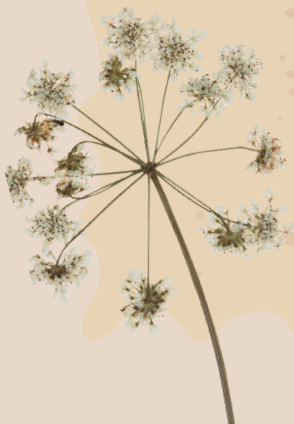


A base molecular da vida

1. *Características dos seres vivos*
2. *Niveis de organización dos seres vivos*
3. *A composición química dos seres vivos*
 - 3.1. *Características do átomo de carbono*
4. *A auga*
 - 4.1. *Estrutura da molécula de auga*
 - 4.2. *Importancia biolóxica da auga*
5. *Os sales minerais*
 - 5.1. *A ósmose*
6. *Os glúcidos*
 - 6.1. *Os monosacáridos*
 - 6.2. *Os disacáridos*
 - 6.3. *Os polisacáridos*
 - 6.4. *Funcións dos glúcidos*
7. *Os lípidos*
 - 7.1. *Os ácidos graxos*
 - 7.2. *Os lípidos saponificables*
 - 7.3. *Os lípidos insaponificables*
8. *As proteínas*
 - 8.1. *Composición e estrutura*
 - 8.2. *Funcións biolóxicas*
 - 8.3. *As encimas*
9. *Os ácidos nucleicos*
 - 9.1. *Os nucleótidos*
 - 9.2. *O enlace fosfodiéster*
 - 9.3. *O ADN*
 - 9.4. *O ARN*



1. Características dos seres vivos

- Os seres vivos teñen unha composición moi similar. Todos os seres vivos presentan unha grande uniformidade na súa composición molecular: todos están formados por un número limitado de moléculas cuxo elemento principal é o carbono; todas estas moléculas presentan un alto grao de complexidade; e son, esencialmente, as mesmas en todas as especies viventes.
- Os seres vivos están formados por células, que son as unidades anatómicas e funcionais de tódolos seres vivos.
- Os seres vivos realizan as tres funcións vitais
 - Nutrición: consiste na obtención de materia e enerxía do medio. A materia é empregada para a síntese de compostos máis complexos que serven para o mantemento e renovación das estruturas celulares e para o crecemento dos organismos. A enerxía obtida transfórmase mediante unha serie de reaccións químicas que transcorren de forma ordeada e que constitúen o metabolismo celular. Unha vez transformada, emprégase para producir traballo celular.
 - Reproducción: consiste na formación de novos individuos con características similares ós orixinais e na transmisión da información xenética contida na molécula de ADN dunha xeración á seguinte.
 - Relación: consiste na capacidade dos seres vivos de recibir información procedente do seu medio interno ou externo en forma de estímulos, procesar esa información e elaborar unha resposta acorde a ela.

2. Os niveis de organización dos seres vivos

Os seres vivos son estruturas complexas que se organizan en niveis xerárquicos, cada un dos cales ten un maior grao de complexidade que o precedente e maior interacción entre os seus compoñentes, polo que cada nivel presenta unhas propiedades emerxentes (características novas que xorden a partir da combinación de compoñentes máis simples segundo se incrementa o nivel de complexidade dun sistema).

Hai dous tipos de niveis de organización:

- Abióticos: formados polos constituíntes químicos que conforman tanto a materia viva coma a inerte. Son o nivel atómico, o molecular e o subcelular (macromoléculas e orgánulos).
- Bióticos: constituídos exclusivamente por seres vivos, desde as formas máis simples ás máis complexas. Son o nivel celular, o nivel tisular, os órganos, os sistemas e aparatos, o individuo, a poboación, a comunidade ou biocenose, o ecosistema e a biosfera.

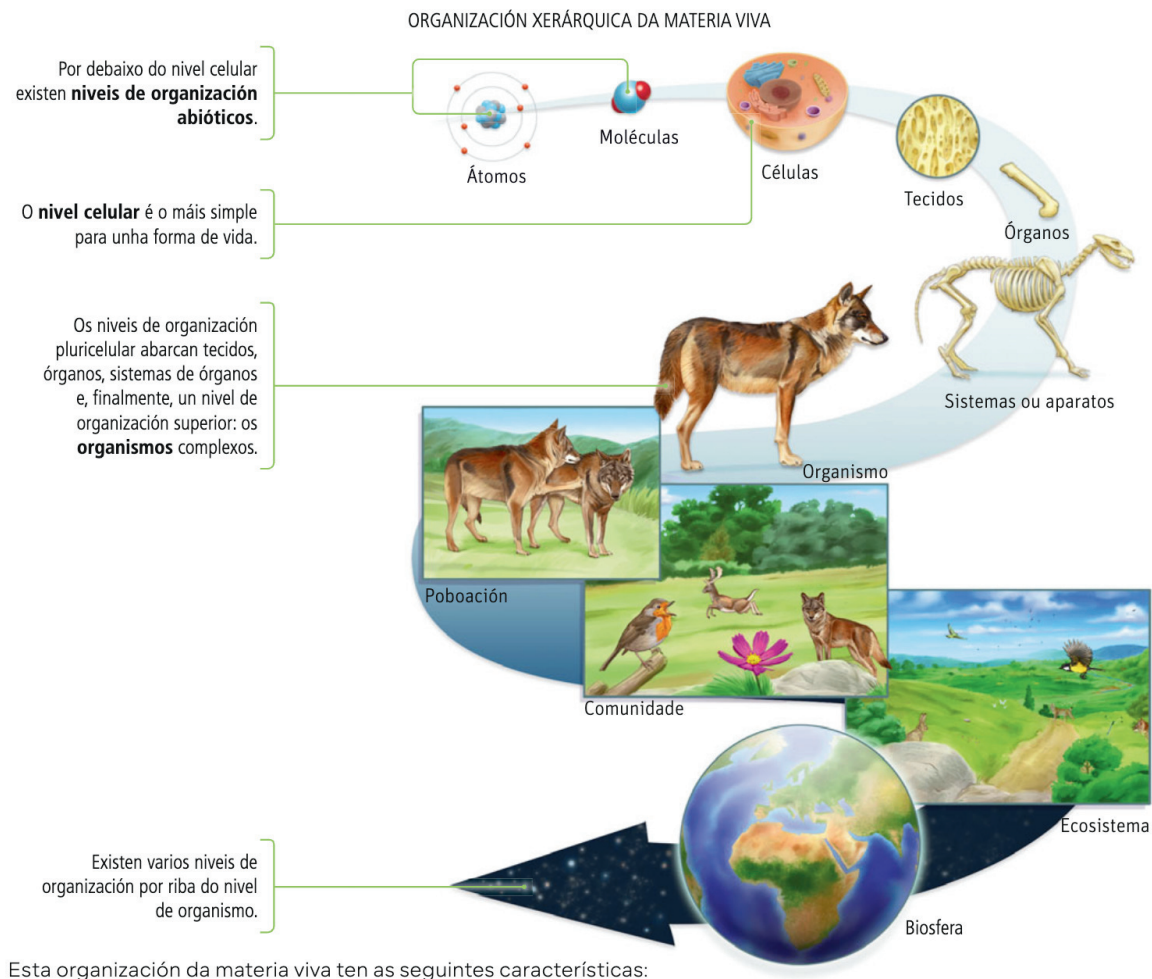


Figura 1. Niveis de organización dos seres vivos. Por debaixo do nivel estrutural da célula, os niveis abióticos son comúns á materia inerte e ós seres vivos. Os niveis de célula e superiores son exclusivos da materia viva, que exhibe, como pode apreciarse, unha maior complexidade.

3. A composición química dos seres vivos

Os elementos que forman a materia viva denomínanse **BIOELEMENTOS**.

Os bioelementos clasifícanse en tres grupos:

- **Bioelementos primarios:** representan o 99% da masa das células. Son o C, H, O, N, S e P.
- **Bioelementos secundarios:** forman parte esencial de tódolos seres vivos, aínda que, en conxunto non superan o 2,5% da masa total do organismo. Son o Na, Ca, K, Mg e Cl.
- **Oligoelementos:** aparecen en cantidades inferiores ó 0,1%, pero a súa presenza é esencial para o correcto funcionamento dos organismos. Coñécense arredor de 60 oligoelementos pero só 5 deles están en tódolos seres vivos: Fe, Cu, Zn, Mn e Co.

Os bioelementos únense mediante enlaces químicos para formar as **BIOMOLÉCULAS**, que se clasifican en dous grupos:

- **Biomoléculas inorgánicas:** presentan unha estrutura química sinxela e, ademais de formar parte dos seres vivos, aparecen no medio inerte. Son a auga e os sales minerais.
- **Biomoléculas orgánicas:** son exclusivas da materia viva. Están formadas por cadeas de carbono, que forman estruturas liñais, ramificadas ou cíclicas, ás cales se unen outros átomos. Son os glúcidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos.

3.1. Características do átomo de carbono

O carbono é o elemento químico esencial no que se basea a vida no noso planeta. As súas propiedades químicas permítenlle formar estruturas que serven de base para a construción das biomoléculas orgánicas.

A tetravalencia

O átomo de carbono únese, como máximo, a outros catro átomos. Pode formar enlaces covalentes con outros átomos de carbono; estes poden ser sinxelos, dobres ou triplos. Son enlaces estables que acumulan moita enerxía, que pode ser liberada cando rompen. Nas moléculas orgánicas, a maioría dos enlaces son sinxelos.

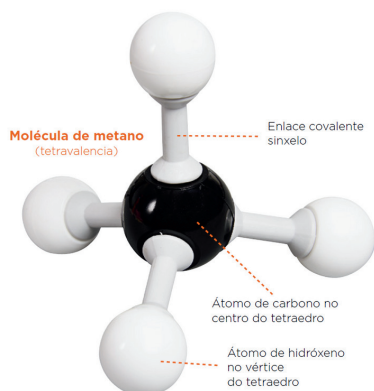


Figura 2. Representación da molécula de metano na que se observa a configuración tetraédrica que adquire un composto de carbono con 4 elementos unidos. O átomo de carbono ocupa unha posición central, mentres que os hidróxenos ocupan os vértices do tetraedro, uníndose ó carbono mediante enlaces sinxelos.

Pode formar longas cadeas

Os tetraedros tenden a unirse lateralmente a outros, formando cadeas longas e resistentes (cadeas carbonadas). As cadeas de carbono poden ser lineais, ramificadas ou cíclicas, é dicir, pechadas en forma de anel. Ademais de saturadas (teñen enlaces sinxelos) e insaturadas (teñen dobres ou triplos enlaces).

Permite gran variabilidade molecular

O carbono permite a existencia de gran variabilidade molecular, xa que pode formar enlaces con distintos elementos. Combínase dunha forma estable co H, O, e N, formando diversos grupos funcionais.

Figura 3. (esquerda) Tipos de cadeas que poden formar os átomos de carbono ó unirse entre sí. (dereita) Principais grupos funcionais que aparecen nas distintas biomoléculas orgánicas.

Tipos de cadeas e enlaces que pode formar o átomo de carbono		
Cadea lineal —C—C—C—C—		Molécula de etano (enlace C-C sinxelo)
Cadea ramificada $\begin{array}{c} \text{—C—C—C—} \\ \quad \\ \text{—C—} \quad \text{—C—} \end{array}$		Molécula de isobutano
Cadea ramificada $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H—C—C—H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		Molécula de ciclopropano (cadea cíclica)
Dobres enlaces $\text{—C=C—} \quad >\text{C=O}$		Molécula de eteno (enlace C=C dobre)
Tripos enlaces $\text{—C}\equiv\text{C—} \quad \text{—C}\equiv\text{N}$		Molécula de etino (enlace C≡C tripo)

Grupo funcional	Fórmula estrutural
Hidroxilo (Alcoholes)	—OH
■ Primario	$\text{R}_1\text{—CH}_2\text{—OH}$
■ Secundario	$\text{R}_1\text{—CHOH—R}_2$
Sulfhidrílo (Tioles)	—SH
	$\text{R}_1\text{—CH}_2\text{—SH}$
Amino (Aminas)	$\text{—N} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} \end{array}$
	$\text{R}_1\text{—NH}_2$
Carboxilo (Ácidos orgánicos)	$\text{—C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{OH} \end{array}$
	$\text{R}_1\text{—C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{OH} \end{array} \rightarrow \text{R}_1\text{—COOH}$
Carbonilo	—C=O
■ Aldehído	$\text{R—C—H} \quad (\text{C-primario})$
■ Cetona	$\text{R}_1\text{—C—R}_2 \quad (\text{C-secundario})$
Amido	$\text{—C—N} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} \end{array}$
	$\text{R}_1\text{—C—NH—R}_2$
Éster	$\text{—C=O} \quad \text{—O—}$
	$\text{R}_1\text{—C—O—R}_2$
Fenilo	$\text{—C}_6\text{H}_5$
	$\text{R—CH}_2\text{—C}_6\text{H}_5$

4. A auga

4.1. Estrutura da molécula de auga

A auga é a molécula máis abundante nos seres vivos; de media, a materia viva contén un 70% de auga, aínda que esta proporción varía duns individuos a outros.

A molécula de auga está formada pola unión dun átomo de osíxeno con dous átomos de hidróxeno unidos mediante enlaces covalentes. Aínda que presenta carga neta neutra, é unha molécula dipolar debido a que o átomo de osíxeno é máis electronegativo que o de hidróxeno. Isto fai que os electróns compartidos nos enlaces se sitúen máis preto do átomo de osíxeno que dos átomos de hidróxeno, o que xera dúas cargas negativas na zona do osíxeno e unha carga positiva en cada un dos hidróxenos.

A presenza de cargas permite que diferentes moléculas de auga establezan pontes de hidróxeno entre si mediante a interacción das cargas positivas dunha molécula e as cargas negativas doutra. Como consecuencia de isto orixínase unha estrutura reticular na auga líquida que presenta unha gran cohesión interna e é responsable das propiedades especiais que presenta a auga.

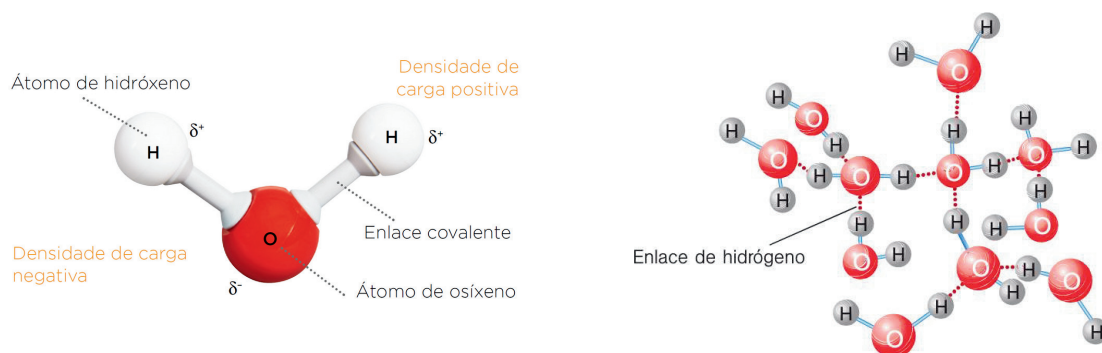


Figura 4. (esquerda) Estrutura dipolar da molécula de auga provocada pola asimetría dos enlaces covalentes que unen os átomos de hidróxeno (menos electronegativo) co átomo de osíxeno (máis electronegativo). **(dereita)** Estrutura reticular da auga en estado líquido. As diferentes moléculas de auga establecen pontes de hidróxeno entre si, manténdose unidas formando redes tridimensionais.

4.2. Importancia biolóxica da auga

As características estruturais da molécula de auga (a súa natureza polar e o seu potencial para formar enlaces de hidróxeno) son responsables dunha serie de propiedades físico-químicas moi particulares que lles permiten cumprir importantes funcións biolóxicas.

Táboa 1. Relación entre as propiedades da auga e as súas funcións biolóxicas

Propiedade	Definición	Funcións biolóxicas
Elevada cohesión molecular	As pontes de hidróxeno creadas no seo da auga unen as moléculas entre sí, creando unha estrutura reticular que a mantén en estado líquido nun amplo rango de temperatura. Ademais as forzas de cohesión convértena nun líquido incompresible que mantén o seu volume constante aínda que se apliquen fortes presións.	• Actúa como esqueleto hidrostático das células e algún organismo invertebrado. • Permite as deformacións citoplasmáticas como a formación de pseudópodos • Función lubricante xunto a outras substancias viscosas (ex. líquido sinovial) • Proporciona turxencia, flexibilidade e elasticidade ós tecidos, formando líquidos protectores (ex. líquidos amniótico ou cefalorraquídeo)
Elevada forza de adhesión	Capacidade para adherirse ás paredes dos recipientes que a conteñen.	• Permite o ascenso do zume bruto por capilaridade en combinación coas forzas de cohesión intramoleculares
Elevada tensión superficial	As moléculas da superficie da auga experimentan forzas de atracción netas cara o interior do líquido, polo que esta superficie ofrece unha gran resistencia a ser traspasa, formándose unha 'película superficial' elástica que actúa como unha tensa membrana.	• Permite o desprazamento dalgúns organismo sobre a superficie
Polaridade da molécula	A presenza de cargas parciais nas molécula permite a súa interacción con diversas moléculas, converténdoa no principal disolvente biolóxico.	• Disolvente de moléculas gasosas como o osíxeno. • Disolvente de moléculas polares pequenas. • Disolvente de substancias iónicas • Facilita o transporte de substancias
Elevado calor específico	Cantidade de calor que hai que aportar a 1 gramo de substancia para elevar a súa temperatura en 1 °C. A auga pode absorber gran cantidade de calor sen, por elo, elevar notablemente a súa temperatura, xa que parte da enerxía é empregada en romper as pontes de hidróxeno.	• Bo estabilizador térmico: mantén a temperatura corporal constante pese ás variacións ambientais.

Táboa 1. Relación entre as propiedades da auga e as súas funcións biolóxicas (continuación)

Propiedade	Definición	Funcións biolóxicas
Elevado calor de vaporización	O cambio de estado de auga líquida a vapor necesita dun gran aporte enerxético para romper as pontes de hidróxeno.	• Bo refrixerante: a evaporación da suor sobre a superficie do pel regula a temperatura corporal absorbendo o exceso de calor corporal • Nas plantas actúa como refrixerante mediante a transpiración nas follas ou evaporando substancias volátiles.
Maior densidade en estado sólido	En estado sólido, a auga presenta todos os seus posibles enlaces de hidróxeno (4 por cada molécula) formando un retículo que ocupa maior volume, polo que é menos denso.	• Nas zonas frías fórmase unha capa de xeo que flota sobre a auga líquida formando unha capa termoillante que permite a vida baixo ela.

5. Os sales minerais

Os sales minerais son compostos inorgánicos que realizan gran variedade de funcións. Nos organismos preséntanse fundamentalmente de dúas formas:

- Os sales precipitados. Teñen unha función esquelética; é dicir, danlle consistencia a estruturas corporais. Por exemplo, os carbonatos forman as cunchas ou coirazas de moitos animais, os fosfatos depositanse nos ósos, ou os silicatos encóntranse no esqueleto interno das esponxas.
- Os sales disoltos. Na auga, os sales encóntranse dissociados en anións como cloruros, fosfatos, carbonatos, nitratos, bicarbonatos..., e catións, como calcio, magnesio, ferro, sodio, potasio... Estes ións teñen diferentes funcións:
 - Funcións reguladoras, que contribúen ao mantemento da homeostase, ou estabilidade do medio interno, a través de procesos como:
 - O mantemento da salinidade e pH constantes dentro do organismo.
 - A regulación da actividade encimática.
 - A regulación da presión osmótica e o volume celular.
 - Funcións específicas, nas que interveñen algúns sales; por exemplo:
 - A contracción muscular, na que interveñen o sodio, o potasio e o magnesio.
 - A coagulación sanguínea, na que desempeña un papel fundamental o calcio.
 - A transmisión do impulso nervioso, na que actúan o sodio, o potasio e o calcio.

5.1. A ósmose

É o fenómeno que se produce cando dúas disolucións de diferente concentración están separadas por unha membrana semipermeable, que permite o paso das moléculas de auga pero non as de soluto. Nesta situación, a concentración de ámbalas dúas disolucións tende a igualarse mediante o paso de auga desde a disolución máis diluída (hipotónica) cara a máis concentrada (hipertónica). A presión necesaria para deter o fluxo de auga a través dunha membrana semipermeable chámase presión osmótica, e será tanto máis forte canto maior sexa a diferenza de concentración entre as dúas disolucións que se atopan a ámbolos dous lados da membrana semipermeable.

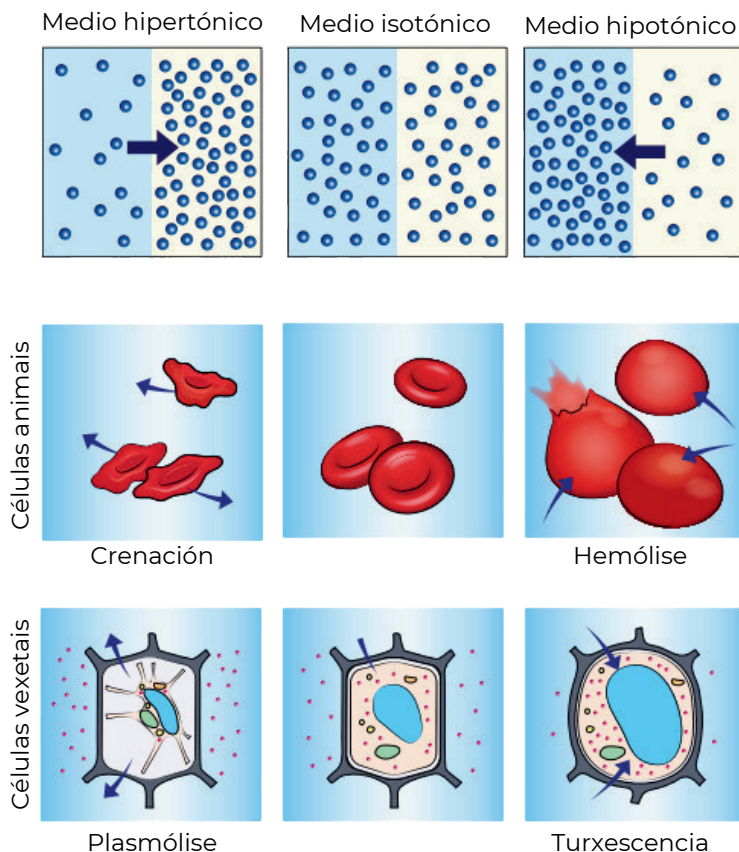
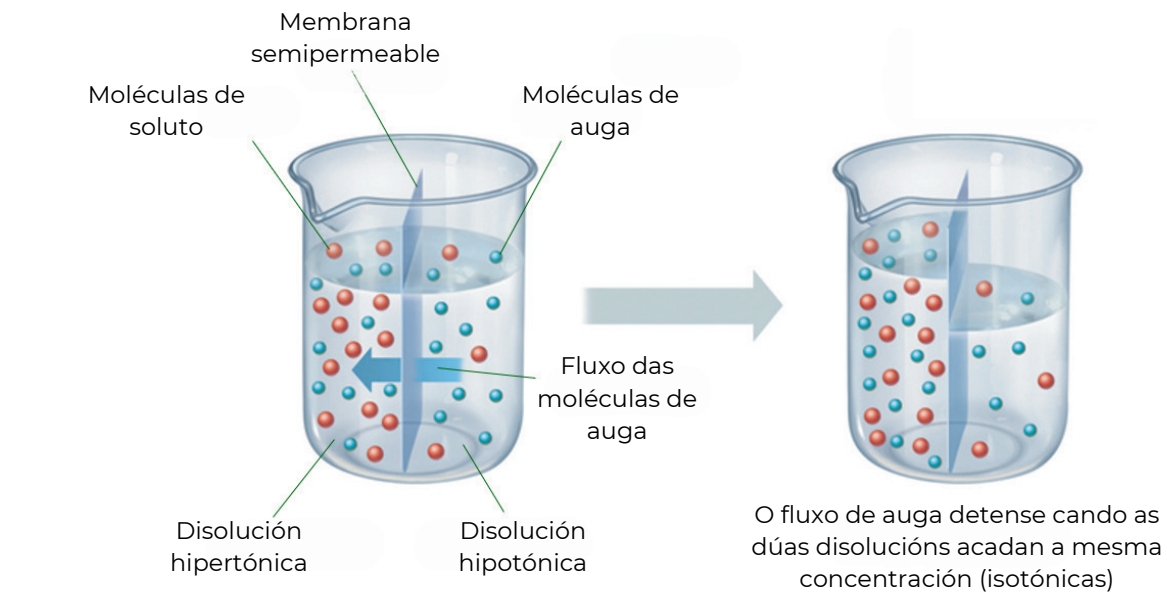


Figura 5. (arriba) Paso de moléculas de auga a través dunha membrana semipermeable desde a solución hipotónica cara a solución hipertónica. **(esquerda)** A membrana plasmática é unha membrana semipermeable e as variacións de salinidade no medio teñen diferentes efectos sobre as células segundo se trate de células animais ou vexetais.

6. Os glúcidos

Os glúcidos ou hidratos de carbono son biomoléculas orgánicas, formadas fundamentalmente por carbono, hidróxeno e osíxeno.

Os glúcidos pódense clasificar en tres grandes grupos, dependendo do seu tamaño e estrutura: os monosacáridos, os disacáridos e os polisacáridos.

6.1. Os monosacáridos

Os monosacáridos son os glúcidos máis sinxelos, a partir dos cales se constrúen o resto dos glúcidos; por iso, os monosacáridos son os monómeros ou unidades básicas dos glúcidos. Desde o punto de vista químico, son polialcois cun grupo aldehído (-CHO) ou cetona (-CO).

Características dos monosacáridos

- Conteñen de 3 a 7 átomos de C, unidos entre si.
- Cada átomo de carbono está unido a un grupo funcional, que pode ser:
 - Un grupo carbonilo: un grupo aldehído nun carbono terminal, ou un grupo cetona no carbono máis próximo ao carbono terminal.
 - Un grupo hidroxilo unido a cada un dos carbonos restantes.

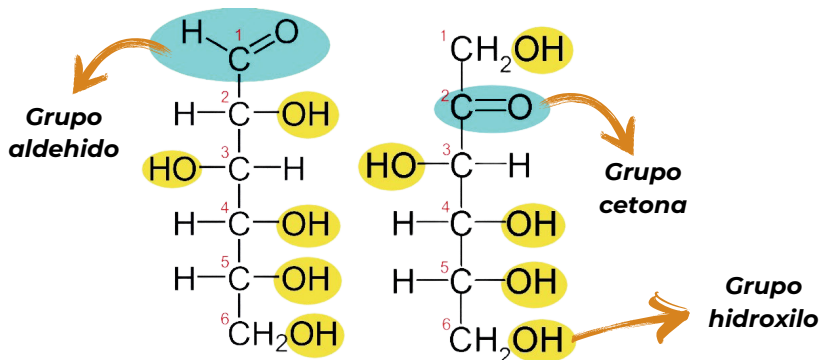


Figura 6. Estrutura química de monosacáridos de tipo aldosa (esquerda) e de tipo cetosa (dereita)

- A partir de cinco átomos de C, os monosacáridos en disolución tenden a pecharse, formando unha estrutura cíclica. Esta estrutura cíclica pode ser de cinco átomos de carbono, denominada furanosa; ou de seis átomos de carbono, denominada piranosa.

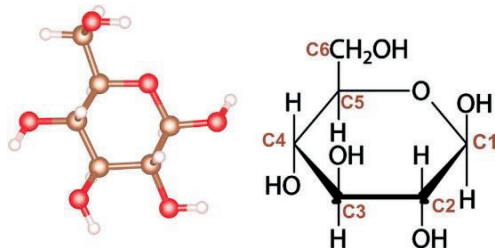


Figura 7. Estrutura cíclica dun monosacárido en forma de piranosa.

- Polo xeral, son solubles en auga, incolores, cristalizables e con sabor doce.

Nomenclatura e clasificación dos monosacáridos

Os monosacáridos clasifícanse atendendo a diferentes criterios, para os que se utiliza unha nomenclatura, á que se engade sempre a terminación -osa. Estes criterios son:

- O número de átomos de carbono que conteñen. Para indicalo úsanse os prefixos tri- (3), tetra- (4), penta- (5), etc. Así os monosacáridos clasifícanse e noméanse como triosas, tetrosas, pentosas, etc.
- O grupo funcional (aldehído ou cetona). Para indicalos empréganse os prefixos aldo- (se se trata dun grupo aldehído) e ceto- (se se trata dun grupo cetona). Polo tanto, os monosacáridos poden ser aldosas e cetosas.

Por exemplo, a glicosa é un monosacárido que contén seis átomos de C e un grupo aldehído en posición terminal, polo que dicimos que é unha aldohexosa.

Monosacáridos de interese biolóxico

- Glicosa: é unha aldohexosa que constitúe o principal combustible utilizado polas células e é o elo estrutural de moitos polisacáridos.
- Frutosa: é unha cetohehexosa que tamén se emprega como combustible celular.
- Ribosa: é unha aldopentosa que forma parte do ácido ribonucleico (ARN). O seu derivado, a desoxirribosa, aparece no ácido desoxirribonucleico (ADN).
- Ribulosa: é unha cetopentosa sobre a que se fixa o CO₂ na fotosíntese.

6.2. Os disacáridos

Os disacáridos son glícidos formados por dous monosacáridos unidos mediante un enlace covalente, denominado O-glicosídico.

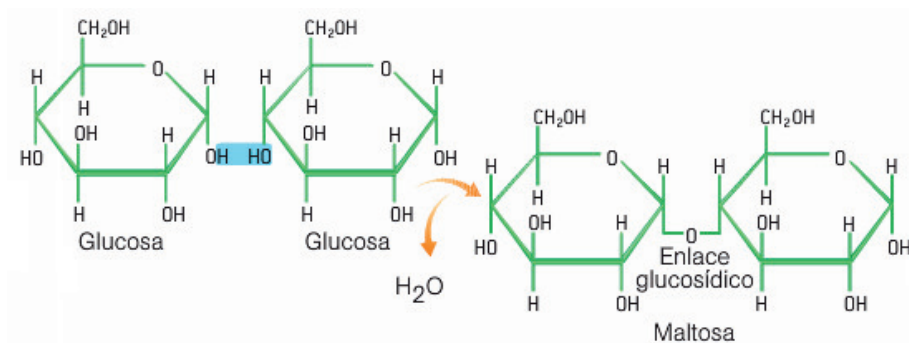


Figura 8. Formación dun enlace O-glicosídico entre os grupos alcol de dous monosacáridos diferentes. A formación do enlace dá lugar á formación dunha molécula de auga, que se desprende. Os dous monosacáridos quedan unidos mediante un átomo de osíxeno, que conforma o enlace covalente O-glicosídico.

Disacáridos de interese biolóxico

- Sacarosa, formada pola unión dunha molécula de glicosa e unha molécula de frutosa. É o azucre común, que se obtén da cana de azucre e da remolacha.
- Lactosa, formada pola unión dunha molécula de glicosa e unha molécula de galactosa. É o azucre presente no leite.
- Maltosa, formada pola unión de dúas moléculas de glicosa. Na natureza aparece como resultado da dixestión de polisacáridos complexos, como, por exemplo, o amidón ou a celulosa.

Nomenclatura e clasificación dos monosacáridos

Os monosacáridos clasifícanse atendendo a diferentes criterios, para os que se utiliza unha nomenclatura, á que se engade sempre a terminación -osa. Estes criterios son:

- O número de átomos de carbono que conteñen. Para indicalo úsanse os prefixos tri- (3), tetra- (4), penta- (5), etc. Así os monosacáridos clasifícanse e noméanse como triosas, tetrosas, pentosas, etc.
- O grupo funcional (aldehído ou cetona). Para indicalos empréganse os prefixos aldo- (se se trata dun grupo aldehído) e ceto- (se se trata dun grupo cetona). Polo tanto, os monosacáridos poden ser aldosas e cetosas.

Por exemplo, a glicosa é un monosacárido que contén seis átomos de C e un grupo aldehído en posición terminal, polo que dicimos que é unha aldohexosa.

Monosacáridos de interese biolóxico

- Glicosa: é unha aldohexosa que constitúe o principal combustible utilizado polas células e é o elo estrutural de moitos polisacáridos.
- Frutosa: é unha cetohehexosa que tamén se emprega como combustible celular.
- Ribosa: é unha aldopentosa que forma parte do ácido ribonucleico (ARN). O seu derivado, a desoxirribosa, aparece no ácido desoxirribonucleico (ADN).
- Ribulosa: é unha cetopentosa sobre a que se fixa o CO₂ na fotosíntese.

6.2. Os disacáridos

Os disacáridos son glícidos formados por dous monosacáridos unidos mediante un enlace covalente, denominado O-glicosídico.

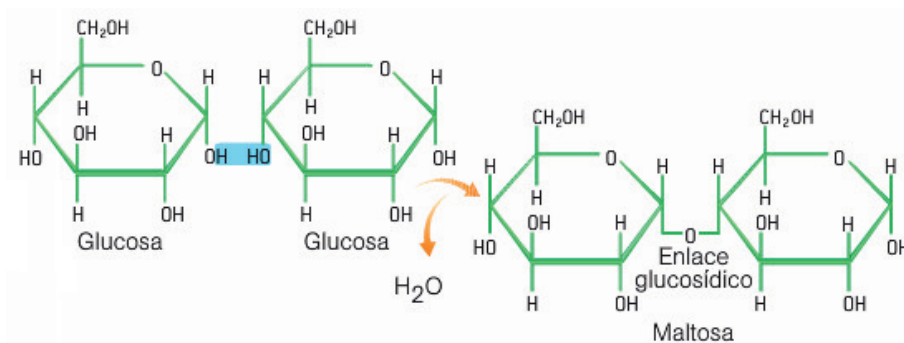


Figura 8. Formación dun enlace O-glicosídico entre os grupos alcol de dous monosacáridos diferentes. A formación do enlace dá lugar á formación dunha molécula de auga, que se desprende. Os dous monosacáridos quedan unidos mediante un átomo de osíxeno, que conforma o enlace covalente O-glicosídico.

Disacáridos de interese biolóxico

- Sacarosa: glicosa + frutosa. É o azucre común, que se obtén da cana de azucre e da remolacha. É a forma usual de reserva de glícidos en moitas plantas, atópase no néctar das flores e é un compoñente básico para a elaboración do mel.
- Lactosa: glicosa + galactosa. É o azucre presente no leite.
- Maltosa: glicosa + glicosa. É o azucre de malte, que non existe libre na natureza, pero pode obterse por hidrólise do amidón e doutros polisacáridos.

6.3. Os polisacáridos

Son moléculas formadas pola unión de moitos monosacáridos mediante múltiples enlaces O-glicosídicos. Non son solubles en auga, non teñen sabor doce e non son cristalizables. Entre os máis importantes destacan os seguintes:

- Amidón: é o polisacárido de reserva das células vexetais, moi abundante nos tubérculos e nalgúns sementes. Está formado por dous tipos de cadeas, ambas constituídas pola unión de unidades de glicosa: a amilose, que é unha cadea longa se ramificar, e a amilopectina, que é unha cadea moi ramificada.
- Glicóxeno: é a forma de almacenamento da glicosa nos animais. Está formado por cadeas ramificadas de glicosa.
- Celulosa: é un polisacárido estrutural que forma as paredes das células vexetais. Está formada por cadeas liñas de glicosa con conformación β .

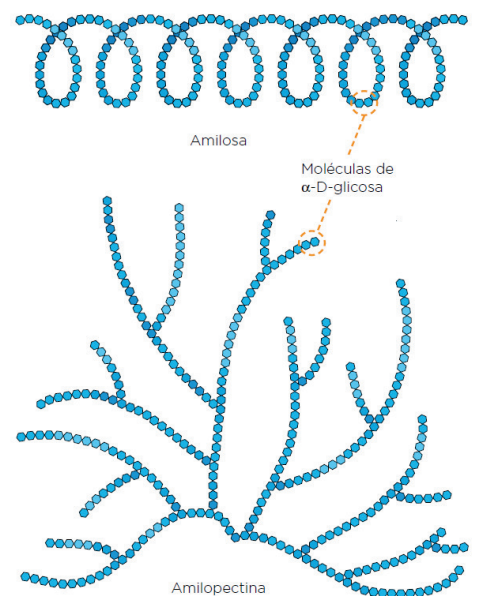


Figura 9. Estrutura da amilosa e a amilopectina que forman o amidón

6.4. Funcións dos glúcidos

- Combustible celular: a glicosa é o azucre máis empregado como fonte de enerxía polas células.
- Almacén de reserva enerxética: o amidón é a principal reserva de azucres nas plantas, mentres que o glicóxeno é a reserva de azucres nos animais.
- Compoñente estrutural: a ribosa e desoxirribosa son compoñentes básicos dos ácidos nucleicos. A celulosa é o compoñente estrutural esencial da parede celular das células vexetais, e a quitina realiza unha función similar na parede dos fungos e no exoesqueleto dos artrópodos.
- Outras funcións: algúns glúcidos son precursores doutras substancias con función reguladora; por exemplo, a glicosa é precursora da vitamina C. Tamén existen glúcidos unidos a algunhas das proteínas das membranas celulares, glicoproteínas implicadas no recoñecemento entre células.

7. Os lípidos

Os lípidos son un grupo de biomoléculas moi diversas, formados por carbono, hidróxeno, osíxeno e en ocasións fósforo. Caracterízanse por ser pouco densas, insolubles en disolventes polares, como a auga, e solubles en disolventes orgánicos apolares, como o éter ou o cloroformo.

Os lípidos clasifícanse en dous grandes grupos: lípidos saponificables e non-saponificables, segundo conteñan ou non ácidos graxos na súa estrutura.

- Saponificables. Son ésteres de ácidos graxos. Estes lípidos reaccionan con bases fortes (NaOH ou KOH) dando como produtos da reacción sales de ácidos graxos (xabróns) e alcohois. Esta reacción coñécese como reacción de saponificación. Son lípidos saponificables as graxas, os fosfolípidos, os glicolípidos e as ceras.
- Non saponificables. Non teñen ácidos graxos na súa composición. Son os terpenos e os esteroides.

7.1. Os ácidos graxos

Son ácidos orgánicos formados por unha cadea hidrocarbonada cun grupo carboxilo (-COOH) nun dos seus extremos. Poden ser SATURADOS, se non posúen dobres enlaces na cadea hidrocarbonada, ou INSATURADOS, cando posúen un ou varios dobres enlaces.

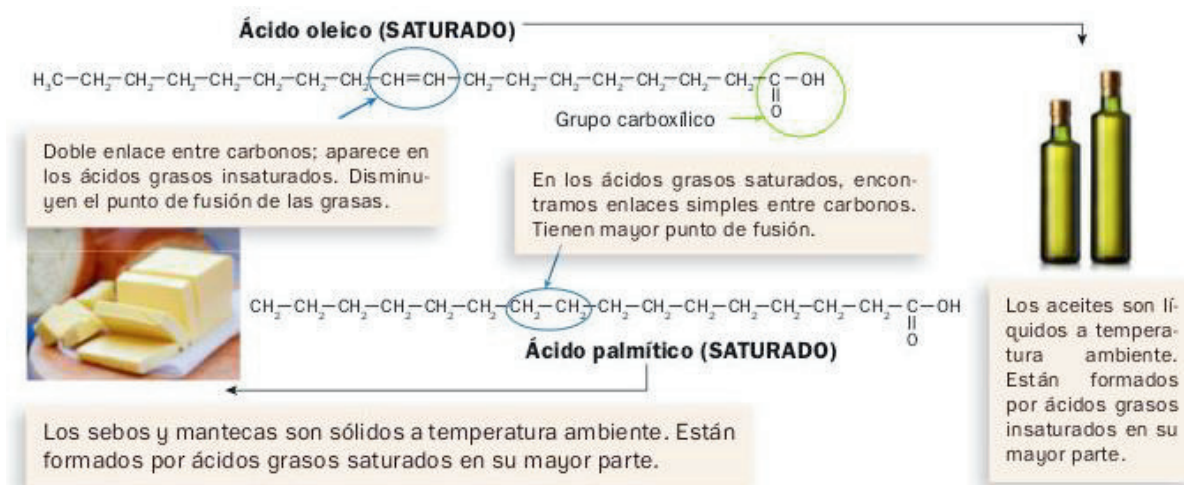


Figura 10. Os ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico, son compoñentes maioritarios nos aceites, que teñen unha consistencia líquida a temperatura ambiente. Os ácidos graxos saturados, como o ácido palmítico, pola contra, son compoñentes maioritarios en manteigas e sebos, que adoitan ter consistencia sólida a temperatura ambiente debido ó maior número de enlaces que se forman entre as súas moléculas.

7.2. Os lípidos saponificables

Graxas

Están formadas por unha molécula de glicerina (un alcohol) unida a tres ácidos graxos mediante enlaces éster. Se os ácidos graxos son saturados fórmanse sebos (graxas de orixe animal), mentres que se son insaturados fórmanse aceites (graxas de orixe vexetal).

Son moléculas hidrofóbicas (repelen a auga), xa que non conteñen grupos polares ou con carga eléctrica.

As súas funcións son:

- Almacenar enerxía nas células adiposas animais, ou nalgúñas partes das plantas, como os aceites das sementes ou os froitos.
- Illar termicamente o organismo, situándose baixo a pel de animais de hábitats fríos.
- Protexer órganos vitais como o corazón, o ril, etc.

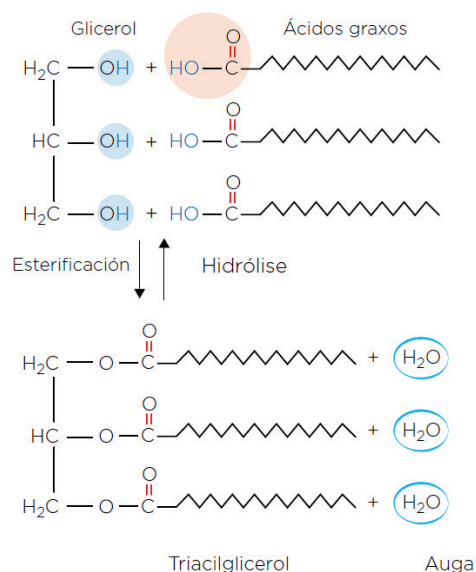


Figura 11. Formación dunha graxa

Fosfolípidos

Son lípidos formados por un alcohol (glicerina ou esfingosina) unido a 1 ou 2 ácidos graxos e a un grupo fosfato mediante enlaces éster. O grupo fosfato únese á súa vez a un alcohol monovalente diferente nos diferentes tipos de fosfolípidos.

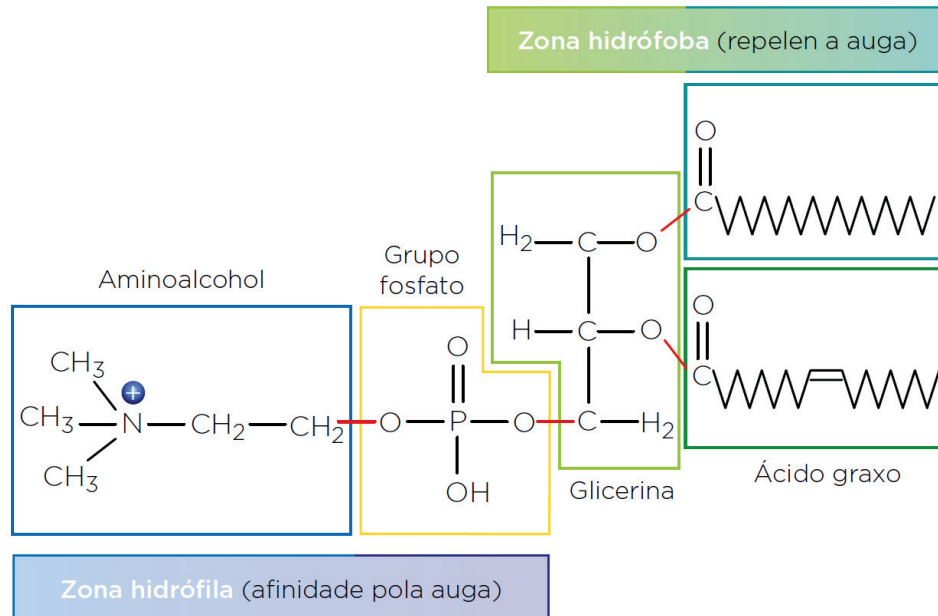


Figura 12. Estrutura química dun fosfolípido no que a glicerina se une a dous ácidos graxos mediante sendos enlaces éster. O terceiro carbono do alcol está esterificado cun grupo fosfato que, á súa vez, está unido a un aminoalcol.

Todos os fosfolípidos son anfipáticos, é dicir, presentan unha zona hidrofílica ou cabeza polar (os grupos fosfato e alcohol) e unha zona hidrofóbica ou colas apolares (os ácidos graxos). Cando se atopan nunha disolución acuosa, as cabezas polares diríxense cara a auga establecendo contacto con ela, mentres que as colas hidrofóbicas dispóñense alonxadas dela. Isto fai que nun medio acuoso formen estruturas como micelas, liposomas ou bicapas, que son a base estrutural de todas as membranas plasmáticas.

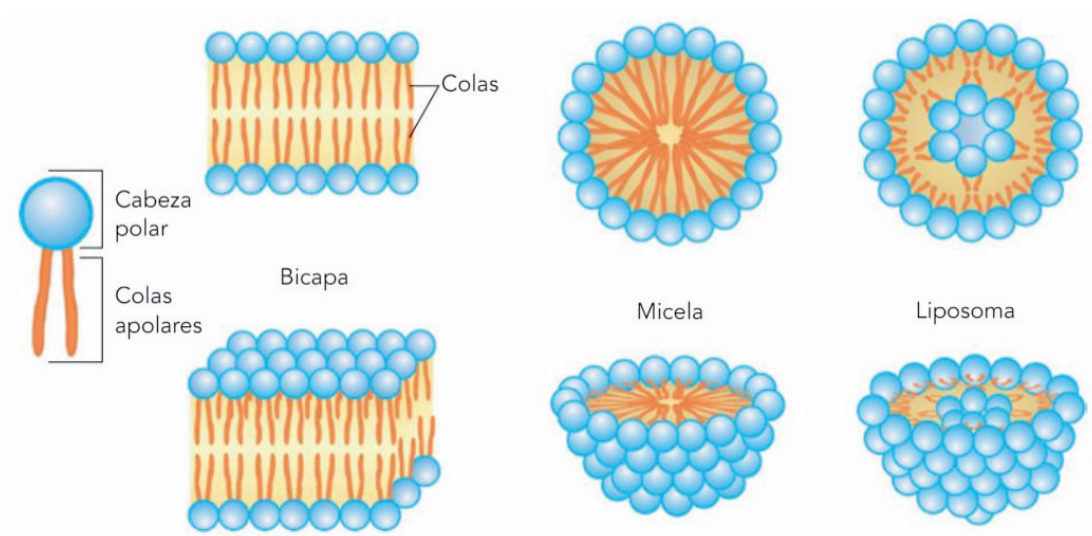


Figura 13. Estruturas formadas polos lípidos con carácter anfipático.

Ceras

Resultan da unión, mediante un enlace éster, dun monoalcol de cadea longa cun ácido graxo. Son moléculas moi hidrofóbicas que forman estruturas repelentes da auga ou protectoras contra a desecación.

7.3. Os lípidos insaponificables

Esteroides

- Están formados por un derivado dunha molécula cíclica denominada esterano. O máis destacable é o colesterol, compoñente das membranas celulares e precursor doutros esteroides tan importantes como as hormonas sexuais e a vitamina D.

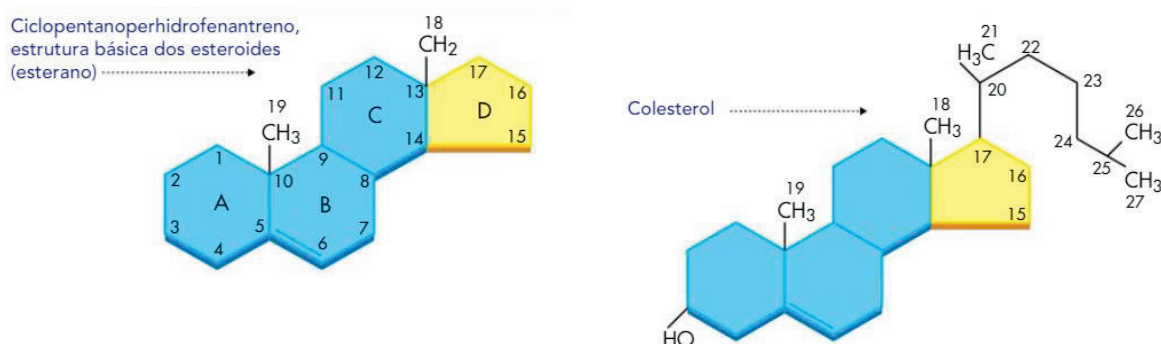


Figura 14. (esquerda) Estrutura química do esterano formada por 4 ciclos unidos entre si. **(dereita)** Estrutura química do colesterol, derivado do esterano. A substitución de diferentes grupos funcionais e a formación de dobres enlaces en diferentes posicións, da lugar ó resto dos esteroides como as hormonas sexuais, as hormonas suprarrenais ou a vitamina D.

Terpenos

Son lípidos derivados do isopreno. Entre eles destacan pigmentos como as xantofilas e os carotenos, que participan na fotosíntese, e o β -caroteno, que é o precursor da vitamina A.

8. As proteínas

8.1. Composición e estrutura

As proteínas están formadas por C, H, O, N e, en menor proporción, por S e P. Son macromoléculas constituídas pola unión de unidades máis sinxelas chamadas aminoácidos.

Un aminoácido está formado por un átomo de C, chamado carbono α , unido a un grupo amino ($-\text{NH}_2$), a un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) e a unha cadea lateral diferente en cada un dos 20 aminoácidos e responsable das súas propiedades.

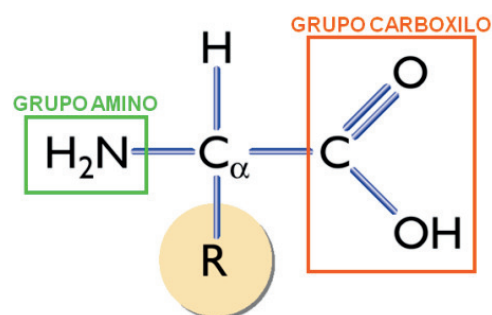


Figura 15. Estrutura química dun aminoácido

Os aminoácidos únense entre si mediante enlaces peptídicos, dando lugar a péptidos (<10 aa), polipéptidos (>10 aa) ou proteínas (>100 aa).

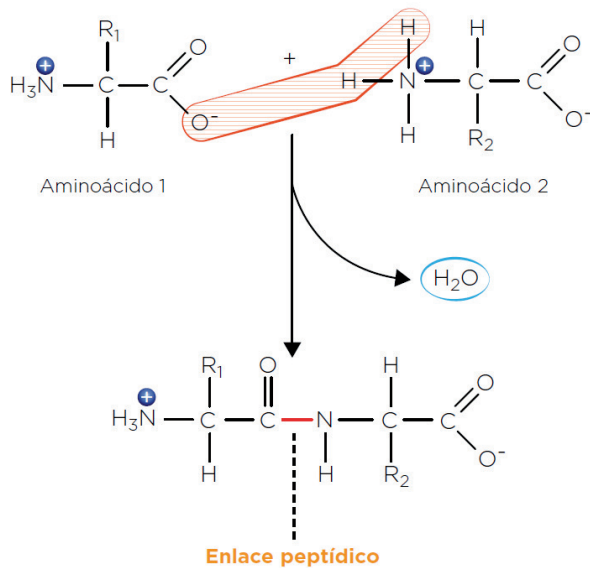


Figura 16. Formación dun enlace peptídico entre o grupo carboxilo dun aminoácido e o grupo amino do seguinte. Establécese así un enlace covalente entre o carbono carboxílico e o nitróxeno ó tempo que se libera unha molécula de auga.

A función das proteínas está baseada na súa estrutura tridimensional. Por iso, a cadea polipeptídica debe pregarse, dispóndose nunha forma espacial que a faga apta para realizar a súa actividade biolóxica. Esta forma tridimensional única denomínase estrutura nativa.

Diferéncianse varios niveis de pregamento, de crecente complexidade, cada un dos cales se constrúe a partir do anterior. Son as chamadas estrutura primaria, secundaria, terciaria e cuaternaria.

A estrutura primaria (a)

É a secuencia ou orde dos aminoácidos que forman a proteína. Esta estrutura mantense mediante os enlaces peptídicos, enlaces covalentes estables.

A estrutura secundaria (b) (c)

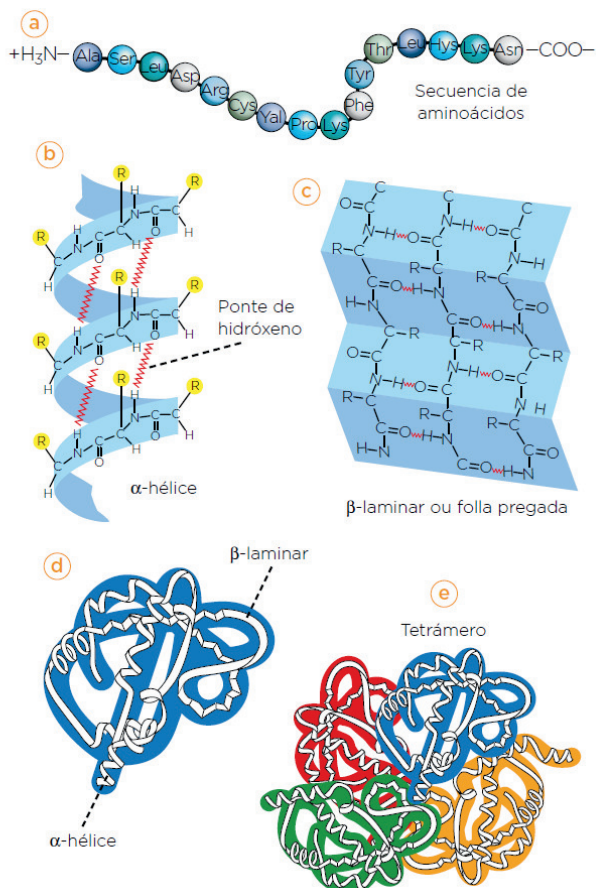
É un pregamento da cadea polipeptídica, no que se producen interaccións entre diferentes aminoácidos, próximos na estrutura primaria. A estrutura mantense grazas a estes enlaces non covalentes, fundamentalmente pontes de hidróxeno. Existen dous tipos de estrutura secundaria, que poden darse en diferentes rexións da mesma proteína, a α -hélice e a β -lamina ou folla pregada β .

A estrutura terciaria (d)

É a forma que adopta a molécula no espazo. A maioría das proteínas teñen unha forma **globular**, na que a cadea polipeptídica se prega, dando lugar a formas compactas próximas á esfera. Adoitan ser solubles en auga. Esta estrutura mantense grazas a diferentes tipos de interaccións (hidrofóbicas, iónicas...) entre residuos de aminoácidos, que poden estar moi afastados na estrutura primaria, pero que quedan próximos ao pregarse a cadea polipeptídica.

A estrutura cuaternaria (e)

É a unión de varias cadeas proteicas, ou monómeros, entre si, dando lugar a dímeros, trímeros, tetrámeros, etc. Moitas proteínas non alcanzan este nivel de estrutura, sendo o monómero a proteína funcional.



Os cambios do medio, como variacións de temperatura ou acidez, provocan a ruptura dos enlaces que manteñen a estrutura tridimensional e, como consecuencia, prodúcese a perda das súas propiedades e función. Este proceso denomínase desnaturalización e en moitos casos é irreversible.

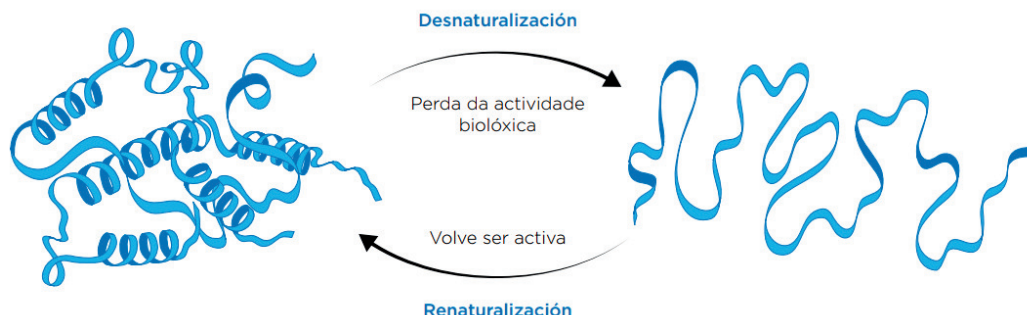


Figura 17. Desnaturalización das proteínas. Os axentes desnaturalizantes provocan a rotura dos enlaces débiles que manteñen a estrutura tridimensional das proteínas, pero non os enlaces peptídicos (covalentes) que unen os aminoácidos. Se o axente desnaturalizante non é moi intenso, é posible recuperar a estrutura nativa nun proceso de renaturalización no que a proteína pode recuperar de novo a súa función biolóxica.

8.2. Funcións biolóxicas

- Estrutural, como o coláxeno, que forma fibras que dan resistencia e elasticidade a ósos e cartilaxes, ou a queratina, que é parte importante de unllas e cabelo.
- Transportadora, como a hemoglobina, que transporta o osíxeno do sangue, ou as lipoproteínas, que transportan colesterol.
- Reserva, como a ovoalbúmina do ovo, que constitúe unha reserva de aminoácidos para a cría en cremento, ou a caseína do leite, que o é para as crías de mamíferos.
- Reguladora, como a insulina, hormona que regula a cantidade de glicosa no sangue, ou a hormona do crecemento.
- Contráctil, como a actina e a miosina, que forman filamentos de cuxa interacción se deriva a contracción muscular.
- Defensa inmunitaria, como os anticorpos, que neutralizan substancias estrañas que entran no organismo.
- Enzimática ou biocatalizadora, permitindo que as reaccións bioquímicas teñan lugar nas células.

8.3. As encimas

Son proteínas catalizadoras, é dicir, aumentan a velocidade das reaccións químicas do metabolismo celular.

Aínda que existe unha gran diversidade de enzimas, todos teñen en común as seguintes características:

- Actúan en pequena cantidade e recupéranse indefinidamente (non se consomen).
- Son moi específicas, xa que actúan sobre un ou poucos substratos e cada reacción está catalizada por un enzima específico.

Nunha reacción química, os reactivos ou substratos (S) transfórmanse en produtos (P). Este proceso é posible porque a enerxía final dos produtos é menor ca a dos substratos. Pero hai unha barreira enerxética que impide que os substratos se transformen de xeito espontáneo nos produtos. Esta barreira corresponde ao nivel enerxético do estado de transición e denomínase enerxía de activación.

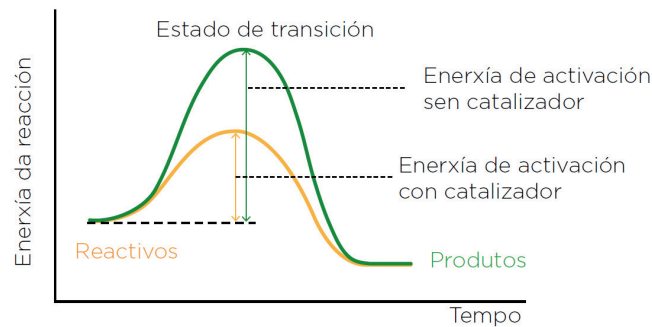


Figura 18. As reaccións do metabolismo son reaccións espontáneas, é dicir, nas que a enerxía dos produtos é inferior á dos reactivos. As encima soamente contribúen a diminuír a enerxía de activación requirida e posibilitan as reaccións espontáneas á temperatura do organismo, incrementando a súa velocidade, pero non modifican o balance enerxético global nin participan na reacción.

As encimas actúan uníndose de forma transitoria a un substrato, catalizando a súa transformación en un ou máis produtos. O substrato únese de forma específica ó centro activo do encima, dando lugar ó complexo encima-substrato. Tra-la transformación do substrato nos produtos da reacción, a encima libérase e recupérase intacta, dispoñible para unirse de novo a outra molécula de substrato.

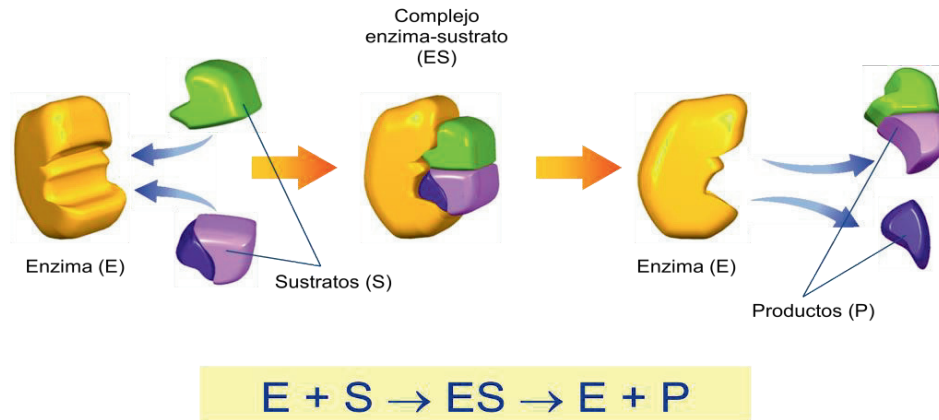


Figura 19. Formación do complexo encima-substrato e formación dos produtos a partir dos substratos.

Moitas encimas necesitan doutras substancias non proteicas chamadas cofactores; cando o cofactor é unha biomolécula orgánica denomínase coenzima. O ATP, o NAD, o FAD ou derivados das vitaminas son coenzimas habituais. Os cofactores inorgánicos son elementos químicos como o ferro (Fe) ou o manganeso (Mn).

9. Os ácidos nucleicos

Os ácidos nucleicos, o ADN e o ARN, son macromoléculas encargadas de almacenar e transmitir a información xenética. Son polímeros formados por subunidades máis pequenas, os nucleótidos, que conteñen carbono, hidróxeno, osíxeno, nitróxeno e fósforo.

9.1. Os nucleótidos

Existen cinco nucleótidos diferentes, que teñen unha estrutura común, formada por tres compoñentes diferentes:

- Unha pentosa, un monosacárido de cinco átomos de carbono, que pode ser:
 - A ribosa, que forma ribonucleótidos no ARN.
 - A desoxirribosa, que forma desorribonucleótidos no ADN.
- Unha base nitroxenada, un composto orgánico cíclico, que contén dous ou máis átomos de nitróxeno. A base nitroxenda únese á pentosa mediante un enlace N-glicosídico. As bases nitroxenadas poden ser de dous tipos:
 - Purinas: a adenina (A) ou a guanina (G).
 - Pirimidinas: a citosina (C), a timina (T) ou o uracilo (U).

As bases nitroxenadas A, G, C e T encóntranse no ADN, mentres que no ARN o T é substituído polo U.

- Unha molécula de ácido fosfórico, que se une á pentosa mediante un enlace éster.

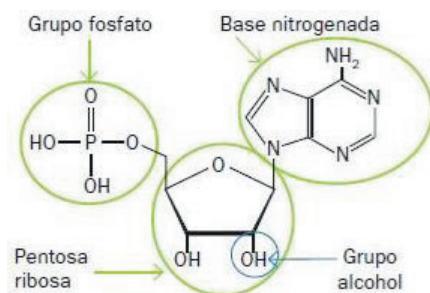
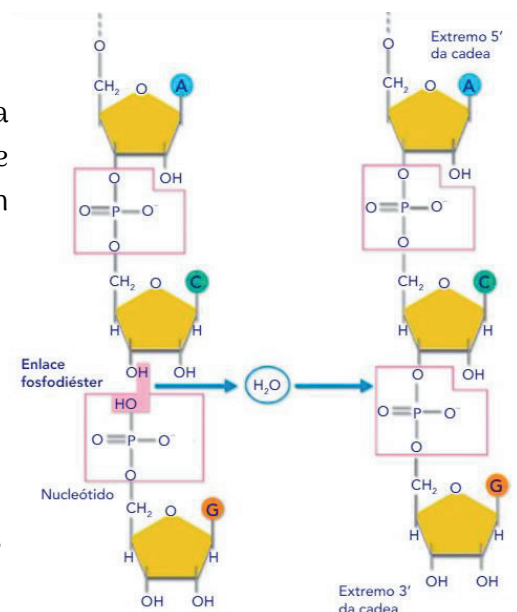


Figura 20. Estrutura molecular dun nucleótido

9.2. O enlace fosfodiéster

Os nucleótidos únense entre si mediante enlaces fosfodiéster para dar lugar a polinucleótidos. Este enlace fosfodiéster establécese entre o grupo hidroxilo (-OH) do carbono 3' da pentosa dun nucleótido e o grupo fosfato do nucleótido consecutivo.

Figura 21. Formación dun enlace fosfodiéster entre dous nucleótidos consecutivos. Durante a formación de cada enlace covalente, fórmase unha molécula de agua, que se libera.



9.2. O ADN

O ácido desoxirribonucleico ou ADN está formado por desoxirribonucleótidos de A, T, C ou G. Atópase no citoplasma das células procariotas formando o cromosoma bacteriano ou formando parte dos plásmidos, no núcleo das células eucariotas, e en mitocondrias e cloroplastos; tamén constitúe o material xenético dalgúns tipos de virus, como os adenovirus.

Estrutura do ADN

O ADN ten distintos niveis de complexidade estrutural:

- A estrutura primaria é a secuencia de nucleótidos da cadea polinucleotídica.
- A estrutura secundaria é a disposición espacial das dúas cadeas do ADN, determinada por Rosalind Franklin e descrita por Watson e Crick no seu modelo de dobre hélice, segundo o cal:
 - As cadeas son antiparalelas, é dicir, teñen sentido oposto, de tal foma que una dispónse en sentido 5'→3', e a outra en sentido 3'→5'.
 - As cadeas enfróntanse polas súas bases nitrogenadas, sempre entre unha base púrica e unha base pirimidínica que son complementarias (A=T) ou (G=C).
 - A unión das dúas cadeas prodúcese mediante pontes de hidróxeno entre as bases complementarias.
 - A dobre cadea enrólase en forma de hélice dextróxima, é dicir, que xira cara á dereita, vista desde arriba.
 - O xiro é plectonémico, é dicir, para separar ámbalas dúas cadeas primeiro hai que desenrolar toda a estrutura.
 - As bases nitrogenadas sitúanse cara ao interior da hélice; as pentosas e os fosfatos forman o esqueleto externo.

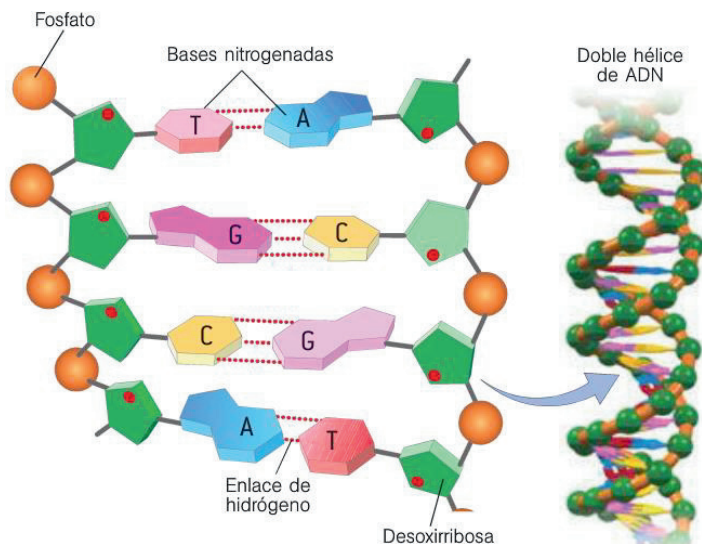


Figura 22. Estrutura da dobre hélice de ADN.

- A estrutura terciaria ten que ver co empaquetamento do ADN. As cadeas de ADN son moi longas, polo que nas células eucariotas o ADN se asocia a proteínas básicas, que permiten a súa condensación en forma de fibras de cromatina e cromosomas.

Función do ADN

A principal función do ADN é a de conter a información xenética e transmitila de xeneración en xeneración.

9.3. OARN

O ácido ribonucleico ou ARN está formado por ribonucleótidos de A, U, C ou G.

Características do ARN

- O ARN é monocatenario, é dicir, está formado por unha única cadea polinucleotídica, agás en certos virus, como os reovirus, cuxo material xenético é ARN bicatenario.
- O seu tamaño é menor ca o do ADN, xa que contén un menor número de nucleótidos.
- O ARN pode localizarse tanto no núcleo coma no citoplasma das células eucariotas.
- A estrutura tridimensional do ARN pode ser moi complexa, xa que a miúdo forma pregamentos e apareamentos entre bases nitroxenadas en diferentes rexións da molécula, formando o que se denominan forquitas de estrutura secundaria.

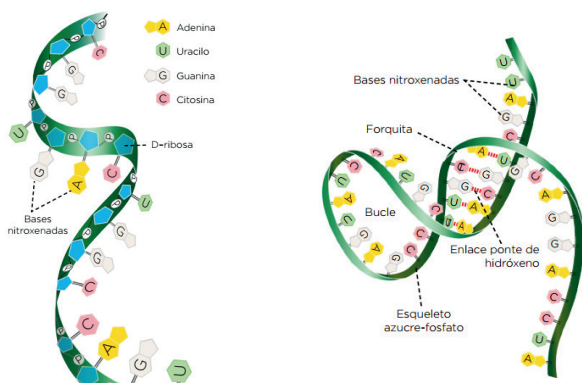


Figura 23. *Estrutura monocatenaria da molécula de ARN. Ás veces pode establecer pontes de hidróxeno intracatenarios entre bases complementarias, formando rexións apareadas que se chaman forquitas, e rexións desapareadas que forman bucles.*

Tipos de ARN

- ARN mensaxeiro (ARNm). É o ARN que transporta a información para a síntese de proteínas. Este ARN sintetízase no núcleo celular e trasládase ao citoplasma.
- ARN ribosómico (ARNr). Asóciase cunha gran cantidade de proteínas diferentes e forma os ribosomas. Está composto por moléculas de diferentes tamaños que, nalgunhas zonas, presentan unha estrutura secundaria en forquita.
- ARN transferente (ARNt). Transporta os aminoácidos aos ribosomas, colocándoos segundo indica a secuencia do ARNm para sintetizar as proteínas. Son moléculas pequenas, formadas por unha soa cadea, pregada, polo que presenta unha estrutura secundaria en forma de forquita nalgunhas zonas. Cada ARNt únese a un aminoácido específico.

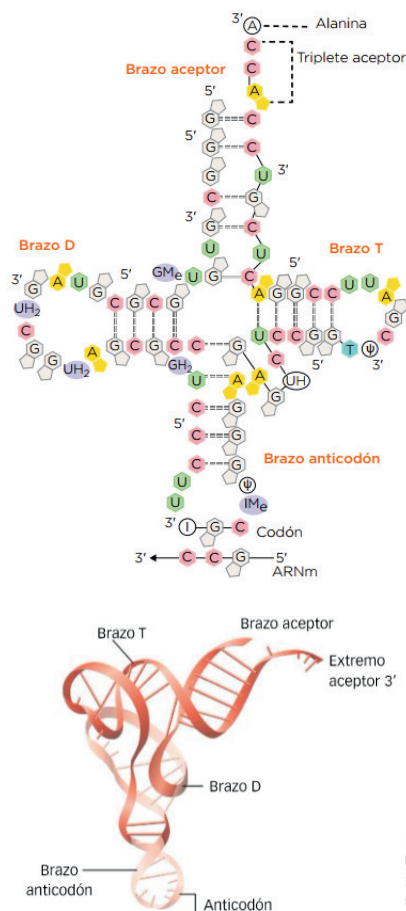


Figura 24. Estruturas secundaria (arriba) e terciaria (abaixo) do ARN transferente. Nel obsérvase un brazo aceptor onde se une o aminoácido correspondente, e un brazo anticodón que contén unha secuencia de tres nucleótidos complementarios ós tripletes do ARN mensaxeiro que se traduce