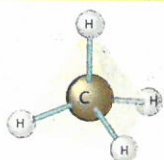


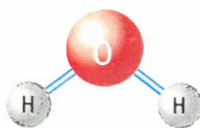
1

1



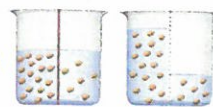
A unidade química
dos seres vivos

2



A auga

3



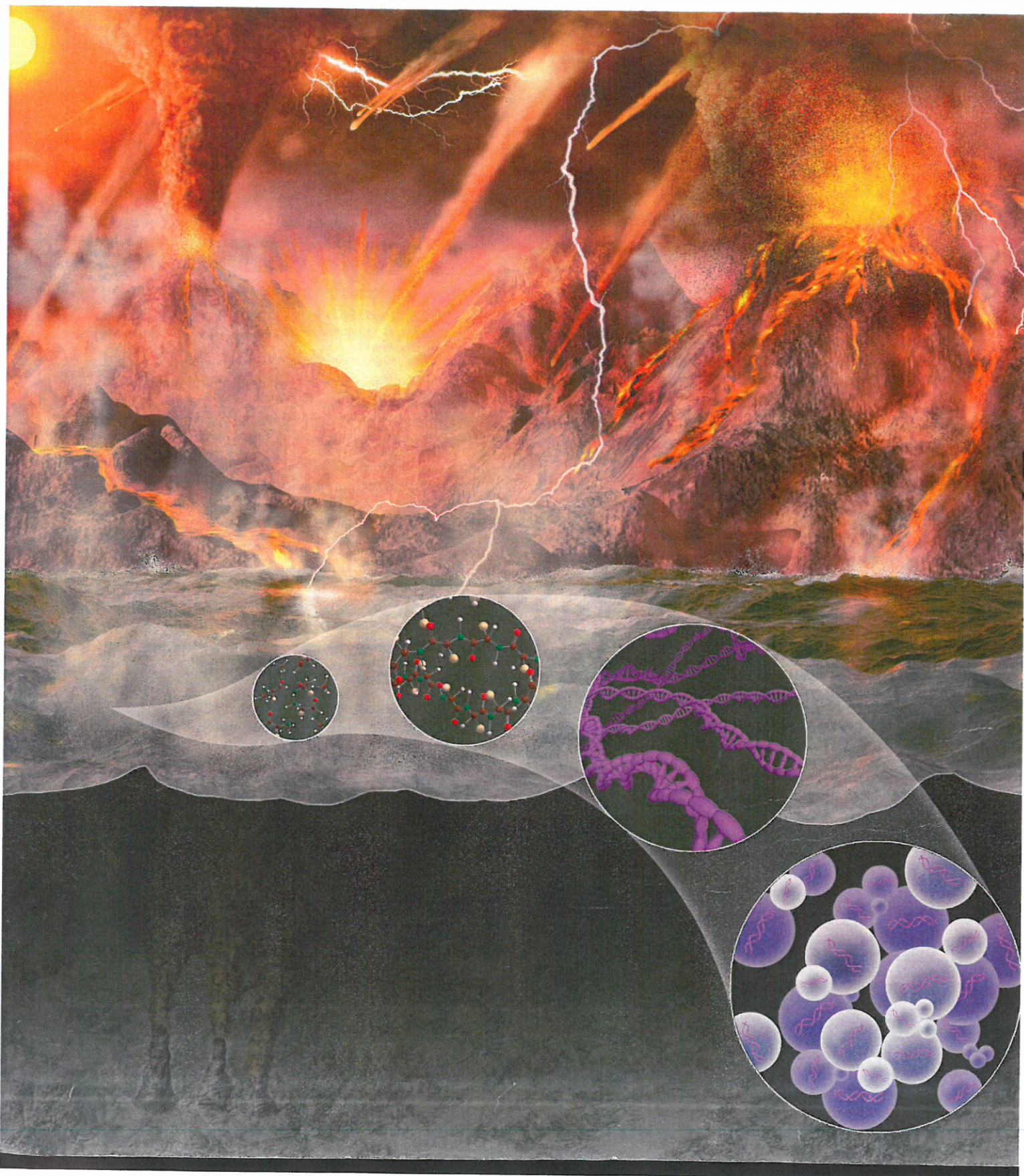
Os sales minerais

4



Os glícidos

A natureza básica da vida



1 A unidade química dos seres vivos



No principio...

Durante os primeiros 500 Ma da súa existencia, a xove Terra estivo sometida a unha chuva de asteroides que bombardeaba a súa maltreita superficie. Porén, só uns centos de millóns de anos despois desa era infernal, a vida microscópica bulía nos seus océanos. Nalgún momento intermedio ensamblárase o primeiro ser vivo a partir das únicas materias primas da Terra primitiva: o aire, a auga e as rochas. Como empezou a vida?

A comunidade científica aposta que se tratou dun fenómeno químico: ao inicio da historia da Terra, os compostos sinxelos que constituían a atmosfera e o océano uníronse para construír as moléculas máis grandes e complexas que forman as células.

Para comprender como puido suceder, necesitamos responder algunhas preguntas: que compostos químicos forman a materia viva?, que os diferencian dos que forman a materia inerte?, como poden transformarse uns noutros?

1.1. Que elementos químicos integran os organismos?

Ao analizar a composición dos organismos, obsérvase que unicamente unha pequena parte dos elementos químicos que constitúen a Terra forman parte da materia viva. Os elementos que compoñen este restrinxido grupo denomínanse **bioelementos**. Seis deles, os chamados **bioelementos primarios** (carbono, hidróxeno, osíxeno, nitróxeno, fósforo e xofre), constitúen máis do 98% da masa dos seres vivos.

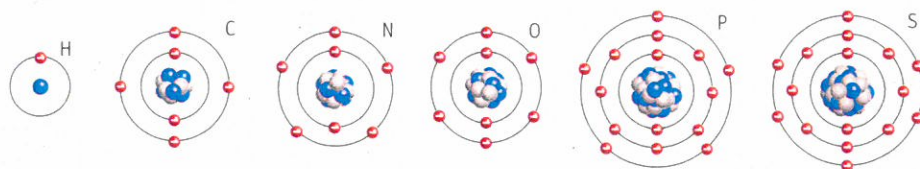


Figura 1.2. Configuración electrónica dos bioelementos primarios.

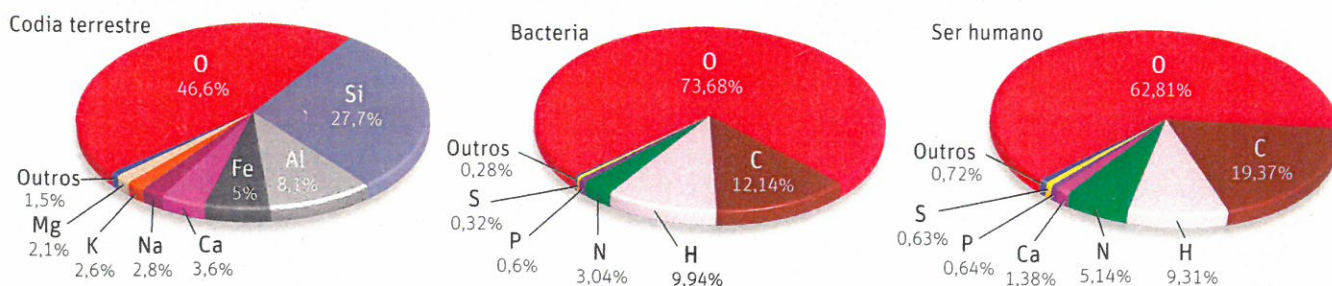
Algunhas das propiedades destes elementos fanos especialmente adecuados para construír as moléculas dos seres vivos. Por exemplo, os bioelementos máis abundantes (carbono, hidróxeno, osíxeno e nitróxeno) forman con facilidade enlaces covalentes compartindo parellas de electróns. Para completar as súas capas electrónicas externas e formar enlaces estables, necesitan poucos electróns. Os catro elementos poden unirse uns con outros e formar unha gran variedade de compostos diferentes.

O resto dos bioelementos (calcio, magnesio, sodio, potasio, ferro, cloro...) constitúen os **bioelementos secundarios**. Algúns, como o ferro, que non alcanzan o 0,1%, reciben o nome de **oligoelementos**; porén, malia esta baixa proporción, a súa presenza é indispensable para o bo funcionamento do organismo.

INTERPRETAR GRÁFICOS

5. Diferentes pero semellantes

Estes diagramas mostran a porcentaxe na que se encontran os elementos químicos máis abundantes na codia e nos seres vivos:



- Compara a composición da codia terrestre coa dos dous seres vivos e a destes organismos entre si.
- Enuncia dúas conclusións que deriven da túa análise.

2. A importancia do carbono

vida denominouse “fenómeno baseado no carbono” porque a gran maioría das moléculas presentes nos seres vivos conteñen este elemento. A importancia do carbono ira a vida deriva da súa estrutura.

átomo de carbono posúe catro electróns na súa capa máis externa, o que lle permite formar catro **enlaces covalentes** moi estables dirixidos cara aos vértices dun tetraedro imaxinario (Fig. 1.3). Estes enlaces poden ser sinxelos, duplos e triplos, e poden unir átomos de carbono entre si ou con outros elementos. O resultado é unha gran diversidade de moléculas tridimensionais de notable complexidade (lineais, ramificadas, cíclicas, etc.).

Os átomos de carbono forman o “esqueleto” dunha molécula, pero as propiedades químicas e físicas desta dependen, en gran medida, dos grupos de átomos que se unen, dunha forma específica, aos carbonos. Estes grupos de átomos denomínanse **grupos funcionais** e teñen propiedades particulares (polaridade, reactividade, solubilidad, etc.). Os mesmos grupos funcionais poden formar parte de moléculas orgánicas moi diferentes (Fig. 1.4).

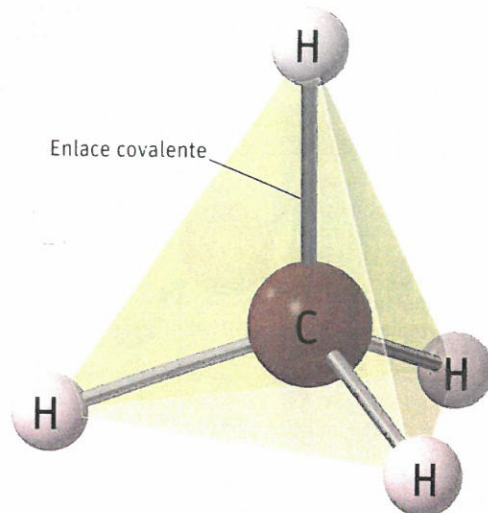


Figura 1.3. Molécula de metano (CH_4).

Grupo funcional	-OH Hidroxilo	-COH Aldehído	>C=O Ceto	-COOH Carboxilo	-NH₂ Amino
Composto	Alcohois	Aldehídos	Cetonas	Ácidos carboxílicos	Aminas
Exemplo	 Etanol	 Acetaldehído	 Acetona	 Ácido acético	 Metilamina

Figura 1.4. Grupos funcionais máis comúns.

Os compostos que teñen carbono en combinación con hidróxeno e outros elementos como osíxeno, nitróxeno, xofre, fósforo... denomínanse **compostos de carbono** ou **compostos orgánicos**.

3. As moléculas dos seres vivos

A semellanza do que ocorre na materia inerte, a combinación dos átomos dun bioelemento entre si ou con átomos doutros bioelementos, mediante enlaces químicos, dá lugar a moléculas máis ou menos complexas que se denominan **biomoléculas**.

As biomoléculas agrúpanse en:

Biomoléculas inorgánicas. Son a auga e os **sales minerais**.

Biomoléculas orgánicas. Son características da materia viva e agrúpanse en: **glúcidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos**. Con frecuencia aparecen combinadas formando glicoproteínas, nucleoproteínas, glicolípidos, etc.

ACTIVIDADES

- Que significa que o ferro é un oligoelemento? Que función desempeña o ferro no noso organismo?
- Os plásticos son compostos do carbono que non forman parte da composición química dos seres vivos. Son os plásticos compostos orgánicos? E biomoléculas? Xustifica as túas respostas.

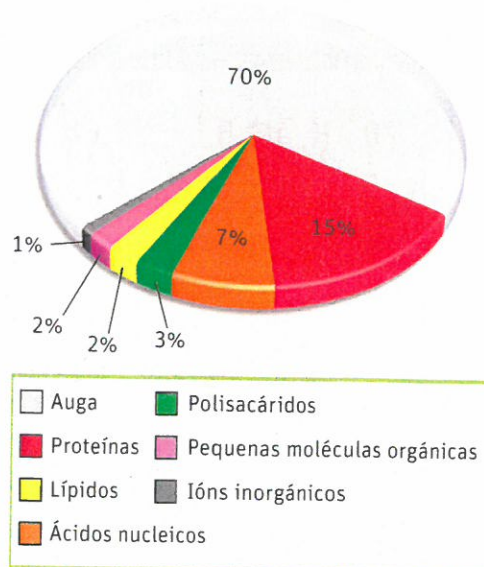


Figura 1.5. Composición química da materia viva.

2 A auga

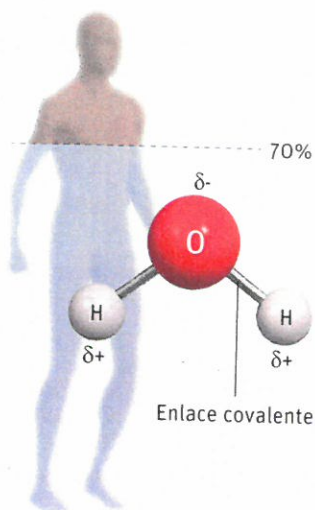


Figura 1.6. Distribución das cargas na molécula de auga.

Arredor do 70% do noso corpo é auga. A vida, tal e como a coñecemos, depende da auga e practicamente todos os investigadores están de acordo en que os pasos importantes da orixe da vida tiveron lugar na auga. Que é o que fai da auga unha molécula vital?

2.1. Como é a molécula de auga?

Cada molécula de auga está formada por un átomo de osíxeno (O) unido mediante enlaces covalentes a dous átomos de hidróxeno (H). Debido á elevada **electronegatividade** do osíxeno, os electróns compartidos co hidróxeno atópanse desprazados cara ao osíxeno. Isto produce un exceso de carga negativa sobre o osíxeno e de carga positiva sobre os hidróxenos (Fig. 1.6). A desigual distribución de cargas na molécula coñécese como **polaridade**. Así, aínda que a molécula de auga é neutra, é tamén unha molécula polar.

A polaridade é a causa de que entre as moléculas de auga xurdan forzas de atracción que as manteñen unidas mediante **enlaces** ou **pontes de hidróxeno** (Fig. 1.7).

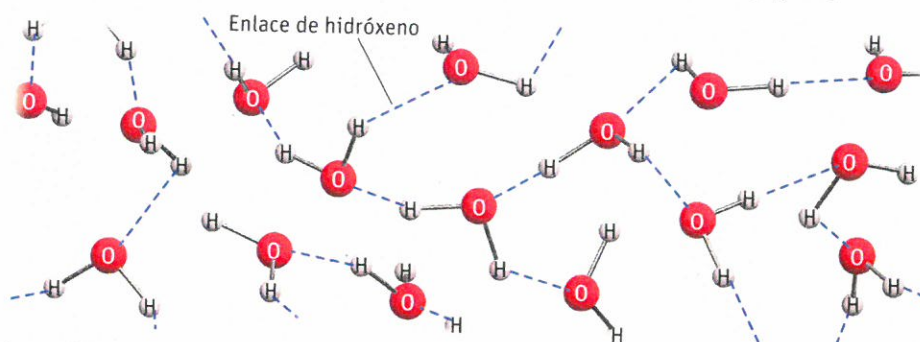


Figura 1.7. Formación de enlaces de hidróxeno.

2.2. Importancia da auga para a vida

A auga posúe propiedades das que derivan importantes funcións para os seres vivos. De entre elas destacamos as seguintes:

- **É o principal disolvente biolóxico.** A auga facilita a disociación de compostos iónicos e a súa disolución. Tamén, por medio da formación de enlaces de hidróxeno, provoca a dispersión e disolución doutras substancias polares. Esta característica permítelle actuar como medio de transporte para moitas moléculas.
- **Ten elevada calor específica.** O elevado número de enlaces de hidróxeno que se establecen entre as moléculas de auga fai que sexa necesaria gran cantidade de enerxía para elevar a súa temperatura. Por tanto, a auga é un excelente almacén de enerxía térmica e amortecedor dos cambios de temperatura.
- **Alcanza a súa densidade máxima** (1 g/cm^3) en estado líquido, a 4°C . Por iso, o xeo flota sobre a auga e evita así a conxelación das zonas profundas de mares e lagos, o que permite o desenvolvemento de vida baixo a superficie conxelada.

Na Web

Observa como a auga dissolve o sal común.

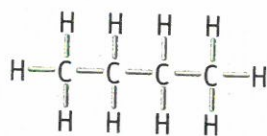
www.e-sm.net/svbg1bach01_02

ARGUMENTAR

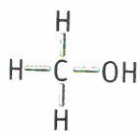
8. Disolvente universal?

A vida depende da auga, basicamente, polo seu poder solvente; pode disolver máis substancias ca calquera outra molécula.

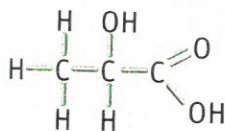
Calquera destas tres moléculas pode encontrarse nun ser vivo:



Butano



Etanol



Ácido láctico

- Poden estas moléculas formar enlaces de hidróxeno coa auga? Cantos? Xustifica a túa resposta.
- Algunha destas moléculas é insoluble en auga?

ACTIVIDADES

- Pon algún exemplo no que se mostre a relación que existe entre a actividade dun tecido, unha célula ou un organismo e a cantidade de auga que contén.

B Os sales minerais

As lágrimas, a urina e o sangue son salgados. A elevada capacidade disolvente da auga para as substancias iónicas fai que estes compostos se encontren con frecuencia disolvidos tanto nos líquidos corporais coma no interior das células, aínda que mēn poden atoparse en forma precipitada (sólida).

Os **sales precipitados** teñen **función estrutural**. Dan consistencia aos ósos, ás cunchas dos moluscos e crustáceos e á casca dos ovos.

Os **sales disolvidos** en auga orixinan aniões (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , HCO_3^-) e catións (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) con importantes **funcións reguladoras**. Algúns interveñen en funcións específicas, como a contracción muscular ou a transmisión do impulso nervioso; outros realizan funcións máis xerais, como amortecer os cambios de pH ou controlar a entrada e saída de auga das células mediante a osmose.

1. Que é a osmose?

Se dúas disolucións de distinta concentración se manteñen separadas por unha **membrana semipermeable**, é dicir, que só deixa pasar moléculas de auga, esta pasará da solución máis diluída (hipotónica) á máis concentrada (hipertónica), co que ambas concentracións tenderán a igualarse (isotónicas) (Fig. 1.8).

Este proceso denomínase **osmose**, e a presión necesaria para contrarrestar o paso da auga, **presión osmótica**. A osmose é responsable de procesos como a absorción da auga polas raíces ou a formación da urina.

• Na Web
Comproba como funciona a osmose.
• www.e-sm.net/svbg1bach01_03

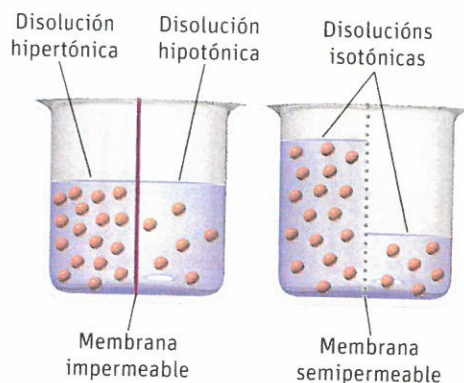


Figura 1.8. A osmose prodúcese cando a membrana é semipermeable.

A CIENCIA E OS SEUS MÉTODOS

Como interpretar fenómenos osmóticos

Eliminamos a casca* de dous ovos crus de aproximadamente a mesma masa e pesámoslos. A continuación, somerxemos un deles nun recipiente con 200 cm³ de auga destilada e o outro en 200 cm³ dunha disolución saturada de sal. Pasadas 24 horas extraemos os ovos, secámoslos e anotamos a súa masa e o volume de líquido que quedou nos respectivos recipientes.

1.º **Emitimos unha hipótese** sobre o que cremos que sucederá tras cada unha das experiencias. “Se a disolución do interior do ovo e a do medio que o rodea teñen diferente concentración e a membrana do ovo é semipermeable, a auga desprazarase en ambos os casos desde a disolución máis diluída á máis concentrada”.

2.º **Observamos** que sucedeu en cada caso. O resultado da experiencia aparece nesta táboa:

3.º **Analizamos os resultados**. Coinciden as observacións coa hipótese? “O ovo somerxido en auga destilada aumentou de peso. Este aumento garda relación coa diminución do volume da auga do recipiente. En cambio, o ovo somerxido en auga salgada perdeu peso e o volume da auga do recipiente aumentou”.

4.º **Facemos predicións**

- Que sucedería se estas experiencias se realizasen sen eliminar a casca do ovo?
- Que sucedería se realizásemos estas experiencias cun glóbulo vermello? E cunha célula vexetal?

* A casca do ovo está constituída, aproximadamente, nun 95% por carbonato de calcio. Para eliminala somérxense os ovos en vinagre (disolución acuosa de ácido acético) durante 48 horas. Antes de iniciar a experiencia, enxáuganse e sécanse os ovos con coidado.

	En auga destilada		En auga salgada	
	Peso do ovo (g)	Volume de auga (cm ³)	Peso do ovo (g)	Volume de auga (cm ³)
Inicio	75	200	75	200
Ás 24 h	110	155	60	210

ACTIVIDADES

- Que sucede se dúas disolucións de diferente concentración se encontran separadas por unha membrana permeable? Que nome recibe este fenómeno?
- Que sucede se unha membrana semipermeable separa dúas disolucións isotónicas?

Os glúcidos

Os anuncios das bebidas para deportistas suxiren que os hidratos de carbono ou glúcidos que conteñen son garantía de máxima actividade (“Dannos enerxía!”); e sen enerxía non hai vida. E é certo, os glúcidos proporcionan enerxía ás células e tamén poden almacenala, aínda que esta non é a súa única función.

O termo **glúcido** provén do grego *glycýs*, que significa ‘doce’; aínda que non todos os glúcidos son doces. A súa fórmula xeral $(CH_2O)_n$ mostra que o hidróxeno (H) e o osíxeno (Ou) se encontran na mesma proporción ca na auga, por iso tamén se coñecen como **hidratos de carbono**, aínda que iso non significa que sexan compostos hidratados. Podemos clasificar este tipo de biomoléculas en tres grupos:

4.1. Monosacáridos

Son os glúcidos máis simples. Os monosacáridos de maior importancia biolóxica están formados por cadeas de 4, 5 ou 6 átomos de carbono e denomínanse, respectivamente, tetrasas, pentosas e hexosas. As pentosas, como a **ribosa** e a **desoxirribosa**, e as hexosas, como a **glucosa** e a **frutosa**, forman moléculas cíclicas.

A glucosa é o azucre máis utilizado polas células como fonte de **enerxía**. A ribosa e a desoxirribosa forman as moléculas dos ácidos nucleicos.

4.2. Oligosacáridos

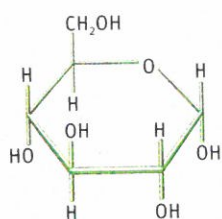
Fórmanse pola unión de monosacáridos mediante un enlace covalente, denominado **enlace glicosídico**, con liberación dunha molécula de auga. Os oligosacáridos formados por dous monosacáridos denomínanse **disacáridos**, como a **maltosa** (azucre de malta), a **lactosa** (azucre da leite) e a **sacarosa** (azucre de cana).

Os oligosacáridos forman unha cuberta sobre a membrana das células que funciona como un código de barras para a súa identificación. Algúns disacáridos almacenan e proporcionan **enerxía**.

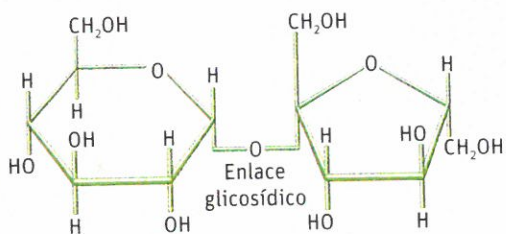
4.3. Polisacáridos

Os polisacáridos son macromoléculas, é dicir, **polímeros** construídos por moléculas máis pequenas, chamadas **monómeros**. Neste caso, os monómeros son monosacáridos (xeralmente glucosa) unidos por enlaces glicosídicos. Non son doces e as súas macromoléculas poden ser lineais ou ramificadas:

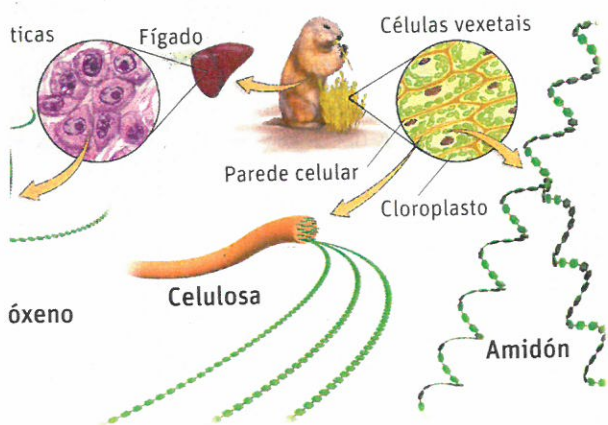
- Lineais, como a **celulosa** e a **quitina**. A celulosa é o compoñente **estrutural** esencial da parede das células vexetais, e a quitina realiza unha función similar nos fungos e conforma o exoesqueleto dos artrópodos.
- Ramificadas, como o **amidón** e o **glicóxeno**. O amidón é a principal reserva de azucres nas plantas, e o glicóxeno, nos animais. Ambos almacenan e proporcionan **enerxía**.



As froitas conteñen hexosas como a glucosa.



A cana de azucre almacena sacarosa.



1. Polisacáridos.

ACTIVIDADES

12. Que grupos funcionais identificas nunha molécula de glucosa?

13. Poden as células dos nosos músculos ou do fígado almacenar glucosa en vez de glicóxeno? Por que?

5 Os lípidos

Os lípidos caracterízanse pola súa baixa ou nula polaridade, polo que son insolubles en auga. Este feito e a gran cantidade de enerxía que libera a súa oxidación fanos excelentes reservas enerxéticas. Entre eles hai unha gran diversidade de compostos de enorme importancia para a vida.

Moitos lípidos conteñen na súa molécula **ácidos graxos**, que son ácidos orgánicos cun grupo funcional **carboxilo** unido a unha longa cadea hidrocarbonada. Os ácidos graxos son **saturados**, se non levan dobres enlaces, ou **insaturados**, se os levan.

5.1. Graxas

Son un tipo de lípidos formados pola unión dun trialcohol, o glicerol ou glicerina, a unha, dúas ou tres moléculas de ácidos graxos mediante enlaces covalentes de tipo **éster**.

Segundo a natureza dos seus ácidos graxos, as graxas poden ser saturadas ou insaturadas:

- **Saturadas.** Abundan nos animais e adoitan ser sólidas a temperatura ambiente.
- **Insaturadas.** Son os aceites vexetais, líquidos a temperatura ambiente.

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

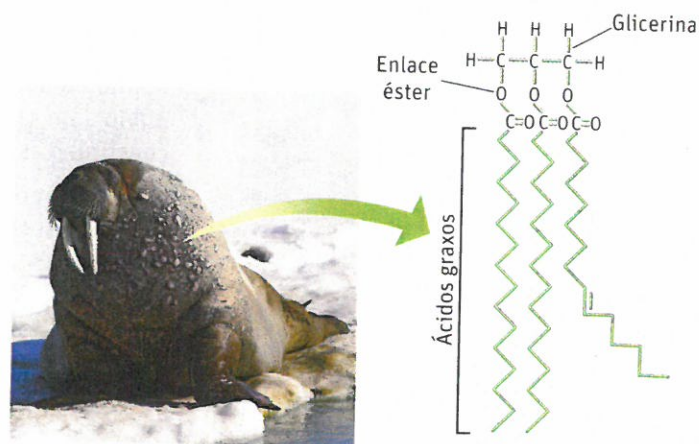


Figura 1.12. As graxas son reservas enerxéticas e illantes térmicos.

5.2. Fosfolípidos

Os fosfolípidos están formados por unha molécula de alcohol, por exemplo a glicerina unida, por unha banda, a un grupo fosfato e, por outra, a ácidos graxos.

Son moléculas cunha **estrutura bipolar** na que un dos extremos é apolar (hidrófobo) e o outro, polar (hidrófilo).

Nun medio acuoso, os fosfolípidos asóciase unindo as súas partes apolares e expoñendo ao medio o extremo polar.

Grazas a esta propiedade, os fosfolípidos constitúen a base **estrutural** das membranas celulares.

5.3. Esteroides

Os esteroides son derivados dunha estrutura complexa formada por catro aneis hidrocarbonados, o ciclopentano perhidrofenantreno.

Son enlaces éster:

- O **colesterol**, que forma parte das membranas celulares e lles proporciona estabilidade.
- A **vitamina D**, que regula a absorción de calcio para a formación dos ósos.
- Diversas hormonas, como as sexuais, que teñen función **reguladora**.

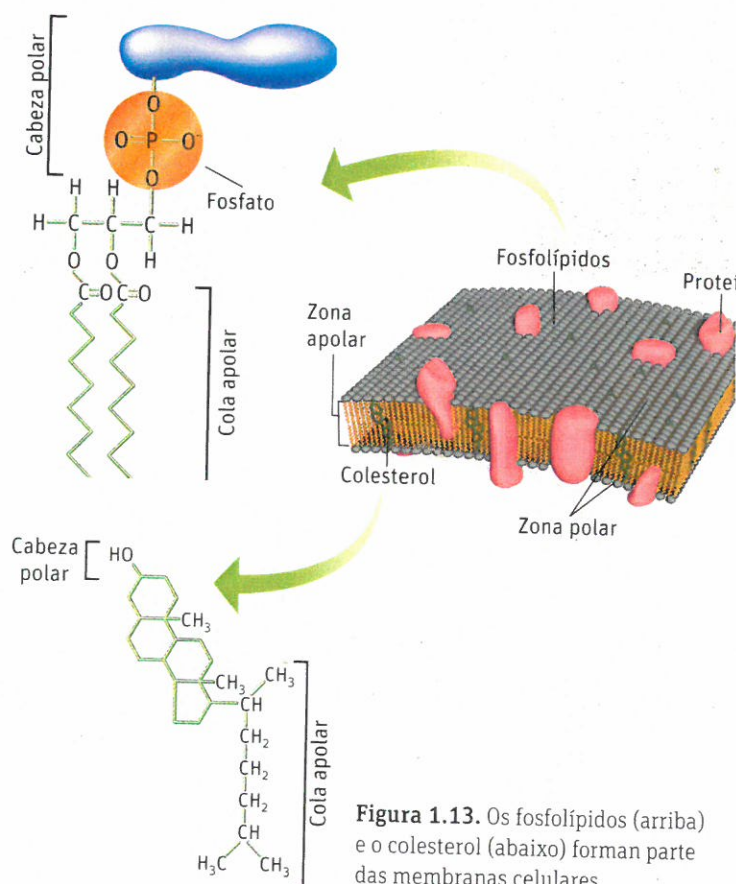


Figura 1.13. Os fosfolípidos (arriba) e o colesterol (abaixo) forman parte das membranas celulares.

ACTIVIDADES

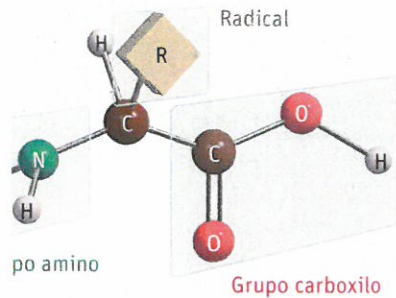
14. Son lípidos todas as graxas? Son graxas todos os lípidos?
15. Que funcións desempeñan os lípidos?

• Na Web

Uns lípidos similares ás graxas, pero máis consistentes, son as ceras.

• www.e-sm.net/svbg1bach01_04

As proteínas



1.14. Aminoácido

Nos organismos, as **proteínas** (coñecidas como “moléculas obreiras”) desempeñan variadas e importantes funcións: transportan o osíxeno polo sangue, deféndennos de axentes patóxenos, constrúen a tenue pero resistente tea dunha araña... A pesar da súa diversidade funcional, todas as proteínas teñen unha composición básica común: son polímeros formados pola unión, mediante **enlaces peptídicos**, de gran número de monómeros denominados **aminoácidos** (Fig. 1.14).

6.1. Aminoácidos e enlace peptídico

Os aminoácidos son compostos orgánicos que posúen un **grupo amino** e outro **carboxilo** unidos a un átomo de carbono chamado alfa (α). Este carbono está, ademais, unido a un radical (R) característico de cada un dos 20 aminoácidos diferentes que constitúen as proteínas.

O enlace peptídico fórmase ao unirse o grupo carboxilo dun aminoácido co grupo amino do seguinte e liberarse unha molécula de auga (Fig. 1.15).

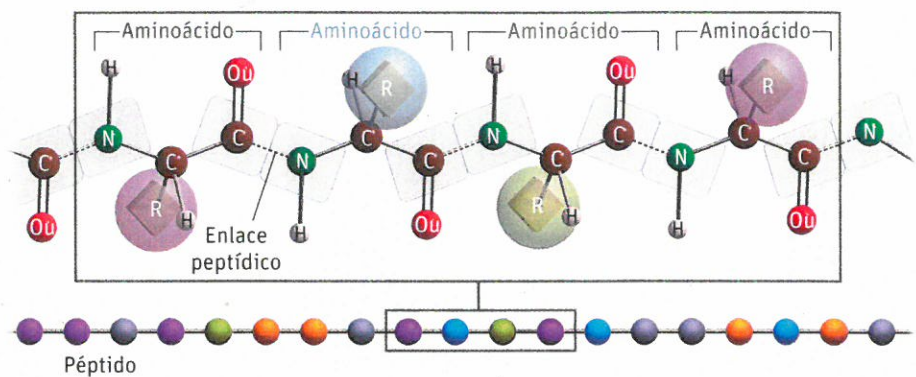


Figura 1.15. Enlaces peptídicos e formación dun péptido.

Unha cadea curta de aminoácidos é un **péptido**; un **polipéptido** ou cadea polipeptídica pode conter centos de aminoácidos; unha **proteína** está formada por unha ou unhas poucas cadeas polipeptídicas.

6.2. Como son as proteínas?

En condicións biolóxicas, cada proteína **dóbrase** e adquire unha **estrutura tridimensional** característica da cal depende a súa función (Fig. 1.16). A forma en que se dobra unha proteína depende da súa particular secuencia de aminoácidos e mantense estable grazas a débiles enlaces entre grupos de átomos da cadea.

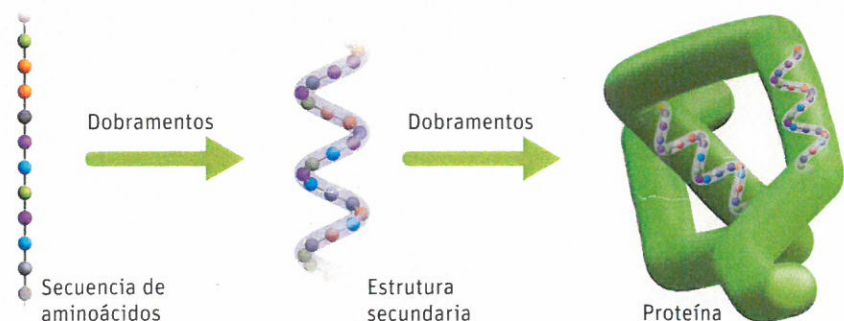


Figura 1.16. Da secuencia de aminoácidos á estrutura funcional dunha proteína.

A **desnaturalización** dunha proteína é a perda da súa estrutura tridimensional e, como consecuencia, da súas propiedades e da súa función. Os factores que poden causar esta desnaturalización son un aumento de temperatura, cambios no pH ou na concentración salina. Dependendo de como se produciu a desnaturalización, cando as condicións se restablecen, o proceso pode reverter.

• como se forma o enlace peptídico.

w.e-sm.net/svbg1bach01_05 •

elmedixital.com **OBSERVA**
es coñecer como se produce a
naturalización das proteínas.

IVIDADES

Se se quenta, se bate ou se engade limón a unha clara de ovo, esta coagúlase. A que se debe este cambio?

Xustifica a seguinte afirmación: “A proteína do pelo pódese desnaturalizar de forma reversible coa calor, e de forma irreversible con algúns produtos químicos”.

6.3. Importancia das proteínas para a vida

Nun ser vivo hai miles de proteínas diferentes, e cada unha delas realiza unha función particular. As principais funcións son as seguintes:

- **Defensa.** Como os **anticorpos**, que son fabricados polos glóbulos brancos para neutralizar os microorganismos causantes de enfermidades.
- **Movemento.** Como a **actina** e a **miosina** que forman filamentos que se desprazan uns sobre outros e producen a contracción muscular.
- **Transporte.** Como a **hemoglobina**, que transporta o osíxeno polo sangue, ou as **lipoproteínas** do plasma que transportan o colesterol.
- **Estrutura.** Como o **coláxeno**, que forma fibras que dan resistencia e elasticidade a ósos e cartilaxes, ou a **queratina**, constituínte das uñas e o pelo.
- **Regulación.** Como a **hormona do crecemento** ou a **insulina**, que levan mensaxes ás células para modificar a súa actividade.
- **Catálise.** Como a **lactase**, que rompe o disacárido lactosa nos seus compoñentes: glicosa e galactosa. As proteínas que funcionan como biocatalizadores, acelerando as reaccións químicas nos organismos, son as **enzimas**.

► As enzimas

As enzimas actúan uníndose de forma transitoria a un reactivo específico, que se denomina **substrato**, catalizando a súa transformación nun ou máis produtos (Fig. 1.18).

O substrato únese a unha zona particular (oco) da enzima, denominada **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 outra molécula de substrato.

As enzimas noméanse engadindo o sufixo **-ase** ao nome do substrato sobre o que actúan ou ao tipo de reacción que catalizan; por exemplo, a enzima que hidroliza a sacarosa en frutosa e glicosa denomínase sacarase.



Figura 1.17. Plumas, peteiros, garras, cornos, pezuños, pelo, escamas... son estruturas formadas por queratina.

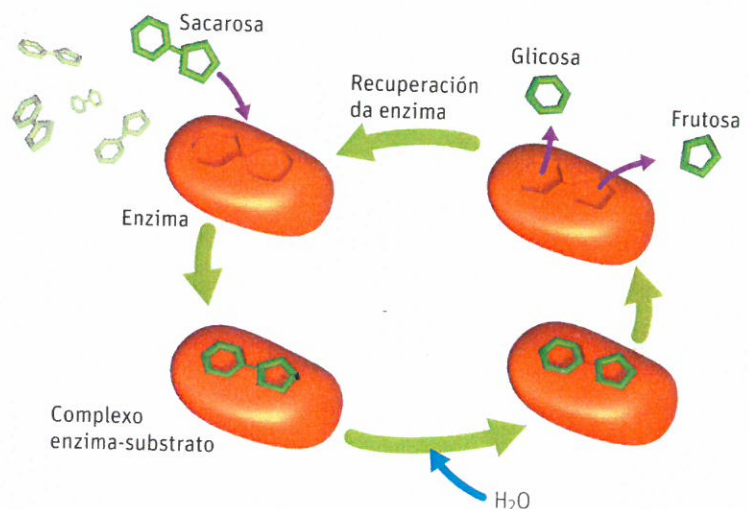
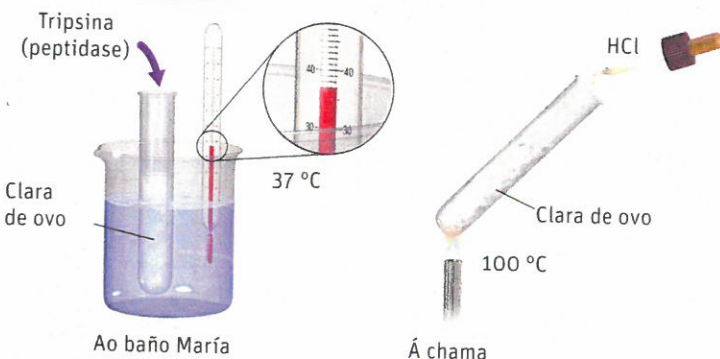


Figura 1.18. Modelo de actuación das enzimas.

EXPERIMENTAR



18. Con enzima e sen enzima

A hidrólise da albumina, unha proteína da clara de ovo, pode facerse no laboratorio de dúas formas diferentes, tal e como se aprecia na experiencia ilustrada á esquerda.

- Que enlaces rompen durante a hidrólise dunha proteína? Que compostos se obteñen como resultado da hidrólise?
- Utiliza este exemplo para explicar a importancia biolóxica das enzimas.

ACTIVIDADES

- Identifica as moléculas de substrato e os produtos no modelo de actuación das enzimas (Fig. 1.18).
- Que tipo de biomolécula é a peptidase? Razoa a túa resposta.

7 Os ácidos nucleicos

A información que se copia

Os científicos que investigan a orixe da vida están de acordo en que esta non puido botar a andar sen unha molécula capaz de conter información e de facer copias de si mesma, pero cal era esa molécula?

Ata mediados do século XX, as dúas moléculas candidatas a ocupar ese privilexiado posto eran dúas: os ácidos nucleicos e as proteínas.

En 1952, os biólogos estadounidenses Alfred Hershey e Martha Chasis realizaron un experimento que disipou definitivamente a dúbida: o ADN era o soporte físico da herdanza.

Experimento de Hershey e Chasis.

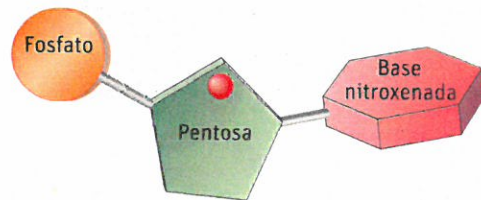
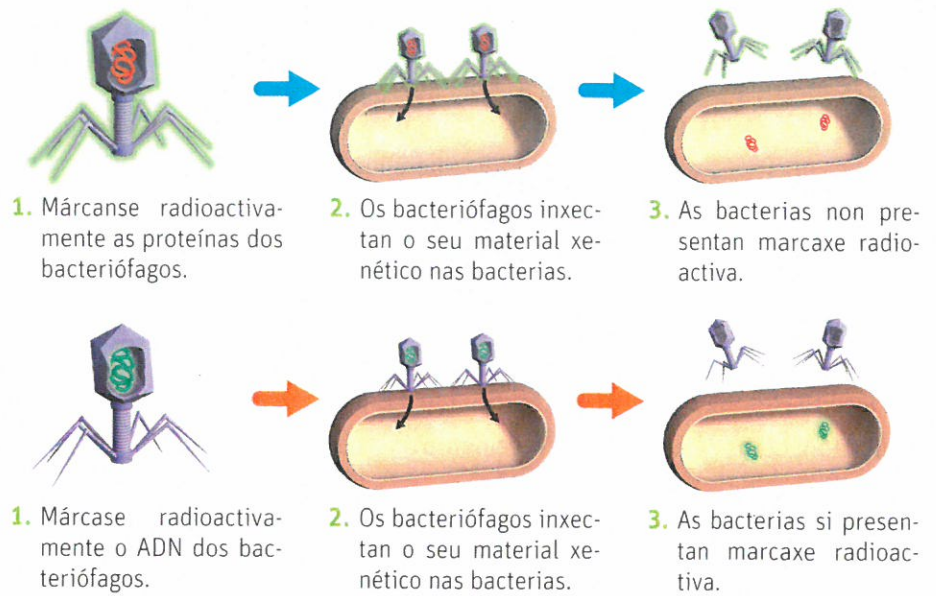


Figura 1.19. Nucleótido

Os ácidos nucleicos son polímeros cuxas subunidades se denominan **nucleótidos**. Os nucleótidos son compostos orgánicos formados pola unión de tres elementos (Fig. 1.19):

- **Unha pentosa.** Pode ser a ribosa ou a desoxirribosa.
- **Un grupo fosfato.**
- **Unha base nitroxenada.** Hai dous tipos de bases nitroxenadas: as bases **pirimidínicas**, que son a **citosa** (C), a **timina** (T) e o **uracilo** (U), e as bases **purínicas**, que son a **adenina** (A) e a **guanina** (G).

Os ácidos nucleicos son **polinucleótidos**, formados pola unión de nucleótidos mediante enlaces covalentes de tipo fosfodiéster a través dos seus grupos fosfato (Fig. 1.20). Cada polinucleótido caracterízase por unha secuencia particular de bases nitroxenadas.

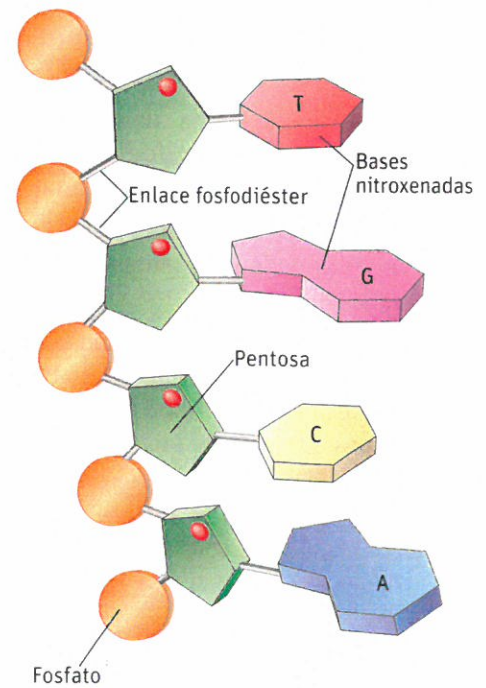


Figura 1.20. Estrutura dun polinucleótido.

7.1. Tipos de ácidos nucleicos

Hai dous tipos de ácidos nucleicos: o **ADN**, ou ácido desoxirribonucleico, e o **ARN**, ou ácido ribonucleico.

- **O ADN.** Atópase no núcleo e forma parte dos cromosomas, aínda que tamén se presenta en pequenas cantidades nalgúns orgánulos celulares como os cloroplastos e as mitocondrias. Como pentosa, o ADN contén sempre a desoxirribosa, e as súas bases nitroxenadas son a citosina, a timina, a adenina e a guanina.
- **O ARN.** Localízase no núcleo e no citoplasma celular. Existen diferentes tipos de ARN: o ARN mensaxeiro (ARN-m), o ARN ribosómico (ARN-r) e o ARN de transferencia ou soluble (ARN-t). Todos os ARN teñen como pentosa a ribosa, e as súas bases nitroxenadas son a citosina, o uracilo, a adenina e a guanina.

7.2. Estrutura e función do ADN

A estrutura da molécula de ADN foi proposta en 1953 polos científicos James Watson e Francis Crick, e coñécese como modelo da dobre hélice (Fig. 1.21). Segundo este modelo, o ADN presenta as seguintes características:

- Consiste en **dúas cadeas helicoidais de polinucleótidos** enroladas ao longo dun eixe imaxinario común. As dúas cadeas son **antiparalelas**, é dicir, dispóñense paralelas e en sentidos opostos.
- As bases nitroxenadas diríxense cara ao interior da dobre hélice, mentres que as pentosas e os grupos fosfato forman o esqueleto externo. A estrutura mantense estable grazas aos enlaces de hidróxeno que se forman entre os pares de **bases nitroxenadas complementarias** (Fig. 1.22).

O ADN é o **portador da información hereditaria**:

- A información contida no ADN está **codificada** en forma de secuencias de bases. Se a secuencia cambia, a información do ADN tamén o fai.
- O ADN ten capacidade para **replicarse** ou **duplicarse**. A duplicación do ADN permite que a súa información se herde.
- A célula utiliza a información contida no ADN para **elaborar as súas propias proteínas**, como as enzimas, responsables do seu funcionamento. Para iso necesita da participación dos ARN.

→ Desnaturalización ADN.

7.3. Estrutura e función dos ARN

As moléculas de ARN adoitan estar formadas por **unha soa cadea de nucleótidos**.

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.

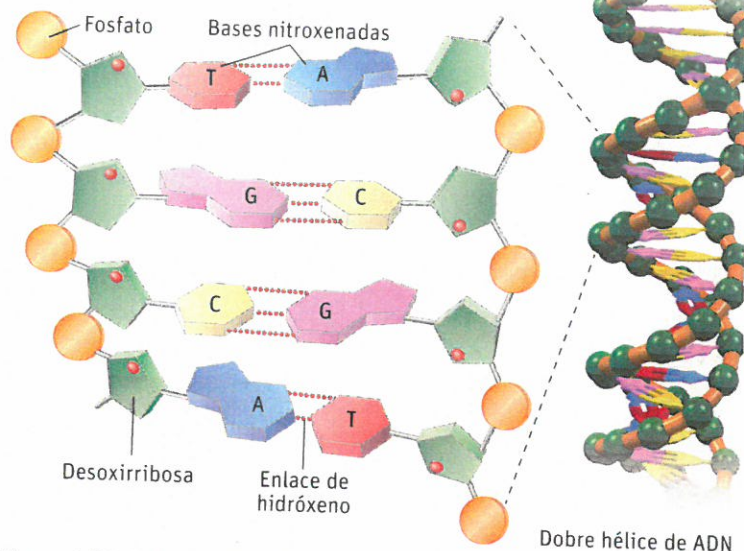


Figura 1.21. Estrutura do ADN.

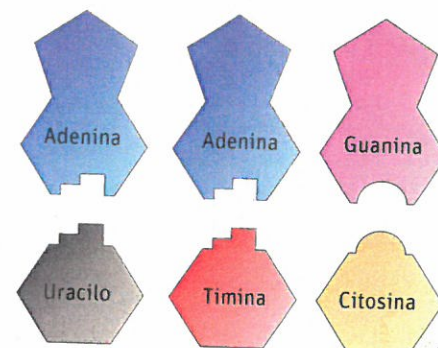


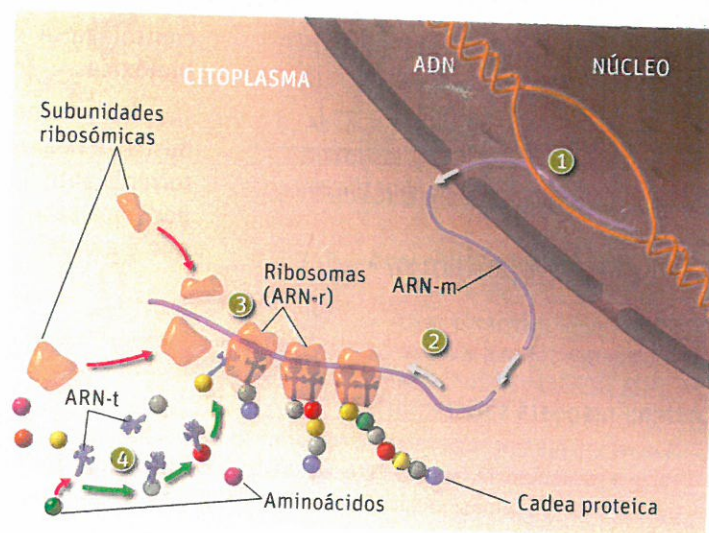
Figura 1.22. Complementariedade das bases nitroxenadas.

OS ÁCIDOS NUCLEICOS NA SÍNTESE PROTEICA

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 tradúcense 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.



ACTIVIDADES

21. Constrúe unha táboa para comparar os dous tipos de ácidos nucleicos. A comparación debe incluír diferenzas respecto a composición química, estrutura e función.

• Na Web

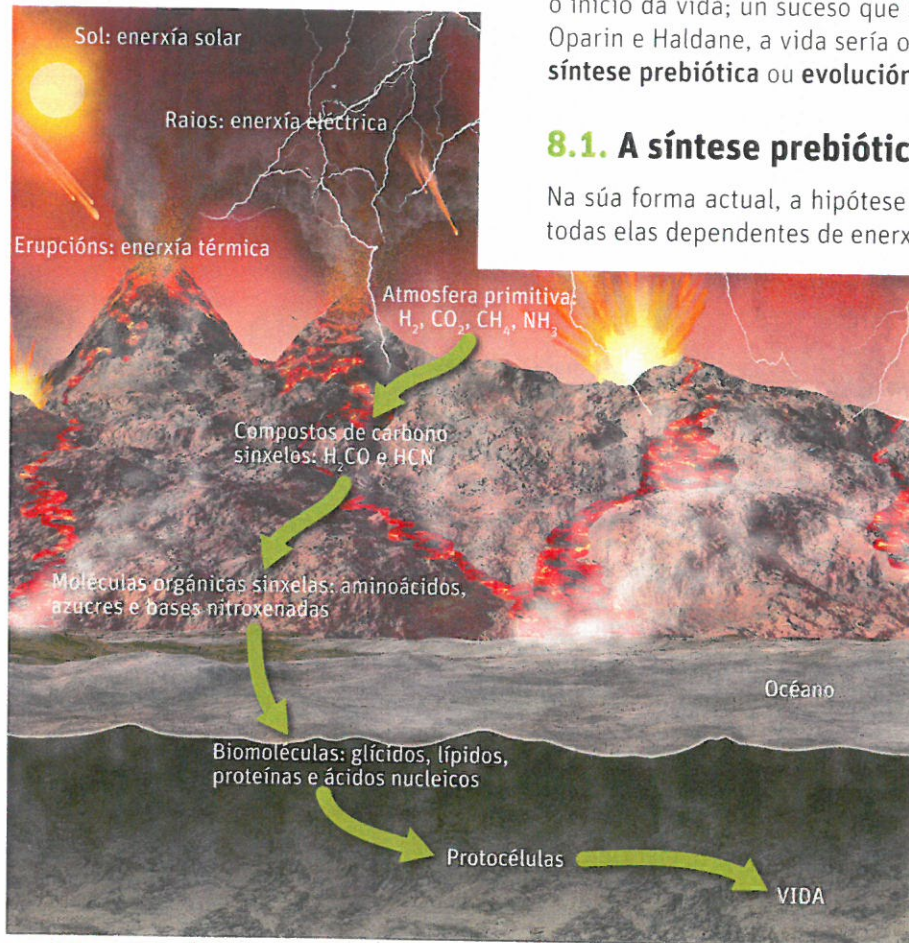
Observa este vídeo sobre a tradución e a síntese de proteínas.

• www.e-sm.net/svbg1bach01_06

Na década de 1920, o bioquímico ruso **Alexander I. Oparin** e o xenetista británico **J. B. S. Haldane** idearon, de forma independente, unha revolucionaria proposta sobre o inicio da vida; un suceso que só ocorrería unha vez na historia da Terra. Segundo Oparin e Haldane, a vida sería o resultado dun proceso gradual que se coñece como **síntese prebiótica** ou **evolución química**.

8.1. A síntese prebiótica

Na súa forma actual, a hipótese de Oparin e Haldane pódese dividir en catro fases, todas elas dependentes de enerxía (Fig. 1.23):



gura 1.23. Recreación da orixe da vida segundo hipótese de Oparin-Haldane.

1.^a A evolución química iniciouse a partir de moléculas inorgánicas (H_2 , CO_2 , CH_4 e NH_3) presentes na redutora atmosfera primitiva, na que estaba ausente o O_2 . Expostas á radiación solar, estas substancias produciron sinxeles moléculas orgánicas, como o formaldehído (H_2CO) e o cianuro de hidróxeno (HCN).

2.^a Activados pola calor desprendida nas erupcións volcánicas, o H_2CO , o HCN e outros compostos orgánicos simples reaccionaron entre si para formar aminoácidos, azúcre e bases nitrogenadas. Estes “ladrillos” básicos para construír a vida acumuláronse nas augas dos océanos formando o chamado **caldo primitivo**, ou **sopa prebiótica**.

3.^a As moléculas “ladrillo” úníronse para formar as grandes moléculas presentes nos organismos: glícidos, proteínas, ácidos nucleicos...

4.^a Unha desas moléculas grandes e complexas adquiriu a capacidade de copiarse a si mesma. Segundo esta hipótese, a vida comezou cando esta **molécula autorreplicante** empezou a multiplicarse mediante procesos químicos que ela mesma controlaba. A partir dese momento, a evolución química pasou a ser **evolución biolóxica**.

Que tipo de molécula sería a que iniciou a vida? Investigadores de todo o mundo buscan a resposta e traballan nos seus laboratorios para fabricar unha molécula autorreplicante que abra as portas á creación de vida nun tubo de ensaio. Pero como podemos saber cando unha molécula se transforma en vida? ou, dito doutro xeito, **que é a vida?**

a Web

Como empezou a vida? Estamos cerca de crear a sintética?

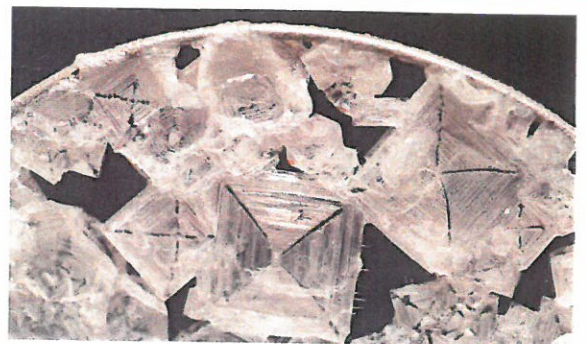
www.e-sm.net/svbg1bach01_07

CONCLUIR

12. Unha resposta satisfactoria?

Nun recipiente con auga salgada, conforme se evapora a auga, “nacen” cristais de sal que aumentan de tamaño, “crecen”. Dalgún destes cristais saen outros pequenos, a modo de xemias; incluso, en ocasións, algún cristal parte en dous e “reproduce” novos cristais. Pero basta con engadir máis auga ao recipiente para que os cristais desaparezan, “morran”.

- Nacen, crecen, reproducense e morren os cristais de sal?
- É un cristal de sal un ser vivo? Por que?
- Que características debe ter un ser vivo?



Cristais de sal crecendo nunha disolución.

2. Que é a vida?

da que non hai unha definición que precise que é a vida, a maioría dos biólogos alían tres atributos para diferenciar a vida da "non vida":

reproducción. A materia viva ten a capacidade de autorreplicarse, é dicir de orixinar copias de si mesma. Este proceso leva asociados ao aumento do número de individuos dous fenómenos aparentemente contraditorios: a **herdanza**, que mantén as características dunha xeración á seguinte, e a **variación** ou aparición de diferenzas nos descendentes. A interacción entre estes dous fenómenos é a base da **evolución biolóxica**.

metabolismo. Os seres vivos incorporan materia e enerxía do medio que os rodea e utilízanos para construír os seus propios compoñentes e manter as condicións apropiadas para seguir con vida, é dicir, para o seu **automantemento**. Nos organismos actuais, o conxunto de reaccións químicas que constitúe o metabolismo está controlado con precisión no interior de cada célula.

separación física do medio. As enzimas, os substratos sobre os que actúan e todas as moléculas necesarias para a vida están contidos nun recipiente, a **célula**, que se encontra delimitada por unha membrana.

3. O mundo de ARN

Os seres vivos actuais, a molécula con capacidade de replicación é o ADN. Como o proceso bioquímico, replicar o ADN necesita de enzimas (proteínas); pero para fabricar proteínas é imprescindible a información do ADN. Daquela, que sucedeu antes, a replicación ou o metabolismo? E sobre todo, que molécula foi a primeira responsable de desempeñar ambas as funcións: replicativa e enzimática?

Actualmente, a hipótese máis aceptada é a do **mundo de ARN**, proposta tras o descubrimento da capacidade catalizadora dalgunhas moléculas de ARN.

• Na Web

Investigadores do CSIC responden a pregunta: que é a vida?

• www.e-sm.net/svbg1bach01_08

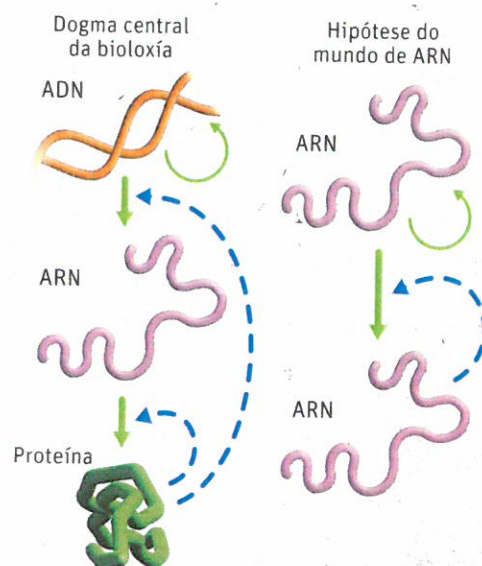
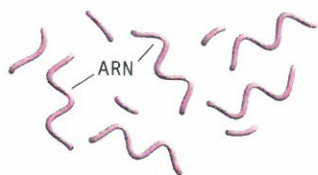
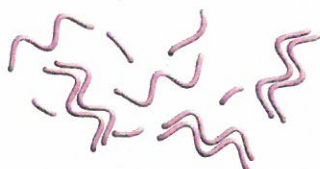


Figura 1.24. No mundo de ARN, esta molécula desempeñaba as funcións que agora realizan o ADN e as proteínas.

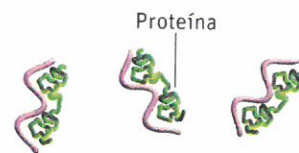
A HIPÓTESE DO MUNDO DE ARN



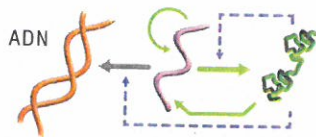
1. A ribosa e outros compostos orgánicos forman ARN.



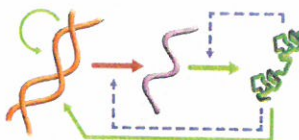
2. As moléculas de ARN "aprenden" a autocopiar-se.



3. As moléculas de ARN "aprenden" a sintetizar proteínas, con capacidade catalizadora.



4. As proteínas "axudan" ao ARN a copiarse, a sintetizar proteínas e a crear a súa versión bicatenaria, que evolucionará cara a ADN.



5. O ADN dirixe o proceso: sèrvese do ARN para sintetizar proteínas, que axudan ao ADN a replicarse e pasar a súa información ao ARN.

lo estaba preparado para o nacemento de **LUCA** (*Last Universal Common Ancestor*); hipotético organismo do cal descendemos todos os seres vivos.

ACTIVIDADES

3. Cal é a diferenza esencial entre a atmosfera primitiva e a actual? Que importancia puido ter esta diferenza para a orixe da vida?

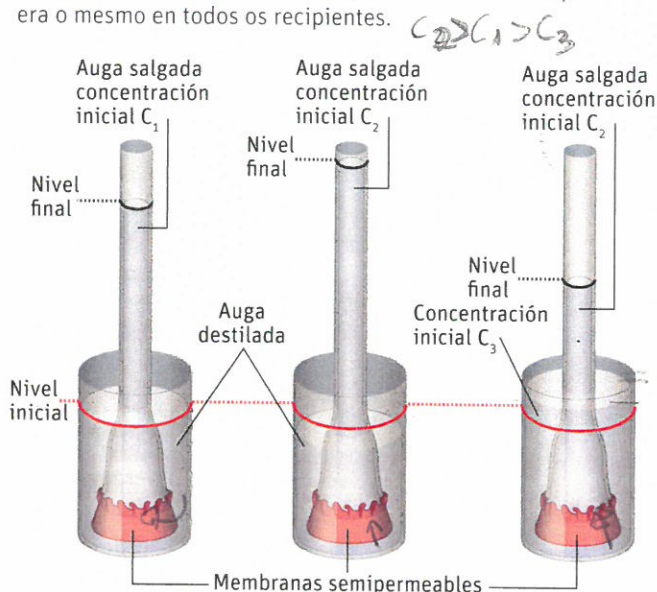
4. Que cres que foi antes, a reprodución ou o metabolismo? Por que?

Aplicación e relación

6. Copia no teu caderno e completa o seguinte cadro coas principais funcións biolóxicas das biomoléculas orgánicas. Ilustra cada función cun exemplo concreto.

Biomoléculas	Principais funcións	Exemplos
Glúcidos	...	...
Lípidos	...	...
Proteínas	...	...
Ácidos nucleicos	...	...

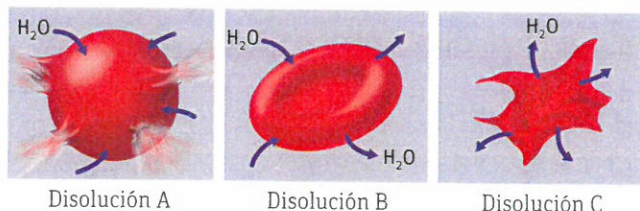
7. Nunha experiencia realizada para estudar os intercambios entre dous medios de diferente concentración separados por unha membrana semipermeable, obtivéronse os resultados que se mostran na imaxe. O nivel do líquido ao inicio da experiencia era o mesmo en todos os recipientes.



- a) Á vista dos resultados, ordena, de maior a menor, as concentracións das diferentes disolucións utilizadas.
b) Que nome recibe a presión responsable dos cambios de nivel do líquido?

8. A ilustración mostra os fenómenos osmóticos observables nunha célula animal, un eritrocito, colocada en tres disolucións de diferente concentración:

- a) En cal dos tres casos o medio é hipertónico con respecto ao interior celular? Por que?
b) En cal dos tres casos a célula está "turrescente"?



9. Indica a que tipo de biomoléculas pertence e cal é a importancia biolóxica de cada unha das seguintes substancias: ribosa, glicóxeno, fosfolípido, aceite, queratina, anticorpo e ADN.

30. A proba de Fehling utilízase para detectar a presenza de monosacáridos, como a glicosa. Se realizas esta proba nunha disolución de sacarosa, o resultado será negativo. Porén, se a repites despois de hidrolizar a sacarosa, o resultado será positivo.

- a) Cres que existe algunha diferenza entre disolver e hidrolizar a sacarosa? Xustifica a túa resposta.
b) Por que o resultado da proba foi positivo tras a hidrólise da sacarosa?
c) De que forma podemos hidrolizar a sacarosa?

31. Nun tubo de ensaio colócase aceite e auga. O aceite non é soluble en auga e debido á súa menor densidade dispónse na parte superior do tubo.

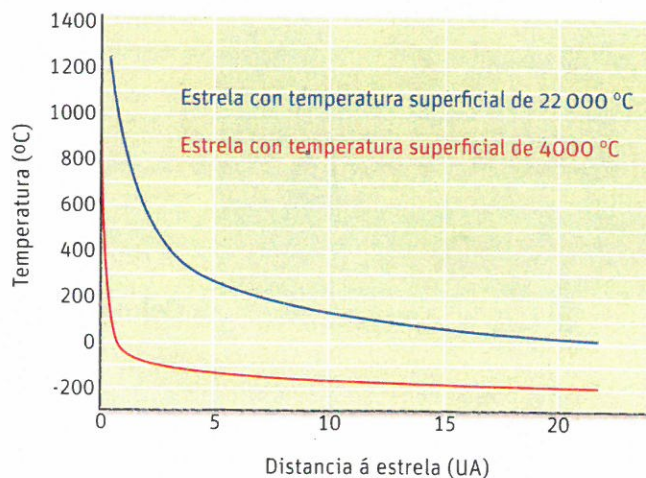
Se axitamos o tubo, logramos unha emulsión, pero en repouso aceite e auga sepáranse de novo. Se engadimos ao tubo unhas gotas de xabón, a emulsión faise máis estable.

- a) Que diferenza hai entre unha disolución e unha emulsión?
b) O xabón é unha molécula bipolar. Que caracteriza unha molécula bipolar? Cita outras moléculas bipolares.
c) smCeledixital.com **APLICA** Explica como o xabón consegue estabilizar a emulsión.

32. Nomea os compoñentes básicos que se obterán da hidrólise destas substancias: sacarosa, amidón, unha graxa, un péptido e un ácido nucleico. Indica, en cada caso, o tipo de enlace covalente que se hidroliza.

33. Para considerar un planeta candidato a manter algunha forma de vida debe posuír auga en estado líquido, é dicir, a distancia á que se encontre da súa estrela débelle permitir ter unha temperatura de entre 0 °C e 100 °C. Esta distancia crítica, que varía segundo o tipo de estrela, determina o que se define como "zona de habitabilidade da estrela". Ademais, a masa do planeta ha de ser suficiente para impedir que a auga escape.

- a) <<Sinala na gráfica a zona de habitabilidade correspondente ás dúas estrelas para as que se construíron as seguintes gráficas:



- b) Cres que a presenza dun planeta nesta zona determina necesariamente a existencia de vida na súa superficie? Xustifica a túa resposta.

Experimento de Miller-Urey

As rochas sedimentarias máis antigas que coñecemos son de hai uns 3800 Ma, e xa mostran indicios de actividade biolóxica. Así pois, non podemos recorrer á xeoloxía para obter un rexistro directo das orixes da vida. A alternativa é deseñar experimentos de laboratorio para demostrar as hipóteses propostas ou elaborar outras.

É precisamente o que fixo en 1952 Stanley Miller, un estudante universidade-diplomado, mentres traballaba no laboratorio do premio Nobel de química Harold Urey, na Universidade de Chicago. Miller recreou no laboratorio o que Darwin e Haldane imaxinaron trinta anos atrás.

Simulación experimental de Miller

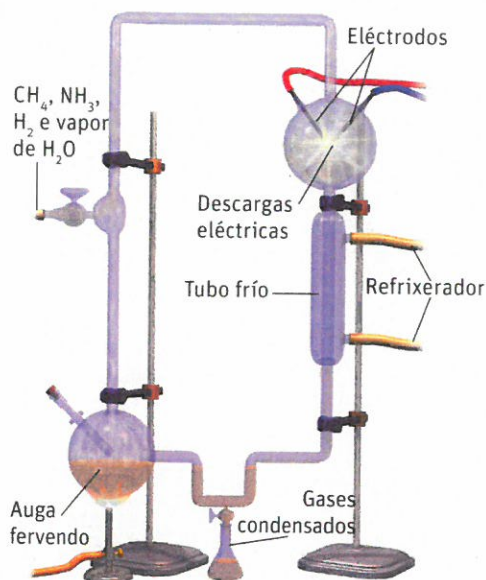
O deseño experimental de Miller pretendía reproducir un microcosmos da Terra primitiva. Para iso, utilizou dous recipientes de vidro, que simulaban a atmosfera e o océano primitivos, e conectounos mediante tubos.

Un recipiente "atmosfera" fixo chegar a mestura dos gases que supostamente existían na atmosfera primitiva: metano, amoníaco, hidróxeno e vapor de auga. Nos electrodos soldados ao recipiente producíanse descargas eléctricas, a modo de raios.

Outro recipiente, o "océano", en miniatura, puxo 200 mL de auga. Miller mantivo fervendo a auga deste recipiente para forzar a mestura de gases a circular por un tubo frío. O vapor condensábase ao arrefriarse e volvía ao "océano", onde fervía de novo.

Despois de varios días de ebulición e descargas eléctricas, o "océano" foi adquirindo unha cor parda. Miller analizou o seu contido e, como predixera Haldane, convertérase nunha sopa de compostos orgánicos!, entre os que non menos de sete aminoácidos e diversos ácidos graxos.

Na época da prensa da época magnificou os resultados ata o punto de parecer que só faría falta axitar enerxicamente os recipientes para que deles saíse arrastrándose a vida.



Deseño experimental de Miller.

Vale calquera mestura de gases?

O propio Miller deu resposta a esta pregunta: a receita é importante. Só funciona se a atmosfera é fortemente redutora, é dicir, se está desprovista de osíxeno e é rica en hidróxeno, metano ou amoníaco. E aí radica a orixe de moitas das críticas que recibiu e tamén das novas propostas.

A receita só funciona se a atmosfera é fortemente redutora.

A principal crítica xorde dos novos datos sobre a composición da atmosfera primitiva, menos redutora do que Miller supuxo; se se repite o seu experimento cunha mestura de gases menos redutora obtéñense peores resultados.

Alguns científicos consideran que o erro está en supoñer que a orixe da vida tivo lugar no sistema atmosfera-océano de Oparin-Haldane e propoñen como alternativa a hipótese das chemineas hidrotérmicas mariñas.

Alguns científicos propoñen unha orixe da vida asociada a chemineas hidrotérmicas mariñas.

Nestas fontes, resultado da actividade volcánica submarina, a auga quente arrastra na súa saída gran cantidade de substancias minerais que reaccionan nun ambiente carente de osíxeno.

Sexa cal sexa o resultado das novas experiencias, nunca teremos a certeza de se unha reacción química específica desempeñou ou non algún papel na historia real da orixe da vida, pero pódenos axudar a comprender de que modo as reaccións químicas o fixeron posible. ■



Cheminea hidrotérmica mariña.

ACTIVIDADES

Nada ocorrería no océano de Miller sen as dúas fontes de enerxía. A que fontes de enerxía nos referimos? Por que son imprescindibles?

Cal foi a achega de Miller ao debate sobre a orixe da vida?