais que se unen a algún carbono. Os máis importantes son:

- **Colesterol:** forma parte das membranas celulares e lles proporciona estabilidade.
- **Vitamina D:** regula a absorción de calcio para a formación dos ósos.
- **Hormonas sexuais** (testosterona, estróxenos e proxesterona): función reguladora.

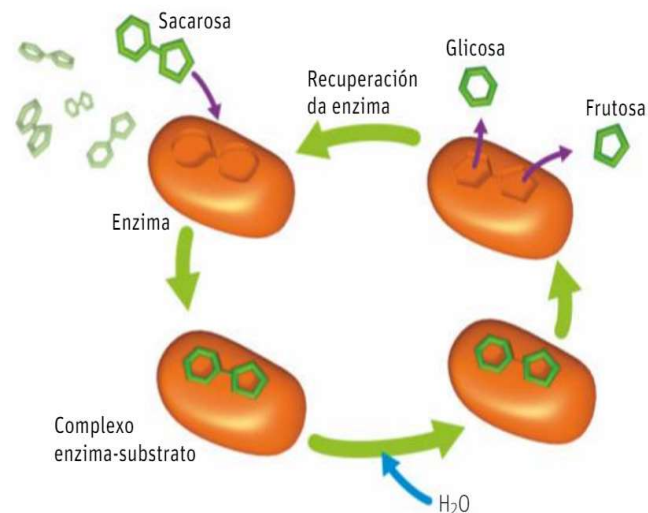
c) PROTEÍNAS

1.- DEFINICIÓN: son biomoléculas orgánicas formadas por C, H, O e N (algunhas S). As proteínas son polímeros de aminoácidos (aa) unidos por enlaces peptídicos.

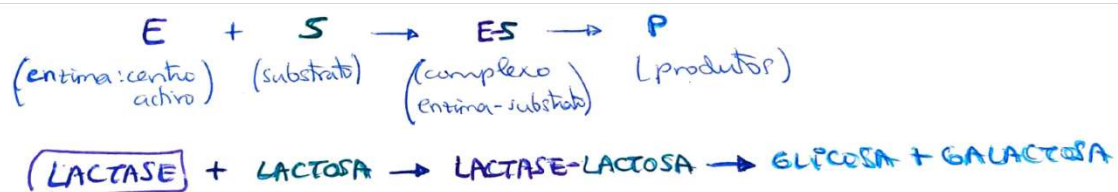
2.- FUNCIONS:

- **Estrutural:** forman as membranas celulares (glicoproteínas), moitos tecidos (queratina: unllas, pelos; coláxeno: cartilaxes, tendóns, ósos, etc.)
- **Reserva enerxética:** almacenan substancias que se utilizan como elementos nutritivos (caseína do leite, ovoalbúmina da clara de ovo ...)
- **Transporte:** hemoglobina que transporta O₂ polo sangue, ou lipoproteínas do plasma que transportan o colesterol.
- **Hormonal:** insulina (regula os niveis de glicosa en sangue)
- **Contráctil:** actina e miosina (responsables da contracción muscular)
- **Defensiva:** as inmunoglobulinas (anticorpos) que son fabricados polos glóbulos brancos para discriminar o propio do alieo, polo que neutralizan os microorganismos causantes de enfermidades.
- **Enzimática:** todas as enzimas conteñen na súa composición unha proteína. As enzimas son biocatalizadores que impulsan case todas as reaccións químicas que ocorren nas células e aumenta a velocidade desas reaccións.

As **enzimas** actúan uníndose de forma transitoria a unha molécula que é específica para dita enzima chamada **substrato**, catalizando a súa transformación nun ou máis produtos. A rexión do enzima que se une ao substrato é o **centro activo**, e forma o **complexo enzima-substrato**, que se transforma para dar os **produtos** da reacción. Tras a formación dos produtos, a enzima libérase e recupérase intacta, dispoñible para unirse de novo a outro substrato.



As enzimas noméanse engadindo o sufixo **-ase** ao nome do substrato sobre o que actúan ou ao tipo de reacción que catalizan. Por ex., a enzima que hidroliza a lactosa en galactosa e glicosa denomínase lactase.



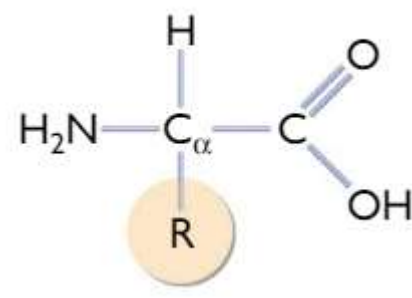
3.- AMINOÁCIDOS

Son os monómeros das proteínas. Son sólidos, cristalinos e solubles en auga. Existen uns 20 aa que forman proteínas pero hai outros 150 que, libres ou combinados con outras moléculas, nunca forman proteínas. Dos 20 aa que forman parte das proteínas, só algúns son sintetizados polos organismos heterótrofos (aa non esenciais). Os restantes (aa esenciais), teñen que ser incorporados pola dieta (8 aa esenciais na especie humana). Os organismos autótrofos poden sintetizalos todos.

a) Estrutura dos aminoácidos

Un aminoácido é un composto orgánico que posúe un **grupo amino** ($-NH_2$), un **grupo carboxilo** ($-COOH$) e un **radical (R)**, que determina os 20 aa diferentes, unidos a un átomo de carbono denominado **carbono alfa** (C_α).

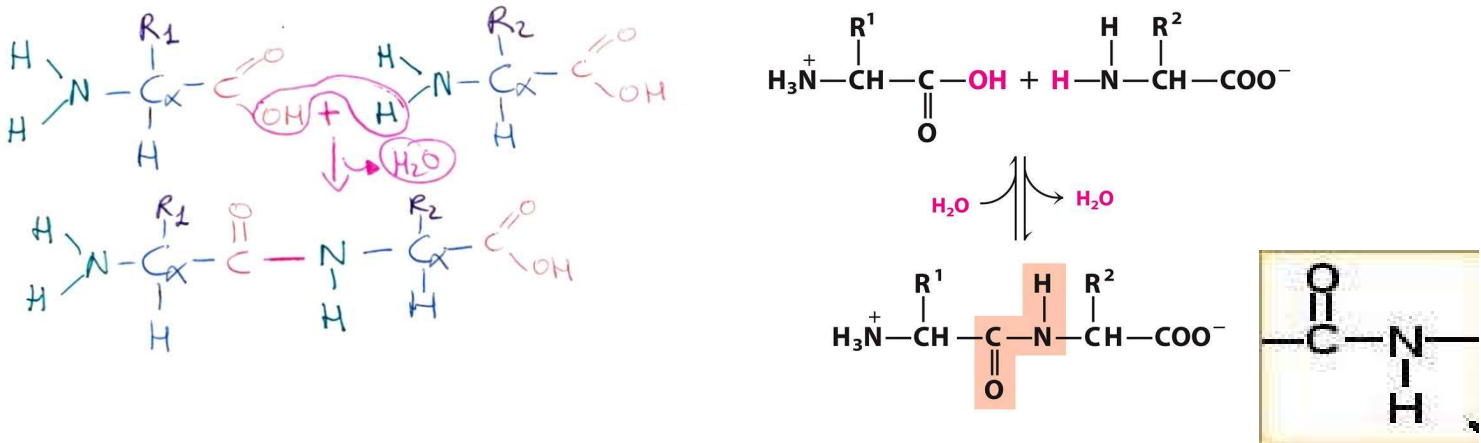
A súa fórmula xeral é: $H_2N-CHR-COOH$.



Yésica Blanco

b) Enlace peptídico

É un enlace covalente formado entre o grupo carboxilo do primeiro aminoácido e o grupo amino do segundo, perdéndose unha molécula de auga.



Se se unen ata 50 aa fórmanse **oligopéptidos** (dipéptidos, tripéptidos,...), se se unen entre 50 e 100 aa temos un **polipéptido**. Se se unen máis de 100 aa resulta unha molécula de alto peso molecular, fórmanse as **proteínas**.

4.- ESTRUCTURA DAS PROTEÍNAS

As proteínas adoptan no espazo unha estrutura tridimensional definida que pode ter ata catro niveis:

- **Estrutura primaria:** é a secuencia lineal de aa unidos en cadea, empezando sempre polo aminoácido que ten o grupo amino libre e rematando polo que ten o grupo carboxilo libre. Adquire unha disposición en zigzag debido á planaridade do enlace peptídico, quedando os grupos R situados, alternativamente, a un e ao outro lado da cadea. Presente en todas as proteínas.

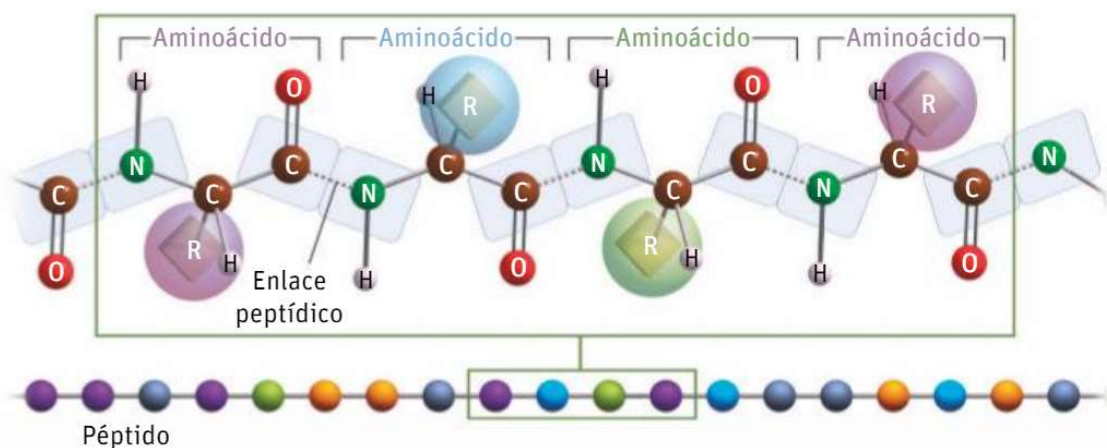
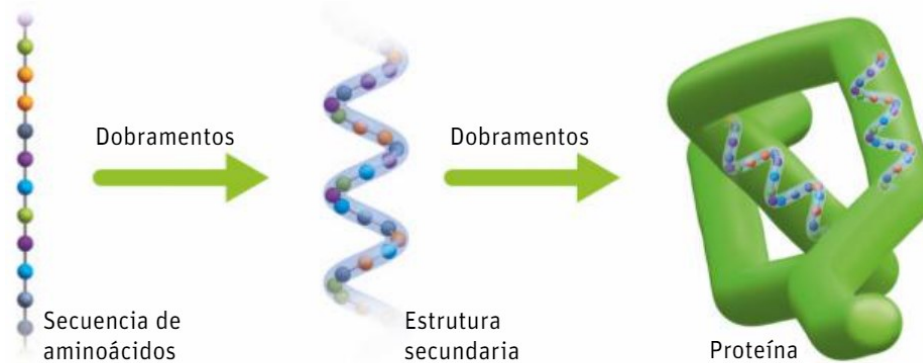


Figura 1.15. Enlaces peptídicos e formación dun péptido.

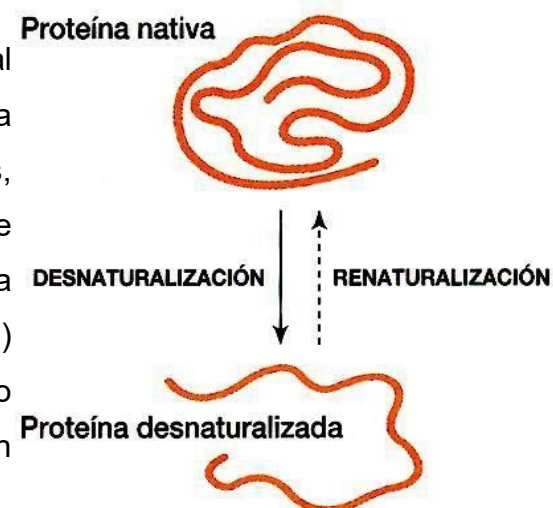
- **Estrutura secundaria:** é a disposición espacial como resultado do pregamento das cadeas polipeptídicas da estrutura primaria, e é consecuencia directa da capacidade de xiro que posúen os enlaces dos C_{α} dos aa. Nalgúns puntos da cadea, os grupos CO e NH de enlaces peptídicos diferentes, quedan moi próximos e aparece entre eles unha ponte de hidróxeno. Hai dúas formas de estrutura 2ª: hélice α e lámina β ou en folla pregada.
- **Estrutura terciaria:** é a maneira de pregarse as cadeas polipeptídicas en forma globular ou esférica. Esta estrutura é a máis estable de todas as posibles debido a moitas unións (enlaces débiles) entre os radicais (R) de aminoácidos moi afastados. A organización espacial terciaria chámase **conformación**, e resulta fundamental para a **función dunha proteína**.



..16. Da secuencia de aminoácidos á estrutura funcional dunha proteína.

- **Estrutura cuaternaria:** é unha asociación entre varias cadeas polipeptídicas de estrutura terciaria. Só a presentan as proteínas compostas por dúas ou máis cadeas polipeptídicas. Por exemplo, a hemoglobina.

A **desnaturalización** é a perda da configuración espacial característica da proteína (estrutura secundaria, terciaria e cuaternaria) como consecuencia da rotura de enlaces, excepto o enlace peptídico que non se ve afectado, e polo tanto a perda das súas propiedades e da súa función biolóxica. Pode ser reversible (renaturalización) ou non. As causas da desnaturalización son cambios no pH, temperatura, concentración salina ou por axitación mecánica.



d) ÁCIDOS NUCLEICOS

1.-DEFINICIÓN: son biomoléculas orgánicas de gran tamaño formadas por C, H, O, N, e P. Son polímeros de nucleótidos (monómero) unidos mediante enlaces fosfodiéster. Hai 2 tipos de ácidos nucleicos: o ADN e o ARN.

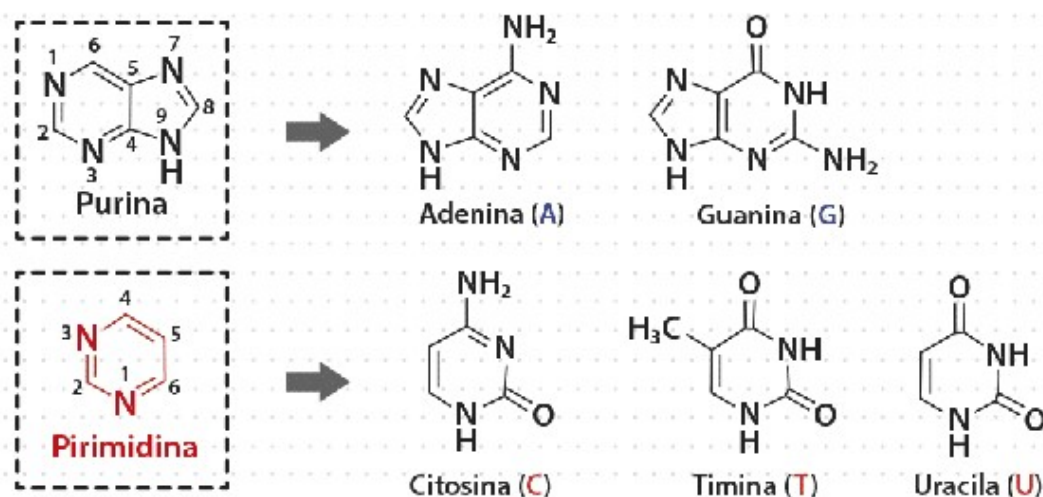
2.- FUNCÍONS:

Cando vexamos cada un deles volveremos sobre este punto, pero en xeral, son os portadores e transmisores da información xenética que se transmite de xeración en xeración. ADN → ARN → PROTEÍNAS

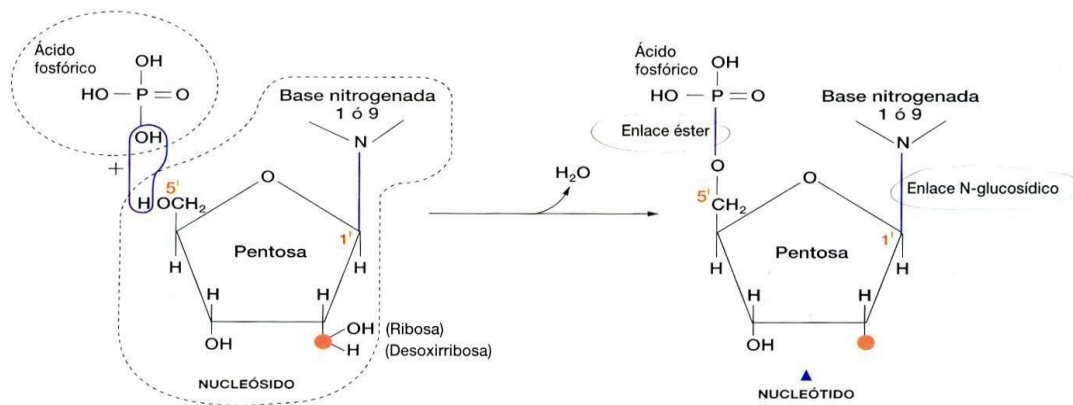
3.- NUCLEÓTIDOS

Os nucleótidos son os monómeros dos ácidos nucleicos, e á súa vez este composto orgánico está formado por 3 moléculas:

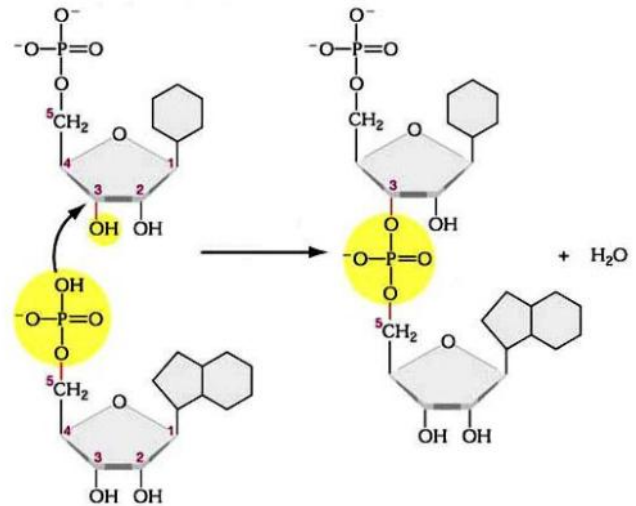
- **Aldopentosa ciclada:** pode ser unha β -D-2-desoxirribofuranosa, presente no ADN ou β -D-ribofuranosa, presente no ARN. Os carbonos da pentosa cíclica numéranse 1' 2' 3' 4' e 5'.
- **Unha base nitroxenada**, que pode ser de 2 tipos:
 - a) **Bases púricas:** adenina (A) e guanina (G).
 - b) **Bases pirimidínicas:** citosina (C), timina (T) – só no ADN, e uracilo (U) – só no ARN.



- **Ácido fosfórico (H_3PO_4):** un grupo hidroxilo do ácido fosfórico únese ó grupo hidroxilo carbono 5' da pentosa por medio dun enlace **éster**, coa perda dunha molécula de auga.



Os ácidos nucleicos son **polinucleótidos**, formados pola unión de nucleótidos mediante enlaces covalentes de tipo **fosfodiéster**: establécese entre un dos grupos OH do ácido fosfórico situado no carbono 5' da pentosa (ribosa ou desoxirribosa) dun nucleótido e o grupo hidroxilo (-OH) do carbono 3' da pentosa do seguinte nucleótido, coa perda dunha molécula de auga. Así conséguese formar unha cadea de ADN ou ARN.



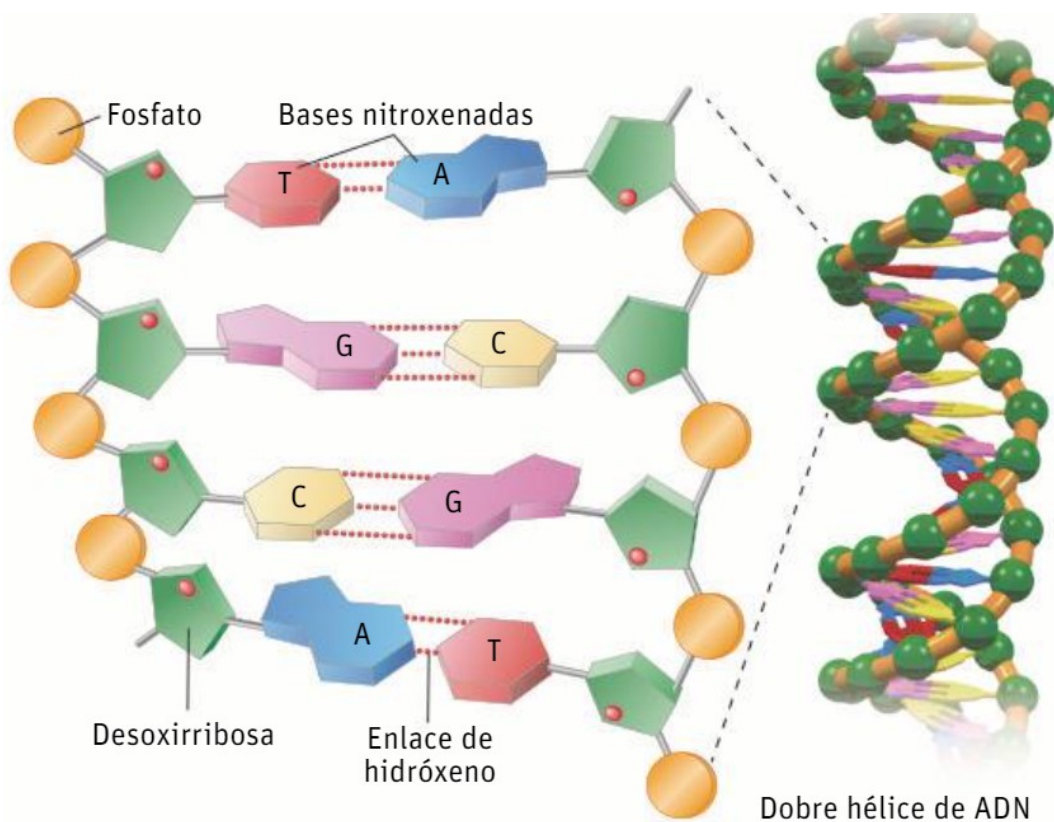
4.- O ADN

- a) **Definición:** é o ácido desoxirribonucleico, composto pola pentosa β -D-2 desoxirribofuranosa, ácido fosfórico e as bases nitroxenadas A, G, C ou T.
- b) **Funcións:**
- É a molécula portadora, na súa secuencia de bases nitroxenadas (única para cada individuo), da información xenética hereditaria.
 - Ten a capacidade de replicarse ou duplicarse permitindo que a súa información se herde.
 - Porta información para a síntese de proteínas.
- c) **Localización:** dentro de todas as células hai ADN. En bacterias (célula procariota) estaría disperso polo citoplasma, e en eucariotas estaría dentro do núcleo celular asociado a proteínas formando unha estrutura denominada **cromatina**, e cando a célula se divide (mitose) a cromatina empaquetada e compacta pasa a denominarse **cromosoma**. Nas eucariotas, tamén hai ADN nos cloroplastos e mitocondrias.

d) Estrutura – modelo da dobre hélice de Watson e Crick

Watson e Crick estableceron o modelo da dobre hélice baseándose na imaxe, tomada por **Rosalind Franklin** na que se deducía que a súa estrutura era unha dobre hélice. Segundo este modelo, o ADN ten as seguintes características:

- O ADN é unha **dobre hélice** de 2 nm de diámetro formada por dúas cadeas de polinucleótidos enroladas arredor dun eixe imaxinario. As bases nitroxenadas quedan cara o interior mentres que o grupo fosfato e a desoxirribosa forman o esqueleto externo.
- As dúas cadeas de polinucleótidos son **antiparalelas** (unha vai de 5' → 3' e a outra vai de 3' → 5') e **complementarias**. A complementariedade das bases significa que en fronte a A haberá T, e a C enfróntase coa G. A unión das dúas cadeas realízase mediante enlaces de hidróxeno entre as bases complementarias: dous entre A e T, e tres entre a G e C.
- O enrolamento é **dextroxiro** (cara a dereita) e **plectonémico** (para desenrolar unha das cadeas temos que desenrolar tamén a outra).



5.- O ARN

a) Definición: é o ácido ribonucleico, composto por pentosa β -D-ribofuranosa, ácido fosfórico e as bases A, G, C e U, formando **unha soa cadea de nucleótidos**.

b) Funcións e tipos de ARN:

A función xeral do ARN é a **síntese de proteínas (tradución)**. Os diferentes tipos de ARN funcionan de forma coordinada para que a información do ADN (os xenes) se traduza nos ribosomas en moléculas de proteínas.

- O **ARN mensaxeiro (ARNm)** encárgase de levar a información xenética do ADN dende o núcleo (onde se copia por transcripción) ata os ribosomas (citoplasma), onde se sintetizan as proteínas (tradución).

- O **ARN de transferencia (ARNt)**: é o encargado de transportar o aa que corresponde a cada triplete (codón) de bases nitroxenadas do ARNm durante a tradución.

- O **ARN ribosómico (ARNr)**, é o encargado de formar os ribosomas e soporte da síntese de proteínas.

Observa o proceso da síntese de proteínas no que participan os ácidos nucleicos:

1. A información contida nun fragmento de ADN, un xene, cópiase nunha molécula de **ARN mensaxeiro (ARN-m)**.
2. O ARN-m sae ao citoplasma e contacta cos ribosomas, que conteñen **ARN ribosómico (ARN-r)**.
3. Os ribosomas desprázanse sobre o ARN-m e traducen a súa mensaxe. Tres nucleótidos (un triplete) do ARN-m tradúcese nun aminoácido particular.
4. O **ARN transferente (ARN-t)** transporta os aminoácidos aos ribosomas para construír a cadea polipeptídica.

Unha vez acabada a síntese, a proteína queda libre, dóbrase e pode desempeñar a súa función.

