

1 Punto de partida

1.1. Experiencias clave

Cuvier, Owen e a anatomía comparada

Georges Cuvier (1769-1832) traballou no Museo de Historia Natural de París e ali alcanzou unha enorme fama como anatomista. Era coñecido como “o mago da oseira” pola súa habilidade para identificar e reconstruír os restos fósiles.

Foi o primeiro en comparar as estruturas dos fósiles coas dos organismos actuais e estableceu a chamada lei da correlación, segundo a cal todas as estruturas do corpo dun animal son dependentes entre si.

Aplicando esta lei, podemos deducir como serían algunhas partes do corpo dun animal a partir doutras, algo moi útil en paleontoloxía, xa que os restos fósiles adoitan estar incompletos.

Anos máis tarde, Richard Owen (1804-1892), un zoólogo e paleontólogo discípulo de Cuvier, recibiu o encargo de estudar e catalogar os fósiles de vertebrados que formaban parte da impresionante colección de exemplares disecados e en formol, rochas e fósiles que Darwin levara a Inglaterra de mozo tras a súa viaxe de seis anos arredor do mundo.

Owen foi un destacado e controvertido personaxe da historia da ciencia. A el débémolle moitos avances, como o vocábulo “dinosaurio”, que significa ‘lagarto terrible’, varias das primeiras reconstrucións de grandes vertebrados a partir dos seus restos fósiles e algunhas regras fundamentais e aínda viventes da anatomía comparada.

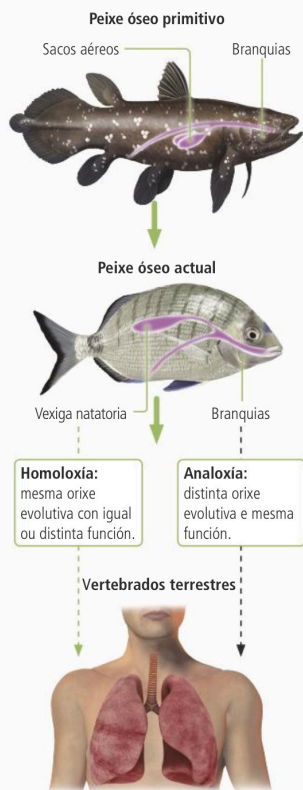
Grazas aos seus traballos, sabemos que unha mesma función pode ser desempeñada por órganos semellantes ou diferentes en organismos distintos.

Diferenciou entre **órganos análogos**, que presentan unha semellanza só funcional (por exemplo, as ás dos insectos e as das aves), e **órganos homólogos**, que son os que teñen unha semellanza anatómica (por exemplo, as ás das aves e as patas anteriores dos mamíferos).

Pero Owen tamén foi un personaxe arrogante e envexoso. Era un ant Darwinista recalcitrante que non soubo ou non quixo entender a grandeza da teoría de Darwin e destinou os seus esforzos a deostalo, a miúdo de forma anónima ou a través de terceiros.

Paradoxalmente, as súas achegas sobre a anatomía comparada e os conceptos de **analogía** e **homoloxía** cobran un especial interese coas relacións evolutivas que descubriu Darwin: as branquias dos peixes e os pulmóns dos vertebrados terrestres son órganos análogos, xa que realizan a mesma función respiratoria, pero non proceden das mesmas estruturas dos seus antepasados.

Pola súa banda, os pulmóns son órganos homólogos da vexiga natatoria que posúe a maioría dos peixes óseos e que lles permite o movemento vertical dentro da auga. Ambos os órganos derivan da mesma rexión do embrión, pero cumpren funcións distintas.



1 Identifica as relacións de homoloxía ou de analogía que existen entre os seguintes órganos:

- Dentes de mamíferos e de tiburóns.
- Pulmóns de anfíbios e de mamíferos.
- Branquias de peixes e de crustáceos.
- Ás de morcegos e brazos de chimpancé.

2 Investiga sobre a disección humana como procedemento científico na historia. Busca información sobre as achegas científicas que, utilizando a técnica da disección, realizaron destacados personaxes como Andrea Vesalio, Leonardo da Vinci e Miguel de Servet. Depois, escribe un breve texto con todo o material que conseguises reunir.

2 A nutrición heterótrofa en animais

2.1. Como incorporan o alimento os animais?

Os animais son seres **heterótrofos**, é dicir, a súa nutrición esixe que obteñan, do exterior ou doutros seres vivos, substancias inorgánicas e substancias orgánicas para manter o medio interno. O alimento orgánico, sólido ou líquido, utilízano con dúas finalidades:

- Como **materia** coa que construír as súas propias biomoléculas para crecer, reparar tecidos e substituír células.
- Como **fonte de enerxía** para contraer os músculos, sintetizar novas substancias, xerar calor interna, realizar transporte activo a través de membranas, etcétera.

O alimento está formado por moléculas inorgánicas (auga e sales minerais) e biomoléculas orgánicas de gran tamaño (polisacáridos, lípidos, proteínas). Para “desmontar” estas últimas é preciso realizar un primeiro proceso dixestivo que as reduza aos seus compoñentes moleculares máis sinxelos, os **nutrientes**: monosacáridos, ácidos graxos e aminoácidos.

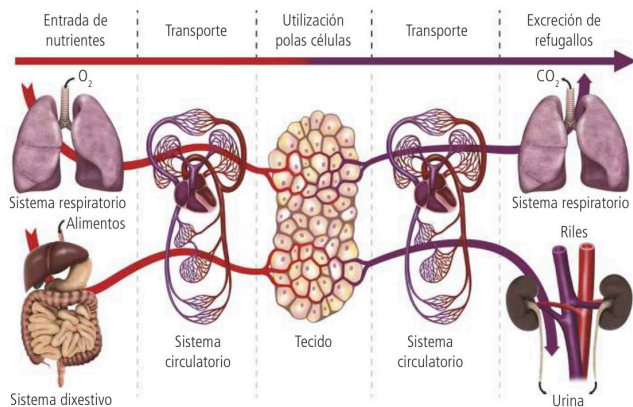
Con eles, as células crean as súas propias biomoléculas; ademais, ao romper as ligazóns químicas, obteñen a enerxía necesaria para levar a cabo as súas funcións vitais. Este proceso é o **catabolismo celular** e nos animais inclúe as fermentacións e a respiración celular.

- 3 As células musculares poden utilizar dúas rutas catabólicas para obter enerxía: a fermentación láctica e a respiración celular. En cal destes casos é máis probable que se produza unha ou outra: ao realizar un movemento brusco ou durante unha carreira de fondo? Por que?

2.2. Que sistemas están implicados?

No proceso de nutrición animal están implicados catro sistemas orgánicos, cada un deles cunha función dentro do proceso global:

- O **sistema respiratorio**: a súa función é captar os gases e tamén expulsar ao exterior o dióxido de carbono (CO_2) resultante da respiración celular.
- O **sistema dixestivo**: participa na captación dos líquidos e os sólidos, a súa transformación en nutrientes e a súa transferencia ao medio interno.
- O **sistema circulatorio**: funciona como un mecanismo interno de transporte e comunica os dous sistemas anteriores con todas as células do organismo; tamén recolle e transporta os produtos de excreción do metabolismo celular.
- O **sistema excretor**: expulsa ao exterior, disoltos en auga, os produtos sólidos de refugallo do metabolismo celular.



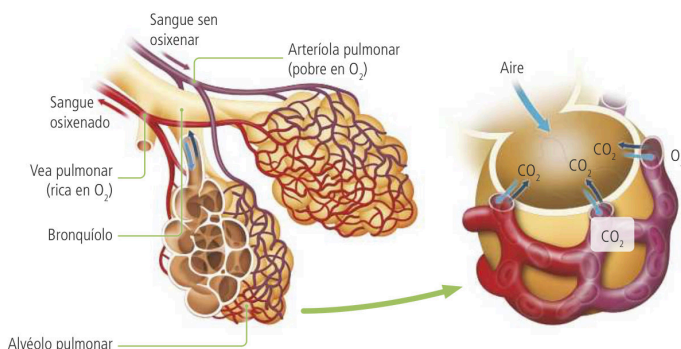
- 4 En que sentido pode dicirse que o sistema respiratorio cumpre funcións parecidas ás dos sistemas dixestivo e excretor?

3 O proceso respiratorio: os gases

3.1. Como se produce o intercambio gasoso?

A **respiración celular** implica un continuo **intercambio de gases** entre as células e o medio externo: entra osíxeno (O_2) e sae dióxido de carbono (CO_2).

Para que sexa posible este intercambio gasoso en todas as células que forman os organismos complexos é necesario un sistema circulatorio que transporte o osíxeno e retire o dióxido de carbono. O intercambio destes gases entre o sistema circulatorio e o medio externo prodúcese por medio do **sistema respiratorio**, nun proceso denominado **respiración externa**.



O proceso de **intercambio de gases** débese a unha causa física, xa que os gases se desprazan desde os lugares onde están máis concentrados (presión parcial maior) cara a aqueles nos que a súa concentración é menor (presión parcial menor). Este paso chámase **difusión**. Por exemplo, o osíxeno difúndese desde o exterior ao interior dos capilares sanguíneos, mentres que o dióxido de carbono pasa do líquido de transporte ao exterior, en ambos os casos por diferenzas de concentración.

3.2. Superficies de intercambio

O elemento fundamental de calquera sistema respiratorio é a **superficie respiratoria**, que é a rexión a través da que se realiza o intercambio de gases.

Para que ese intercambio de gases se leve a cabo de maneira eficaz, a superficie respiratoria debe ter as seguintes características:

- Paredes delgadas que favorezan a **difusión**.
- Que se encontre **húmida**, xa que, tanto nos animais acuáticos como nos terrestres, o osíxeno e o dióxido se difunden a través das superficies respiratorias despois de disolvérense en auga.
- Que estea **revestida internamente** por un gran número de vasos sanguíneos para facilitar o intercambio de gases entre o exterior e o líquido de transporte.

RESOLVE CON CIENCIA. A presión parcial explica case todo

5 A presión parcial dos gases do aire vén determinada pola súa concentración en volume. A táboa mostra valores no aire inspirado e no expirado.

Gas	Aire inspirado	Aire expirado
N_2	79 %	79 %
O_2	20,69 %	16,2 %
CO_2	0,04 %	4,1 %

a. A presión mídese habitualmente en milímetros de mercurio (mmHg). A presión atmosférica normal é de 760 mmHg. Que presión parcial terá o osíxeno no aire normal? E no expirado?

b. Observa a táboa da esquerda e responde a seguinte pregunta: por que cres que un local público onde se detecta un 4% de CO_2 debe ser evacuado por supoñer un risco para a saúde?

c. Algúns alpinistas poden presentar síntomas asociados a unha deficiencia na subministración de osíxeno, un estado que se denomina hipoxia. Para aliviar esta alteración subministraselle aire enriquecido en osíxeno. Por que pode producirse unha hipoxia nestes deportistas?

d. Cando unha persoa ascende unha montaña por riba de certa altura, experimenta cambios no seu proceso de ventilación pulmonar. En que consisten eses cambios? A que son debidos?

4 Os tipos de respiración en animais

4.1. Sen sistema respiratorio

Nos animais sen sistema respiratorio, as células obteñen o osíxeno directamente do que hai disolto na auga, por difusión, eliminando tamén o seu dióxido de carbono á auga. Este intercambio non especializado é posible porque ningunha célula do seu organismo se encontra afastada do exterior, xa que son animais pequenos e presentan estruturas corporais moi simples e de pouco grosor.

Naturalmente, o intercambio gasoso que se produce non é moi eficiente e proporciona pouca cantidade de osíxeno, polo que o metabolismo destes animais é moi baixo e os seus movementos, lentos.

Este sistema é propio de animais acuáticos de organización sinxela, como as esponxas, os cnidarios (pólipos, medusas e corais) ou os platelmintos.



Esponxa de mar



Medusa

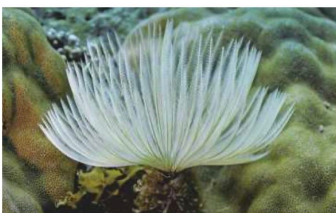
Que vantaxe ten para a respiración o movemento das medusas, fronte á inmobilidade das esponxas? Mellora este movemento a súa capacidade metabólica?

4.2. A aparición das branquias externas

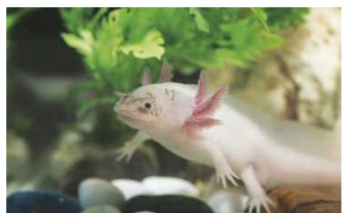
A auga é máis viscosa ca o aire, polo que custa máis movela. Iso é un problema para un pequeno animal mariño. Ademais, o osíxeno disolto na auga do mar é escaso, sobre todo en profundidade, debido a que procede na súa maioría do intercambio coa atmosfera, onde si é abundante. Por iso, canto máis osíxeno necesita un animal, máis debe buscar augas axitadas e pouco profundas. Como moitos animais mariños viven sobre o fondo (estrelas e ourizos de mar, bivalvos, etc.), o seu hábitat sitúase preto das costas, onde hai ondata e pouca profundidade.

Unha forma de mellorar o intercambio gasoso no mar consiste en desenvolver superficies corporais especializadas que se estendan fóra do corpo e poidan axitarse. Aparecen así as branquias externas, que melloran o intercambio gasoso grazas á súa gran vascularización. Pero esas expansións brandas son tamén unha atracción para os predadores. Para evitar riscos, o animal pode retraelas e escondelas en coirazas, tubos ou estruturas duras.

As branquias externas son frecuentes en invertebrados mariños, como moluscos, anélidos e algúns crustáceos, pero tamén hai algúns vertebrados acuáticos (anfíbios) que as conservan, como o axolote.



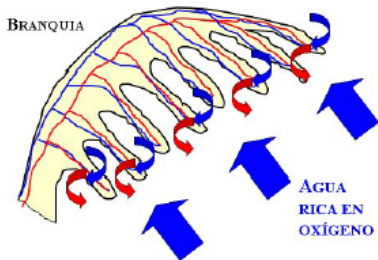
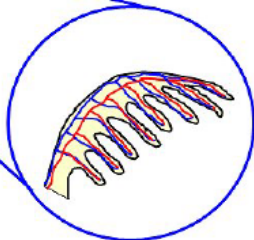
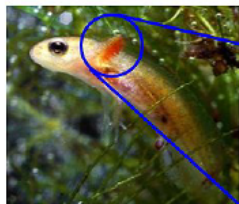
Verme tubícola (anélido)



Axolote (anfíbio)

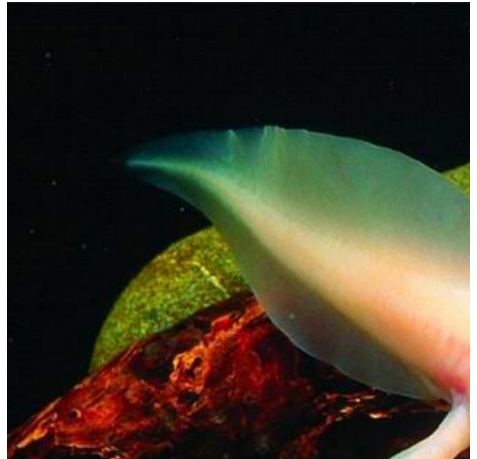
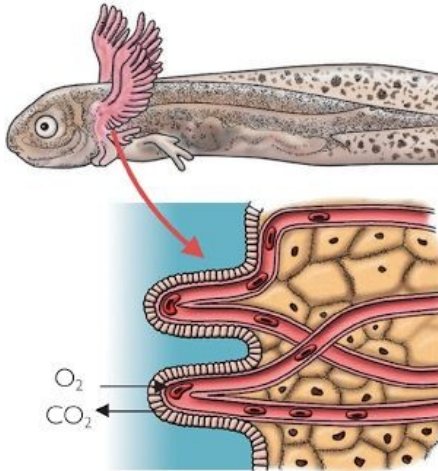
BRANQUIAS EXTERNAS

Son expansiones dactiliformes externas o corpo polas que pasan numerosos capilares sanguíneos.



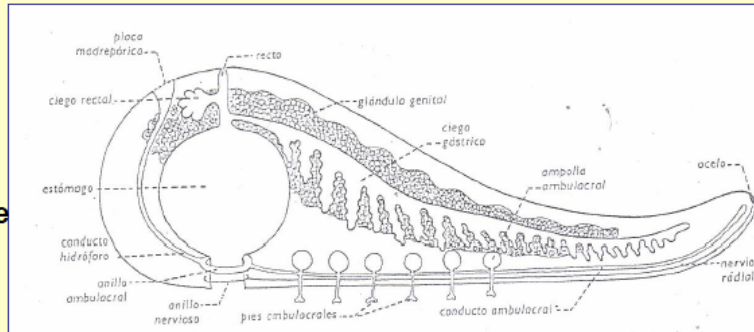
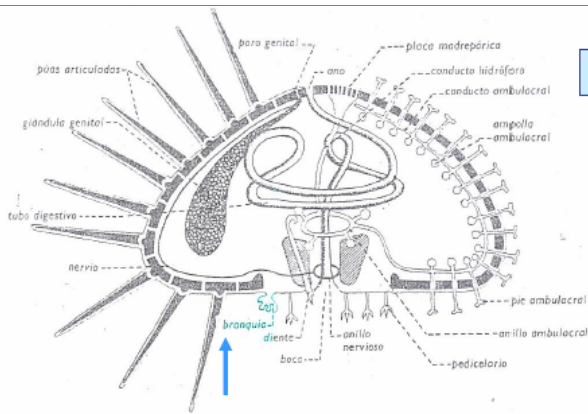
Entre otros presentan este tipo de branquias:

- Anélidos marinos
- Equinodermos
- Larvas dos Anfibios



Phylum Equinodermos

O ourizo de mar pose diminutas branquias ó redor da boca.

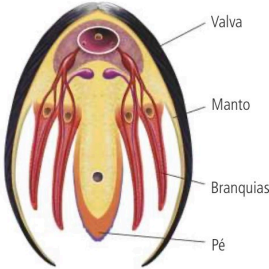


A estrela de mar presenta branquias externas ó longo de todo o corpo.

4.3. A solución das branquias internas

Un paso máis na adaptación evolutiva dos sistemas branquiais consiste en **protexelos permanentemente** nalgunha cámara do interior do corpo ou tapalos con algunha estrutura. Para que ese sistema funcione é necesario **xerar unha corrente de auga constante que atravesa a cámara ou cavidade**.

As **branquias internas** son frecuentes en **moluscos bivalvos** (mexillón) e **crustáceos** (cangrexo, lagosta). Nestes últimos están máis protexidas, pois sitúanse dentro da coiraza. Estes animais viven fixos ao substrato ou desprázanse lentamente polos fondos, polo que adoitan vivir en **augas axitadas** ou usan mecanismos para **mover a auga** no seu interior.



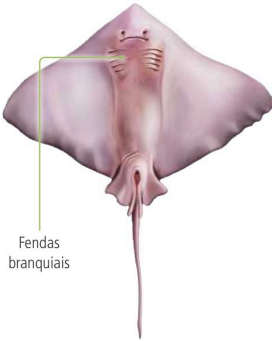
Por exemplo, ao abrir un **mexillón**, vemos unhas expansións laminares situadas entre a parte do manto que se une ás valvas e á masa visceral central: son as branquias.

Para respirar, o mexillón entreabre as valvas e fai que a auga atravesa as branquias. O sistema para favorecer o movemento da auga é mediante uns cilios que teñen as células branquiais.

O funcionamento das branquias internas mellora cando o que xera a corrente de auga na cavidade branquial é o propio **desprazamento do animal**. É o que fan os moluscos cefalópodos (**sepias e luras**) e, sobre todo, os peixes, que son o grupo no que as branquias internas alcanzan o seu **maior grao de eficacia**.

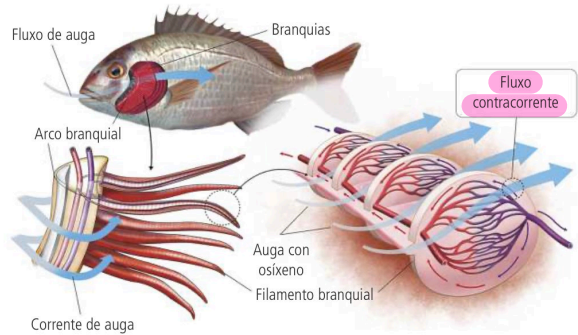
Nos **peixes**, as branquias internas encóntranse nas **fendas branquiais**. Nelas, o intercambio gasoso realízase mediante un mecanismo que se denomina **intercambio contracorrente**: a **auga circula sobre as lamelas branquiais en dirección contraria a como o fai o sangue polo interior dos capilares sanguíneos**.

PEIXES CARTILAXINOSOS



A auga penetra por uns orificios laterais situados na parte dorsal do animal, chamados **espiráculos**, e sae a través das cinco **fendas branquiais** situadas a ambos os lados da cabeza e en posición ventral. **Carecen de mecanismos de ventilación**, polo que deben moverse de maneira continua para que a auga circule polas branquias.

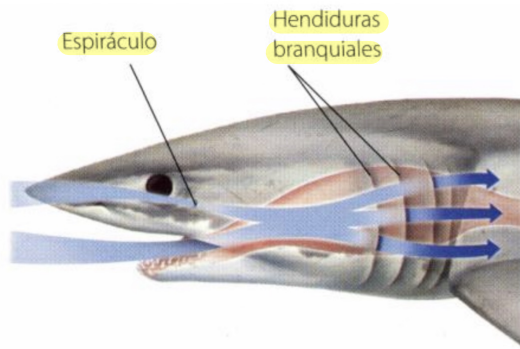
PEIXES ÓSEOS



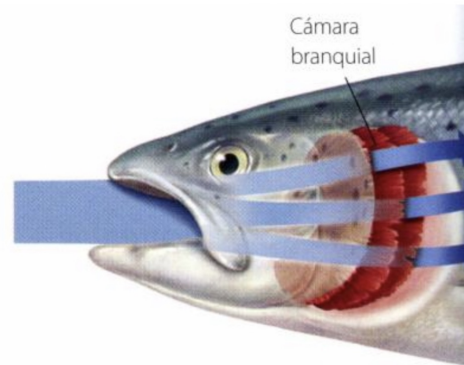
As branquias están cubertas por unha placa denominada **opérculo**. Cada branquia está formada por moitos **filamentos**, cada un deles con numerosas **lamelas branquiais**, que fan que a **superficie de intercambio sexa moi grande**. Unha extensa rede de capilares percorre a zona e permite que o osíxeno se **difunda** desde a auga cara ao sangue e que o dióxido de carbono o faga de maneira contraria.

A **ventilación** conséguese polos **movementos combinados do opérculo e a boca**: a auga rica en osíxeno entra pola boca, circula polas branquias e sae polas fendas branquiais.

7 Que vantaxe adicional ten o sentido de circulación do sangue nas branquias?



En peces cartilaginosos el agua entra por la boca y por unos orificios, llamados espiráculos, pasa a la faringe y sale por las hendiduras branquiales.



En peces óseos el agua entra por la boca a una cámara branquial y sale al exterior por debajo del opérculo que protege las branquias.

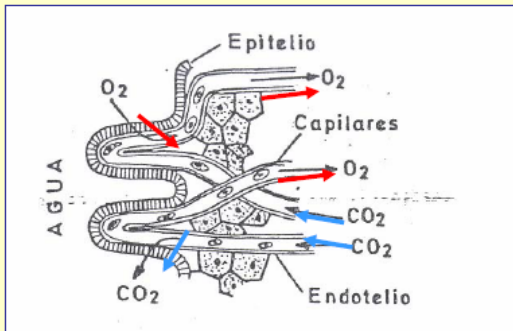
BRANQUIAS INTERNAS

Están protexidas por estruturas corporais do animal. Para facer chegar auga con osíxeno a elas deben realizar **movimentos respiratorios**.

Presentan este tipo de intercambio gaseoso a maioría dos **Moluscos acuáticos**.

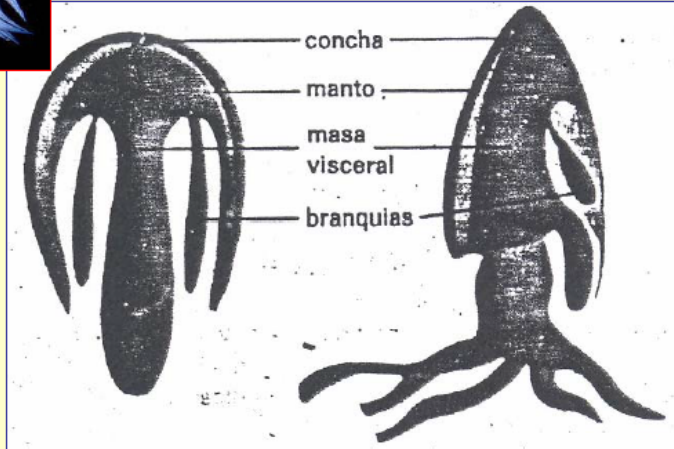


Branquias en
forma de lâminas

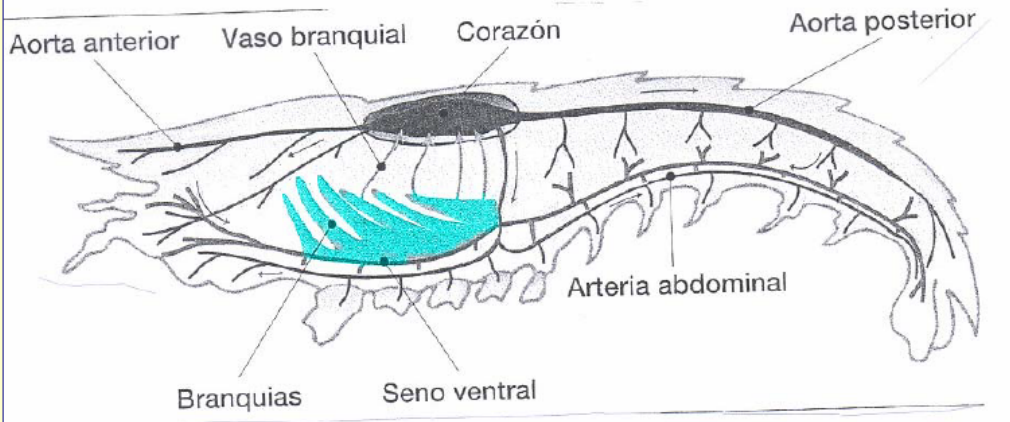


Esquema da estrutura dunha branquia

BRANQUIAS INTERNAS

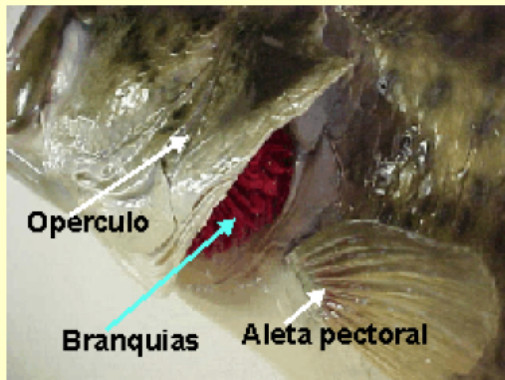
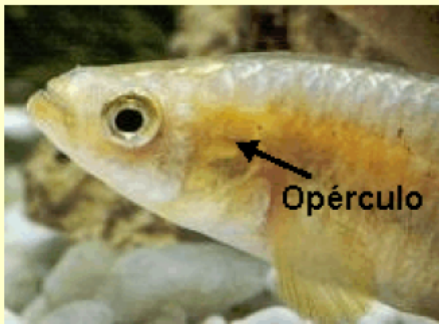


BRANQUIAS INTERNAS

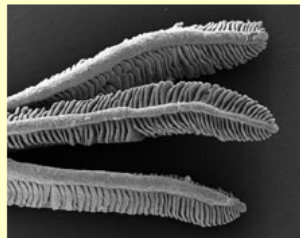


Algúns **Crustaceos mariños** forman as súas branquias evaxinando a pel situada ó principio das articulacións das patas locomotoras, e quedan englobadas nunha cámara branquial, creando un fluxo de auga ata ela cos movementos do desprazamento.

BRANQUIAS INTERNAS



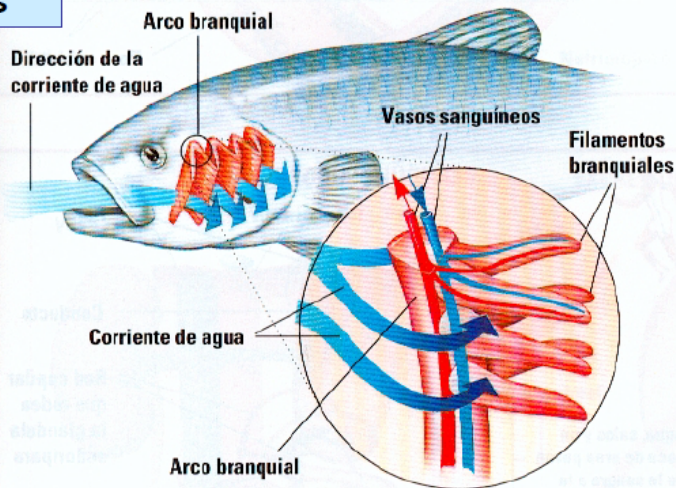
Branquias dun pez vistas
ó microscopio electrónico



BRANQUIAS INTERNAS

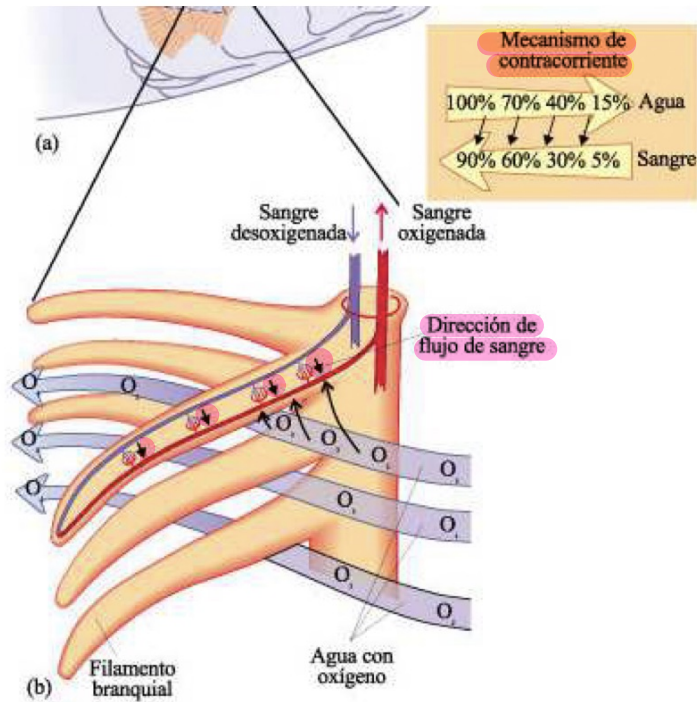
Phylum Cordados
Clase Peixes

RESPIRACIÓN BRANQUIAL



Las branquias en los peces se encuentran en las hendiduras branquiales. En la mayoría de peces el agua penetra por la boca y sale por las hendiduras

Flujo a
contracorriente



4.4. A respiración cutánea e o medio terrestre

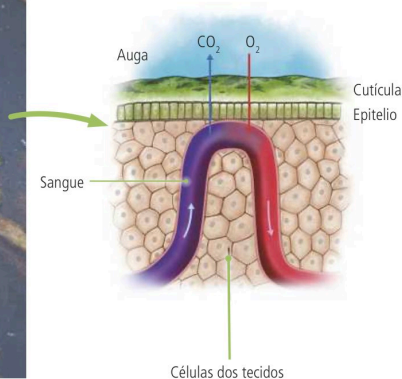
Nalgún momento da historia da vida, probablemente no Devónico (408-360 Ma), apareceron adaptacións nuns **vermes planos de corpo brando** que lles permitiron invadir o **medio terrestre**, un escenario que lles exixía **respirar aire**.

Esta nova situación tiña unha vantaxe: o aire contiña moita máis cantidade de osíxeno que a auga. Pero requiría unha serie de adaptacións anatómicas:

- Unha **pel fina, permeable** aos gases e sempre **humedecida**.
- A existencia dun **gran número de capilares sanguíneos** baixo a superficie cutánea a fin de facilitar o intercambio de gases.
- Un **medio interno moi próximo ao exterior**, con **ausencia de protección** da súa superficie corporal.
- Unha **superficie corporal moi ampla** en relación co volume do animal. En xeral, trátase de animais de pequeno tamaño, con necesidades de osíxeno baixas, xa que a súa **actividade metabólica é reducida**.

A **respiración cutánea** supón que a **pel** é o órgano respiratorio. Respiran así **algúns invertebrados acuáticos** e é o sistema que utilizan algúns dos primeiros animais terrestres: os **platelmintos terrestres (planarias)** e as **miñocas de terra**, por exemplo.

De entre os vertebrados, o grupo dos **anfíbios** foi o que iniciou a conquista dos medios aéreos, polo que existe un certo paralelismo co caso das planarias.



Así, os **anfíbios adultos** teñen respiración cutánea; porén, necesitan complementar a súa respiración a través da pel coa presenza de **pulmóns**. Trátase de animais que manteñen unha gran dependencia dos medios húmidos; de feito, as crías de anfíbios, ou **cágados**, teñen vida acuática e presentan **branquias externas**.

8 As anguiás son peixes de pel mucosa e escamas moi pequenas, que nacen no mar e chegan aos ríos como crías (nesta fase reciben o nome de meixóns). Remontan os ríos e de adultos poden pasar duns leitos a outros serpeando por terras húmidas, incluso durante longos tramos.

- Como podes explicar que desenvolvan esa actividade fóra da auga se respiran por branquias?
- Investiga e cita outros exemplos de animais que utilizan sistemas complementarios de respiración en determinadas ocasións.

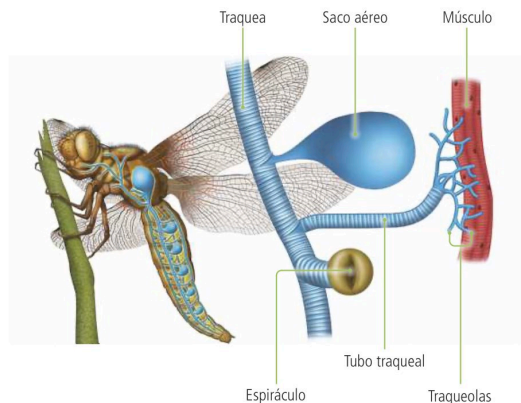
9 Que características debe ter un animal para respirar a través da pel?



4.5. A respiración traqueal

É característica de **insectos e outros artrópodos terrestres**. Neles, o **aire é transportado directamente a todas as células do organismo** a través dun sistema de **condutos** denominados **traqueas**.

As **traqueas** son invaxinacións tubulares da **pared corporal reforzada** por un revestimento de **quitina**, que evita o seu esmagamento. A medida que se internan no organismo, vanse **ramificando** e facéndose cada vez máis delgadas, formando unha **densa rede**. Isto representa unha vantaxe adaptativa, xa que para transportar o osíxeno ata as células **non é necesario un sistema circulatorio**.



Cada traquea ábrese ao exterior por un **orificio** ou **espiráculo**. A zona final do sistema traqueal está formada por finísimos condutos ou **traqueolas**, que posúen unha membrana moi fina, carecen de revestimento quitinoso e encóntranse cheas de líquido. As traqueolas están en contacto directo coas células e, a través delas, realízase o intercambio de gases por **difusión**.

A **renovación do aire no interior das traqueas** denomínase **ventilación** e conséguese mediante movementos das paredes corporais ou dos propios tubos traqueais.

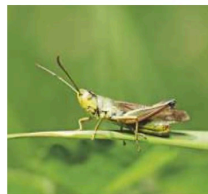
Os **insectos voadores** necesitan **renovar o aire rapidamente** e, para iso, presentan unha adaptación no sistema de ventilación: pequenos **sacos aéreos** que se expanden e se contraen grazas aos movementos do corpo.

Porén, os sistemas traqueais presentan unha importante **limitación** debido a súa **pouca eficiencia na distribución de osíxeno ás células**. Por este motivo, os insectos e os arácnidos non alcanzan o tamaño da maioría dos vertebrados.

10 Os insectos presentan un sistema circulatorio cun líquido chamado hemolinfa que carece de pigmentos respiratorios, xa que o osíxeno chega ás células a través do sistema traqueal.

a. Para que cres que lles serve, entón, o sistema circulatorio?

b. Xustifica por que o sistema traqueal dos insectos é un impedimento para alcanzar un tamaño corporal grande.



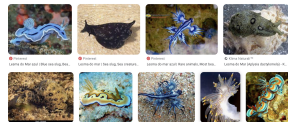
11 Explica o mecanismo de ventilación utilizado polos insectos durante o proceso respiratorio.

4.6. A respiración pulmonar en invertebrados

Outros invertebrados limitaron a súa superficie de intercambio gasoso ao interior dunha **cavidade protexida** dentro do corpo e comunicada co exterior a través dalgún **orificio**.

Esa cavidade debe manter certa **humidade** para favorecer o intercambio e evitar que se perda demasiada auga, polo que está **semicerrada**. Ademais, ao contrario do que ocorre coas traqueas dos insectos, a superficie de intercambio cede o osíxeno a un **sistema circulatorio** que o distribúe polas células.

Este sistema, propio dos **caracóis terrestres e as lesmas (moluscos)**, é de tipo **pulmonar**, aínda que moi sinxelo. Tamén as **arañas (artrópodos)** complementan a **respiración traqueal** cuns **pequenos pulmóns** que se sitúan no abdome e se denominan "en libro" polo seu parecido coas páxinas dun libro.

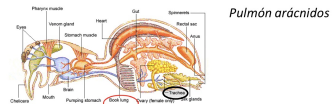
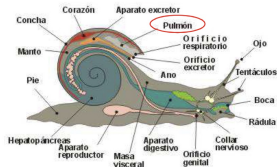


3.6.- Os pulmóns dos invertebrados

- Algúns invertebrados presentan un sistema máis complexo de tipo pulmonar moi sinxelo, como os caracois terrestres e as babosas
- A superficie de intercambio gaseoso prodúcese nunha **cavidade protexida** dentro do corpo e comunicada ao exterior a través dun orificio.
- Dita cavidade debe manter certa humidade para favorecer o intercambio e evitar que se perda auga. Ademais, ao contrario do que ocorre nas traqueas de insectos, a superficie cede o osíxeno a un sistema circulatorio que o distribúe ás células.

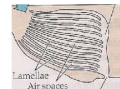
Pulmones de los moluscos

Pulmón de difusión, sin ventilación



Pulmón arácnidos

Pulmón de difusión
Sin ventilación



4.7. A respiración pulmonar en vertebrados

Foi nos **vertebrados terrestres** nos que se perfeccionou o modelo pulmonar como mecanismo de intercambio de gases co aire. Este feito, xunto con outras adaptacións, permitiulles alcanzar os **maiores tamaños** e os **metabolismos máis activos** de todos os organismos do reino animal.

Esta é a modalidade de respiración **máis eficaz**. O intercambio de gases realízase en **cavidades internas de paredes finas e moi vascularizadas denominadas pulmóns**.

Os pulmóns están comunicados co exterior a través das vías respiratorias, que comezan na **boca** e nas **fosas nasais** e continúan pola **farinxe**, a **larinxe**, a **traquea** e os **bronquios**. Durante o percorrido por esas vías, o **aire quéntase, humedécese e límpase** dalgunhas partículas que leva en suspensión.

EVOLUCIÓN DO SISTEMA PULMONAR EN VERTEBRADOS

Peixes dipnoos ou pulmonados

Os primeiros vertebrados con sistema pulmonar foron un grupo de peixes, chamados dipnoos ou peixes pulmonados, que desenvolveron, a partir das **paredes da súa farinxe**, uns **sacos** en cuxo interior se producía o intercambio gasoso co aire. Iso permitelles resistir algún tempo fóra da auga, algo moi útil para vivir en medios que se desecan temporalmente e atravesar zonas entre ríos. Ademais, manteñen un **sistema respiratorio branquial** que fai posible que poidan respirar na auga.



Anfibios

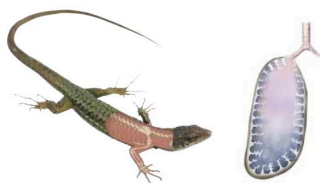
Continúan dependendo dos **medios húmidos**, especialmente as **larvas**, que viven na auga e teñen respiración branquial. Os **adultos** desenvolven un **sistema pulmonar** que complementan con **respiración cutánea**, o que lles permite intercambiar osíxeno pola pel baixo a auga. Os seus pulmóns son simples sacos que apenas conteñen dobras interiores, polo que a superficie de intercambio gasoso é reducida. Ademais, o mecanismo de ventilación baséase en **movementos da boca**, coma se tragasen aire, un método pouco eficiente.



Réptiles

Xurdiron evolutivamente dos anfibios. Presentan melloras no sistema pulmonar e na ventilación, ou forma de inspirar e soltar o aire. Os seus **pulmóns teñen dobras internas** que aumentan a superficie de intercambio.

A ventilación depende de **movementos torácicos** que a fan moito máis eficiente. A **respiración é plenamente aérea** e non hai xa dependencia de medios húmidos ou acuáticos.



Aves

Presentan **sacos aéreos** comunicados cos **pulmóns** e situados entre as vísceras e dentro dos ósos. Así conséguese un **fluxo unidireccional** de aire nos pulmóns, desde os sacos posteriores cara aos anteriores.

Isto, e a gran superficie de intercambio, a pesar do reducido tamaño dos pulmóns, permitelles ás aves manter o **elevado gasto metabólico** do voo e **alixeirar peso**.



Mamíferos

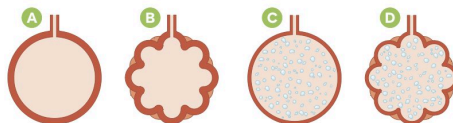
Temos un sistema de **bronquiolos ramificados** que finaliza en **centos de alvéolos**, que son pequenos sacos onde se produce o intercambio gasoso. No pulmón humano, por exemplo, hai uns trescentos millóns de alvéolos.

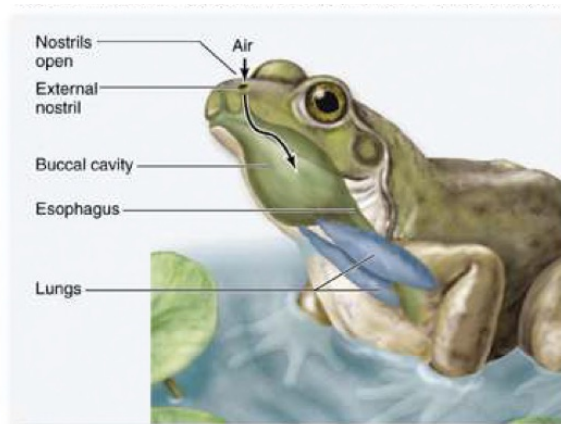
A ventilación realízase pola **musculatura torácica e abdominal**, o que permite forzar a inspiración e a expiración.



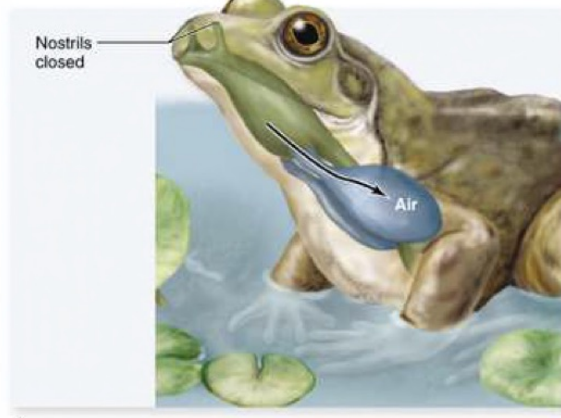
12 Observa os catro modelos de deseño de pulmón representados nos debuxos.

- Que modelo representa o pulmón que realiza máis eficazmente o intercambio de gases?
- Que criterios utilizaches para chegar á resposta da pregunta do apartado anterior?

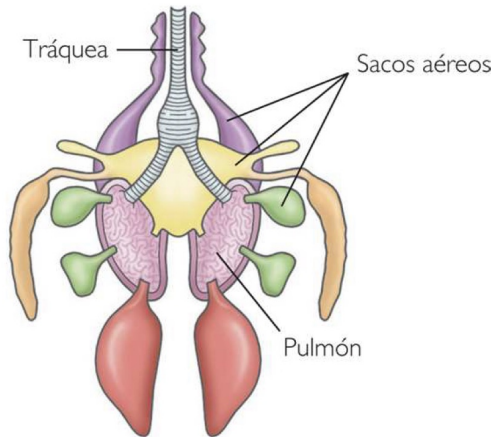




11.

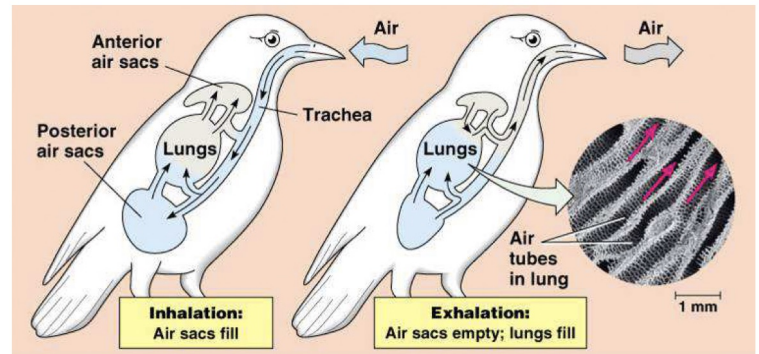


Sacos aéreos de aves

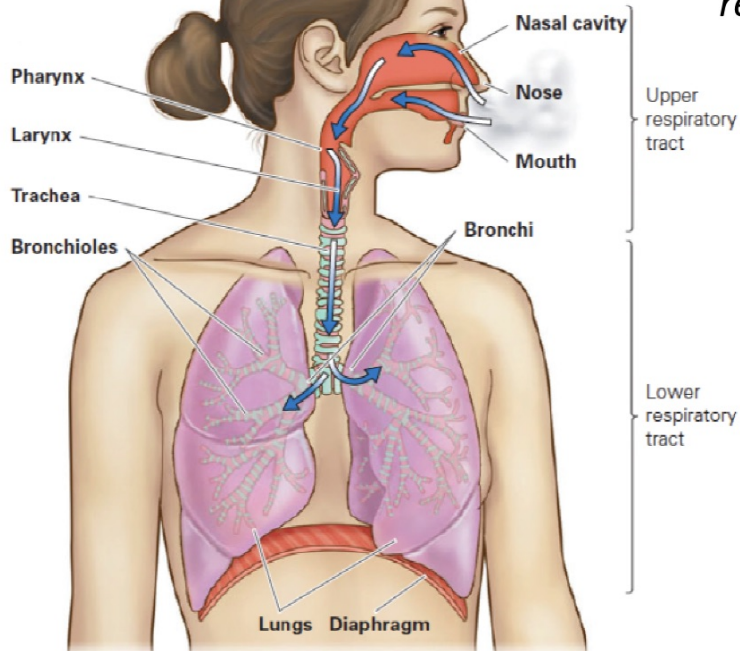


1º Bachillerato. Respiración

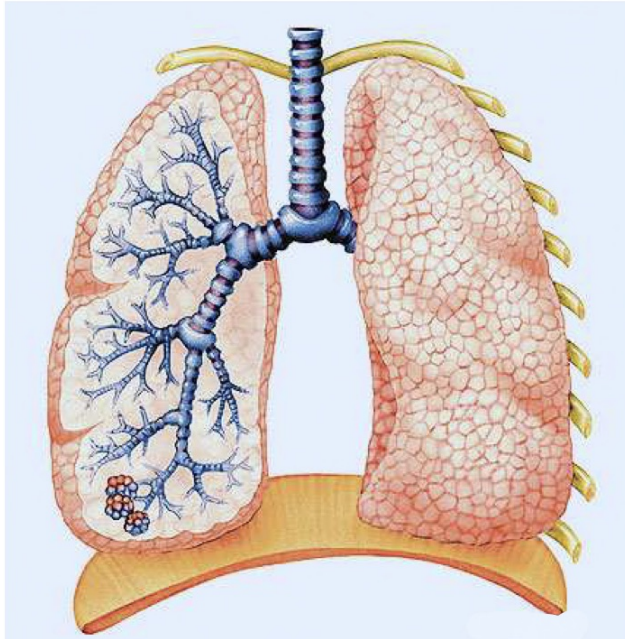
Respiración muy eficiente: dos veces



Aparato respiratorio de mamíferos



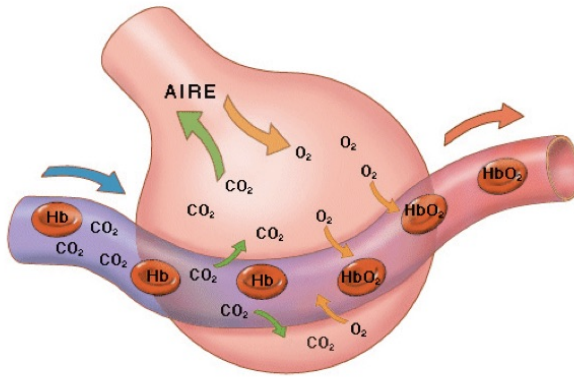
Pulmones



300-600 millones alveolos

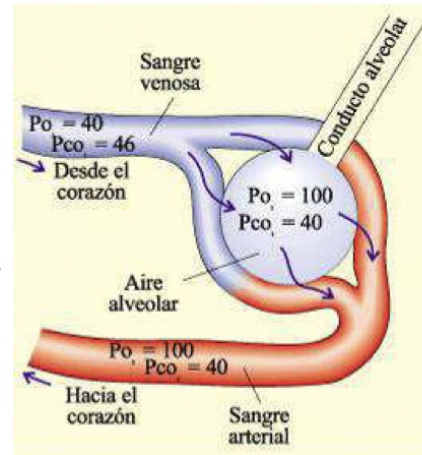
100 m² de superficie

Alveolos



Intercambio gaseoso entre sangre y alveolo

P= presión parcial de los gases



5 O proceso dixectivo: Líquidos e sólidos

5.1. A evolución e a alimentación

Ao longo da evolución, seleccionáronse unha serie de estruturas, progresivamente máis complexas, para realizar os procesos dixectivos. Pero as **adaptacións evolutivas** non sempre van na mesma dirección: algúns animais **perderon estruturas e órganos** que tiñan os seus antepasados por non resultarlles útiles nos seus novos ambientes ou formas de vida, e **desenvolveron outros** para se adaptaren aos novos medios.

Observa no debuxo a secuencia evolutiva ideal de diversas adaptacións para conseguir o alimento.



5.2. Etapas do proceso dixectivo

Nos animais, os alimentos líquidos e sólidos adoitan ingresar a través de sistemas diferentes dos que utilizan os gases. Son os **sistemas dixectivos**. Dependendo da complexidade do organismo e da súa alimentación, o sistema dixectivo pode cumprir todas ou algunhas das seguintes etapas:

1. Captura e ingestión

Inclúe os mecanismos de obtención do alimento e a súa incorporación ao organismo. Poden ser estruturas propias do dixectivo (boca, lingua, dentes, etc.) ou doutras partes do corpo (garras, apéndice, etc.).



2. Dixestión

Supón a redución extracelular do alimento a porcións menores e ás súas moléculas compoñentes (nutrientes), o que inclúe procesos mecánicos e químicos: mastigación, insalivación, liberación de ácidos, actuación de encimas dixectivos, etc.

3. Absorción

É o paso dos nutrientes ao medio interno do organismo. Pode producirse desde o exterior (cando non hai un sistema dixectivo propiamente dito) ou máis frecuentemente desde o interior do sistema dixectivo.

4. Exestión

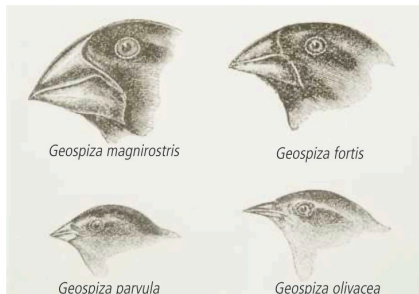
Consiste na expulsión do alimento ou dos nutrientes non absorbidos fóra do dixectivo, estean ou non totalmente dixeridos. Polo xeral, faise a través dunha abertura diferente da da boca, o ano.

RESOLVE CON CIENCIA. Os peteiros dos pímpíns: para comer

Cando Charles Darwin visitou as illas Galápagos, quedou sorprendido pola variedade de peteiros, tanto en tamaño como en grosor, que tiñan os pímpíns das distintas illas. Este aspecto foi un dos argumentos que o levou a pensar na diversificación das especies a partir dunha orixinal.

Pero por que tivo lugar a variación gradual de peteiros? Sen dúbida, os diferentes tipos de sementes e insectos das illas favoreceron o éxito de distintas adaptacións e propiciaron a diferenciación evolutiva da especie.

- Cita casos de variación gradual dun órgano de captura do alimento entre diferentes especies próximas evolutivamente.



6 A captura de alimentos

6.1. Diferentes estratexias

Os animais utilizan estratexias moi diferentes para alimentarse. Para iso, apareceron evolutivamente unha gran variedade de estruturas diferentes e especializadas en cada forma de alimentación.

Aoditase distinguir entre **formas selectivas e non selectivas** de inxestión do alimento, dependendo de se este é seleccionado individualmente, como fai un **león cunha gacela**, ou se forma parte dunha gran cantidade de materia ingerida, como fai o **tiburón peregrino ao filtrar a auga mariña**.

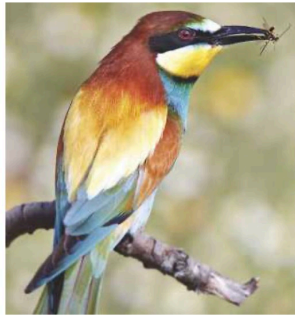
Outro criterio de clasificación da alimentación animal distingue entre **microfaxia e macrofaxia**, segundo sexa o **tamaño do alimento en relación co do animal**. Entre as formas de **macrofaxia**, pódense diferenciar tres tipos de animais:

FITÓFAGOS



Aliméntanse de **vexetais**. Os herbívoros comen herbas; os fruxívoros, froitos; os xilófagos, madeira; os folífangos, follas, etc.

ZOÓFAGOS



Aliméntanse doutros **animais**. Os carnívoros comen carne; os ictiófagos ou piscívoros, peixes; os insectívoros, insectos, etc.

OMNÍVOROS



Aliméntanse, indistintamente, doutros **animais** ou de diversos produtos **vexetais**, como froitos ou mel.

14 Busca exemplos sobre os distintos tipos de alimentación: selectiva/non selectiva e microfaxia/macrofaxia cos seus diferentes tipos. Explica brevemente cada un dos casos elixidos.

6.2. Filtradores de auga

Unha das estratexias de alimentación que apareceu cos primeiros animais acuáticos foi **filtrar auga** para extraer as **diminutas partículas** e os organismos máis pequenos que constitúen o seu alimento.

Para filtrar son precisas estruturas que cumpran esa misión, como **lamelas, filamentos, barbas, etc.** A evolución parte de estruturas xa existentes e modifícaaas para adaptalas a novas funcións; por exemplo, os **cirros filtradores dos percebes foron apéndices locomotores** que lles permitían moverse polos fondos. Outras estruturas que se adaptaron á filtración foron as branquias, as patas, os dentes, etc.

Esponxas

15 Ademais dos **mexillóns**, as **ameixas** e numerosos **crustáceos**, hai outros animais, como o **anélido mariño** da fotografía, que se alimentan filtrando auga. Por exemplo, neste último, as estruturas en forma de abano desenvólven a función de mover e filtrar a auga en busca de alimento.

Incluso existen aves que se alimentan co sistema da filtración. Cita algún exemplo de ave filtradora de auga e explica como o fai.

Verme de tubo



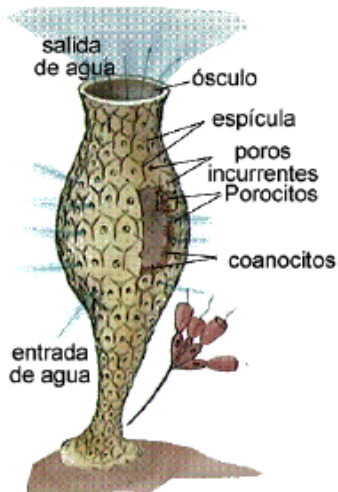
PORÍFEROS



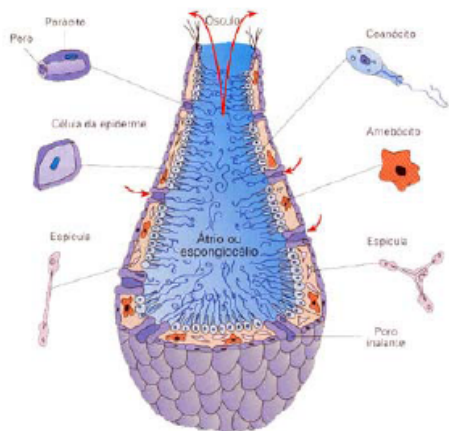
Entrada de agua

Digestión intracelular

Consiste en dixerir os alimentos dentro da célula, utilizando as encimas dixestivas dos lisosomas. Este é o único sistema do que dispoñen animais pouco evolucionados. É o caso do **Phylum Poriferos ou Esponxas**.



No **filum poríferos** a auga co alimento entra polos poros inhalantes á cavidade atrial. O alimento é inxerido directamente polas células que tapizan o interior do animal (**coanócitos**) mediante **fagocitose**. Os coanocitos ceden unha parte do alimento ós **amebócitos** onde remata a dixestión. A **dixestión** polo tanto non se produce nun aparato dixestivo, xa que non existe, senón **no interior das células** (dixestión intracelular).

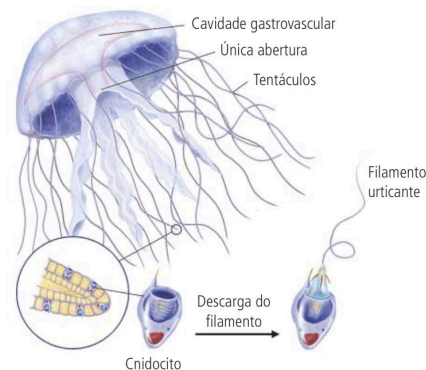


Tipo Porífero ou esponxas

6.3. Capturadores selectivos de alimentos pequenos

A filtración é un sistema que esixe que pasen grandes cantidades de auga polos sistemas de filtración. Os animais con poucas capacidades motrices e os que viven en augas pobres en nutrientes non poden usar a filtración como sistema de captura porque con el obteñen pouco alimento, pero grazas á evolución seleccionáronse mecanismos de captura selectiva.

Os pólipos e as medusas presentan unhas células urticantes especializadas, denominadas **cnidocitos**, que disparan pequenos **arpóns** cun **veneno paralizante**. Tras capturar unha presa con ese sistema, os tentáculos dirixena cara á boca do animal.



6.4. Raspadores de superficies

Tanto en animais acuáticos que viven desprazándose sobre o fondo, como noutros terrestres, apareceron adaptacións para raspar o substrato e, deste xeito, obter alimento.

Alimentáanse así os ourizos de mar e moitos moluscos que, como os caracais terrestres, usan unha estrutura en forma de **lingua dentada**, denominada **rádula**, coa que raspan as superficies e inxiren os microorganismos e os vexetais adheridos a elas.



6.5. Deglutidores de solos e sedimentos

Semellante á filtración é outro tipo de estratexia que consiste en **inxerir solos ou sedimentos** e facelos pasar polo **sistema dixestivo**, no que as **partículas e os organismos nutritivos** son seleccionados, **dixeridos e absorbidos**.

As **miñocas de terra** obteñen o alimento desta forma e, ao removeren grandes cantidades de solo, contribúen á súa fertilidade. Algo parecido fan os seus parentes costeiros, os **anélidos poliquetos**, que degluten o sedimento e logo expúlsano, deixando acumulacións de barro nas marismas litorais.



6.6. Macrófagos seleccionadores de alimento

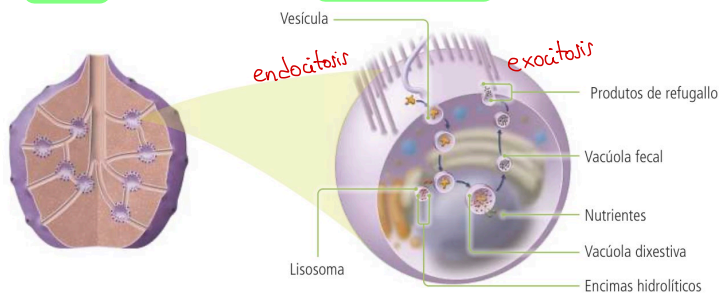
Os macrófagos seleccionan as súas presas e aliméntanse delas, tras atrapalas e devoralas, arrancándolles anacos ou picándolas e succionando os seus zumes. Son animais con numerosas **adaptacións** que inclúen dentes, garras, peteiros, aparatos bucais picadores, mandíbulas, linguas, etc. Entre eles está a case totalidade dos **vertebrados** coa **excepción dos grandes filtradores mariños**.

16 Indica a categoría de tipo de alimentación na que clasificarías os seguintes animais: estrela de mar, gorila, araña, miñoca mariña, cervo, ourizo de mar, anemone, pulgón, berberecho e sambesuga.

7 Evolución dos sistemas dixestivos

7.1. Sin sistema digestivo: digestión intracelular

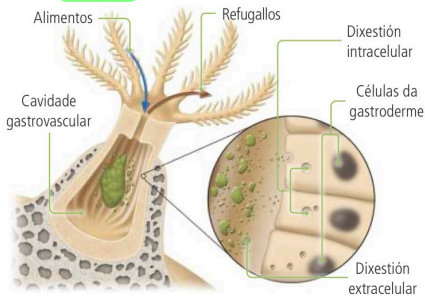
Os primeiros animais carecían de sistema dixestivo. Os seus herdeiros directos actuais son as esponxas, que presentan un tipo de **dixestión intracelular**.



As partículas alimentícias quedan englobadas por unha vesícula no interior da célula. Os **lisosomas** verten **enzimas hidrolíticas** ao interior desta vesícula e fórmase así unha **vacúola dixestiva** na que se realiza a **dixestión química dos alimentos**. Unha vez degradados estes, os nutrientes atravesan a membrana da vacúola e incorpóranse ao hialoplasma celular. Os produtos de **refugallo** son expulsados ao exterior por medio dunha **vacúola fecal**.

7.2. Con cavidade gastrovascular: dixestión mixta

Un pouco antes do comezo do Cámbrico (570-505 Ma) apareceron novas formas animais algo máis complexas que as esponxas. Unha das novidades foi unha invasión corporal que formou unha cavidade interior do corpo, a **cavidade gastrovascular**. Esa cavidade constitúe o **primeiro e máis sinxelo tipo de sistema dixestivo**. É a estrutura dixestiva que presentan os **cnidarios e os platelmintos**.



Este tipo de dixestión mixta transcorre en dúas etapas, unha intracelular e outra extracelular.

Nos **cnidários**, o alimento entra por unha única abertura, que é de entrada e saída, chamada xenericamente **boca**. Pasa á **cavidade gastrovascular**, cuxas paredes están tapizadas cunha capa de **células (gastroderme)** que verten **enzimas dixestivos** que realizan a **dixestión extracelular**. O proceso continúa **no interior das células** e os nutrientes pasan por **difusión** a outras células, que **absorben** o alimento **dixerido**. O non dixerido é expulsado ao exterior pola boca.

A cavidade gastrovascular supón un avance evidente sobre a forma de alimentarse das esponxas, porén, é un método pouco eficiente, xa que nesta cavidade se mestura o alimento que se acaba de inxerir co que xa está en avanzado estado de dixestión. Ademais, inxírese o alimento e expúñanse os refugallios pola mesma abertura.

7.3. A aparición do tubo dixestivo: dixestión extracelular

O seguinte e definitivo paso na **evolución** do sistema dixestivo é a aparición dunha **abertura de saída, ou ano**, para a expulsión dos refugallos ou **exestión**. Isto permite que o alimento siga unha soa dirección e diferéncianse tramos dixestivos con distintas funcións, fundamentalmente dixestión e absorción. A presenza de tubo dixestivo é propia de **moitos invertebrados e de todos os vertebrados**.

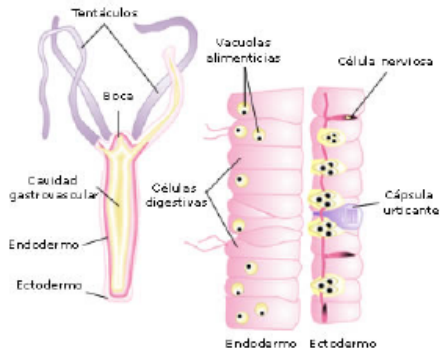
Durante esta dixestión, os alimentos sofren dous tipos de transformacións:

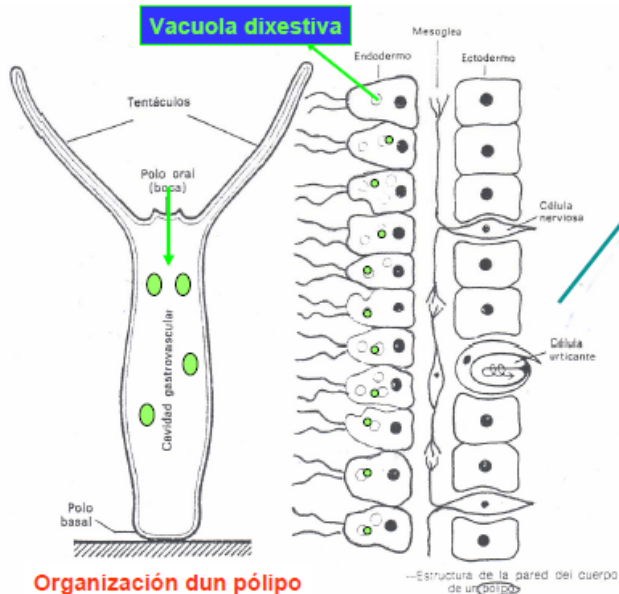
- **Mecánicas.** O alimento fragmentábase en porcións máis pequenas con axuda de órganos especializados. Esta fragmentación favorece as transformacións químicas.
- **Químicas.** Consisten na hidrólise enzimática das grandes moléculas orgánicas para transformarlas noutras máis sinxelas, como monosacáridos, ácidos graxos, glicerina, aminoácidos, etc.

A dixestión mixta

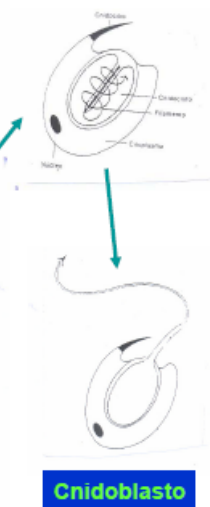
Nas medusas, pólipos e anémonas (**Filum Cnidarios**). Estes animais teñen forma de saco, no oco que se denomina **cavidade gastrovascular** onde se dixire parcialmente o alimento que se introduce grazas ós tentáculos cheos de células urticantes que paralizan ás presas.

Na cavidade gastrovascular comenza a dixestión pero remata no interior das células, polo tanto a dixestión é mixta, parte é extracelular na cavidade e parte intracelular nas células.

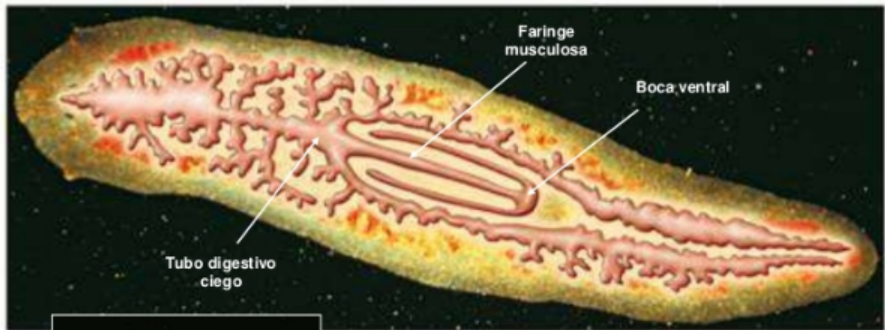




Organización dun pólipa



PLATELMINTOS



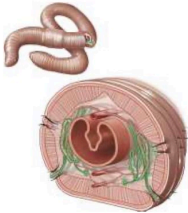
8 Modelos de organización do tubo dixestivo

8.1. Aparato dixestivo dalgúns invertebrados

Case todos os grupos de **invertebrados** teñen en común un aparato dixestivo formado por un tubo no que se diferencian a **boca, a farinxe, o esófago, o estómago** e mais o **intestino**.

Ademais, cada grupo presenta **estruturas especializadas** relacionadas cos seus diferentes hábitos alimentarios:

ANÉLIDOS



A miñoca de terra, ademais dos órganos comúns, ten **papo**. **Buche** **Molleja** e **moega**; no **papo** almacénase o alimento e na moega tritúrase.

EQUINODERMOS



O ourizo de mar presenta na boca cinco pezas calcarias, que forman a **lanterna de Aristóteles**, utilizadas para raspar os alimentos.

MOLUSCOS



Xunto ao estómago encóntrase o **hepatopáncreas**, glándula voluminosa encargada da **secreción ao intestino dos encimas dixestivos**.

ARTRÓPODOS

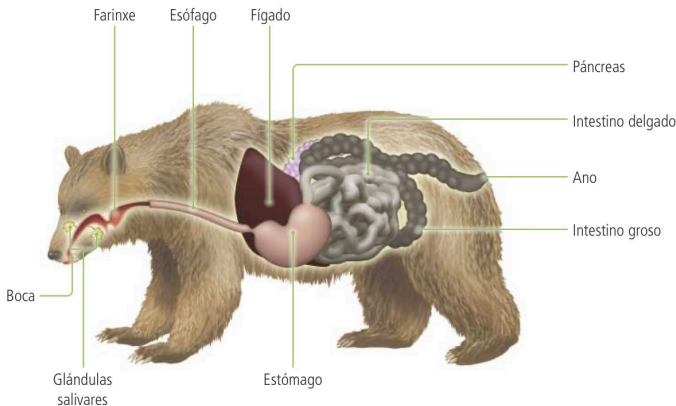


Os insectos teñen na boca **glándulas salivares** secretoras de saliva, que exerce acción encimática sobre os alimentos e favorece a inxestión.

8.2. Aparato dixestivo de vertebrados

Os vertebrados teñen un aparato dixestivo máis complexo que, en xeral, está formado por un **tubo dixestivo** e as **glándulas anexas**.

O tubo dixestivo presenta unhas características anatómicas e fisiolóxicas que favorecen a dixestión:



1. As súas **paredes son musculosas**, o que favorece o tránsito dos alimentos.
2. **Diferéncianse rexións** con características propias (boca, farinxe, esófago, estómago e intestino), **adaptadas** ao tipo de alimentación de cada animal.
3. A **súa lonxitude é grande**, o suficiente como para que os alimentos se dixiran e absorban eficazmente.
4. **Presenza de glándulas** nas paredes do estómago e o intestino que segregan zumes dixestivos con encimas hidrolíticos que favorecen a dixestión.

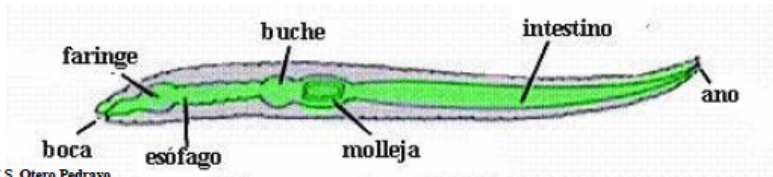
As **glándulas anexas**, como as **salivares**, o **páncreas** e o **fígado**, están situadas fóra do tubo dixestivo e producen diversos zumes que verten ao interior do tubo dixestivo para realizar a dixestión ou para facilitala.

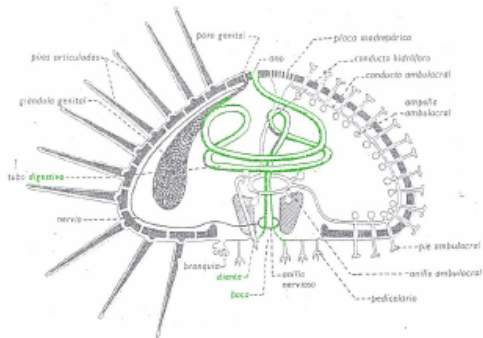
Ao seren os vertebrados un grupo moi amplo de animais, os seus aparatos dixestivos difiren en función dos seus hábitos alimentarios; así, por exemplo, os carnívoros teñen un tubo dixestivo máis curto ca os herbívoros.

PHILUM ANELIDOS

En **Anélidos atopamos** un tubo dixestivo con dúas aberturas. No que se distinguen :

- a *boca*
- a *farinx* muscular
- o *buche* para almacenar o alimento
- a *moella*, con pequenos graos de area para a trituración e
- o *intestino* que recorre o corpo e remata no *ano*.



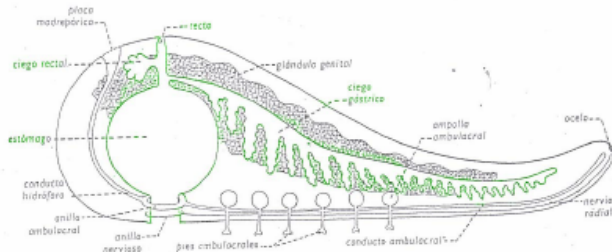


Aparato dixestivo Philum Equinodermos

Erizo de mar

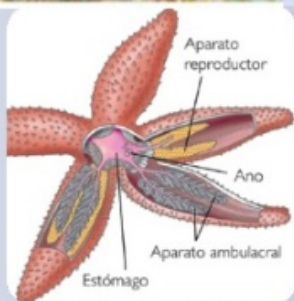
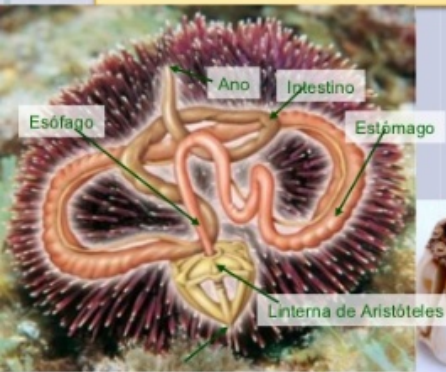
Teñen na boca 5 pezas ou mandíbulas, que forman a **lanterna de Aristóteles** utilizada para raspar os alimentos

Estrela de mar



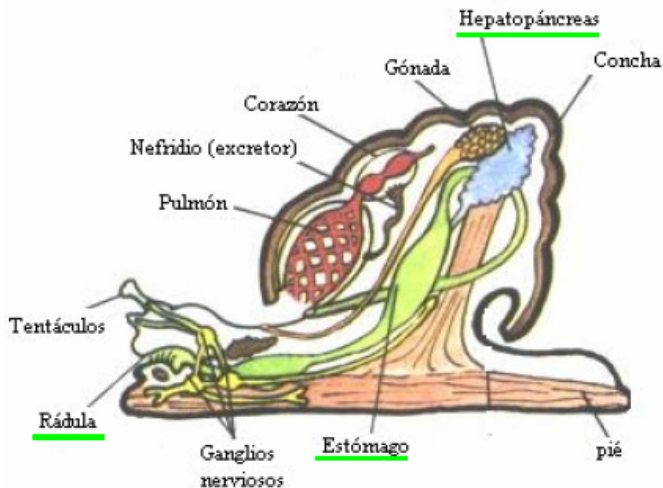
Rodean co corpo aos moluscos, separan as súas valvas e introducen entre elas o estómago, que sacan o exterior

EQUINODERMOS



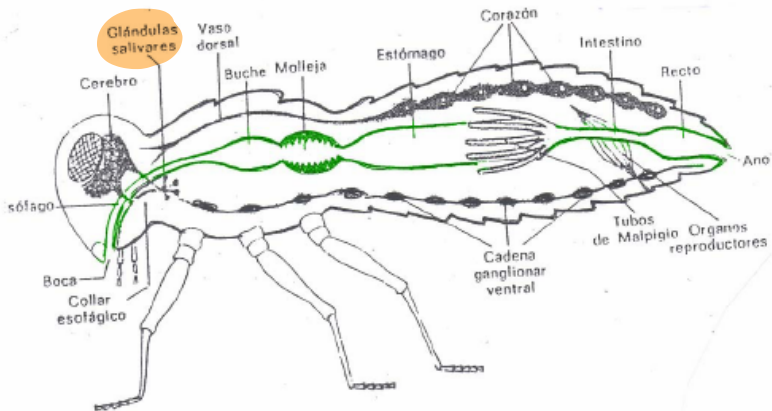
- Realizan una digestión *extracelular*.
- El tubo digestivo consta de boca, esófago, estómago e intestino, y posee glándulas digestivas.
- Los erizos de mar tienen la boca con 5 piezas que forman la **linterna de Aristóteles**. Su intestino está enrollado.
- Las estrellas de mar tienen un intestino con ciegos pilóricos y son capaces de evaginar el estómago.

Facede un debuxo dos equinodermos esquematizando as partes e cómo fan a dixestión extracelular (diferenciade ourizos de estrelas)



PHILUM MOLUSCOS. CLASE GASTERÓPODOS

Rádula: órgano en forma de lima co que raen os vexetais



PHILUM ARTRÓPODOS. CLASE INSECTOS

9 O transporte dos nutrientes

9.1. Da difusión ao sistema circulatorio

Nos organismos pequenos e sinxelos, o transporte de substancias lévase a cabo por simple **difusión** ou mestura das substancias co fluído que hai entre as células. Porén, iso non é suficiente cando o organismo presenta un certo tamaño ou unha maior complexidade.

SEN SISTEMA CIRCULATORIO: ESPONXAS, MEDUSAS E PÓLIPOS



Para mellorar o transporte aparece o **sistema circulatorio**, que se encarga do intercambio entre as células e outros sistemas corporais, como o dixestivo, o respiratorio e o excretor.

Para que un sistema circulatorio funcione, son necesarios os seguintes elementos: un fluído ou **líquido circulatorio**, unha rede de condutos ou **vasos** e, salvo no sistema linfático dos vertebrados, unha ou varias **bombas propulsoras** (corazóns ou vasos contráctiles).

Para que desempeñe correctamente a súa función é necesario que **a corrente circule nun só sentido**, o que se logra grazas á contracción da **bomba** propulsora e á existencia de válvulas que permiten o paso do fluído só nese sentido.

9.2. O líquido circulatorio

Trátase dun **fluído** no que van **disoltos ou en suspensión** tanto os **nutrientes como os produtos de excreción**, xa sexan gases, líquidos ou sólidos. Aínda que está constituído por auga con sales minerais, a súa composición depende de cada grupo animal e pode conter células, pigmentos respiratorios para transportar gases, etc.

Este líquido recibe diferentes nomes segundo as súas características:

HIDROLINFA



Encontrase nalgúns animais mariños, como os **equinodermos** (estrelas, ourizos de mar, ofiúras). A súa **composición** é moi similar á da **auga mariña**, pero pode conter células transportadoras ou **fagocíticas**.

HEMOLINFA



É o fluído circulatorio propio dos **moluscos** e dos **artropodos**. Parécese ao **sangue dos vertebrados**. Contén **células** e pode presentar **pigmentos respiratorios** de tipo **hemocianina** (baseados no **cobre**).

SANGUE

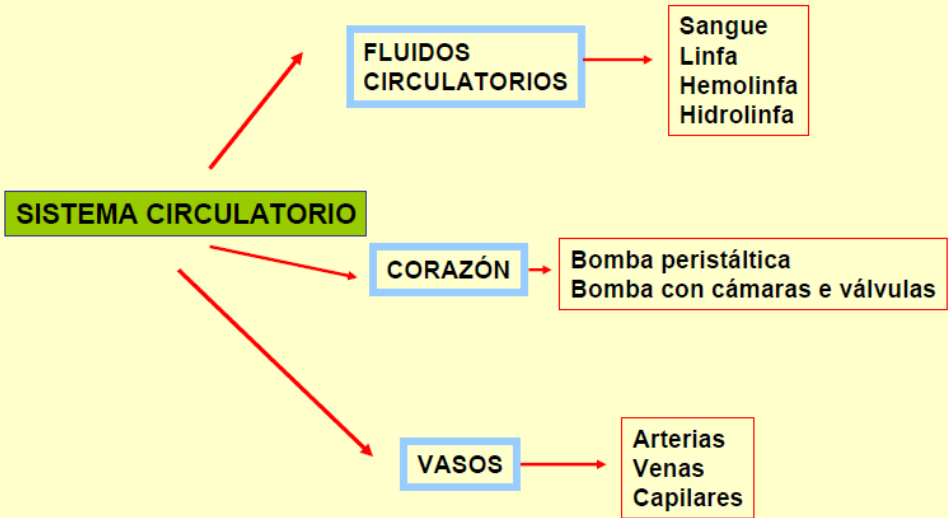


É o fluído circulatorio dos **anélidos** e dos **vertebrados**. Está formado por un líquido chamado **plasma** e contén varios tipos de **células** e **pigmentos respiratorios** de tipo **hemoglobina** (baseados no **ferro**).

Ademais, nos **vertebrados** hai outro líquido circulatorio exclusivo do grupo, a **linfa**. É o encargado de **transportar os lípidos**. Deriva do sangue, aínda que **non contén glóbulos vermellos**, e circula polo **sistema linfático**, que **se comunica co sanguíneo**.

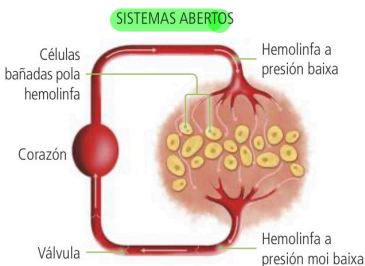
Os **pigmentos respiratorios** son **proteínas** unidas a un **átomo metálico**. Os máis abundantes son as **hemoglobinas**, que conteñen ferro (**Fe**) e son propias de vertebrados e moitos anélidos, e as **hemocianinas**, que conteñen cobre (**Cu**) e están presentes en moitos moluscos e artrópodos acuáticos.

17 A salinidade do medio interno e do líquido circulatorio dos animais acuáticos depende da auga na que viven. Por iso, son incapaces de regular a súa homeostase salina e coñécense como "conformistas". As estrelas de mar pertencen a este tipo de animais. Se somerxemos unha estrela de mar na auga dun río durante un longo tempo, que lle sucederá á súa hidrolinfa? E ás súas células?

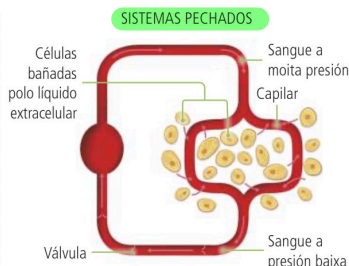


9.3. O sistema de vasos

Trátase dos condutos polos que viaxa o líquido circulatorio. Estes condutos poden formar dous tipos de sistemas:

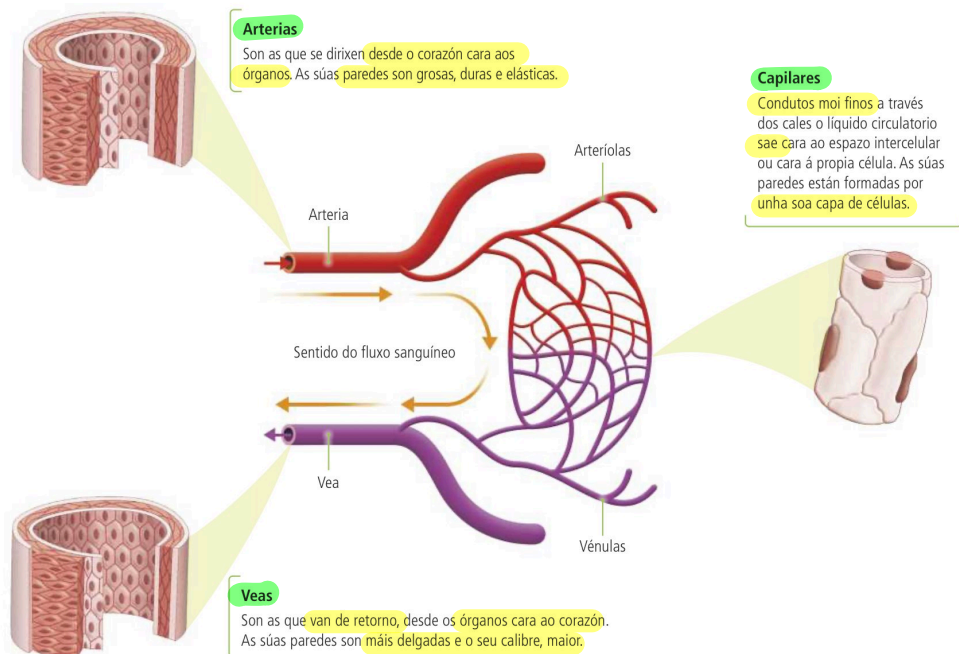


A rede de vasos esténdese **só por unha parte do corpo**. O líquido sae nalgúns zonas do corpo desde os vasos ás cavidades internas. Impulsado polo corazón, viaxa **nun sentido**, co que aumenta a súa eficacia, aínda que o seu fluxo discorre con **lentitude**.



A rede de vasos esténdese por **todo o corpo** e canaliza o líquido circulatorio polo organismo completo. O líquido circulante móvese dentro dun circuito cerrado de vasos. A **saída** dos nutrientes prodúcese nos **capilares**.

Os vasos reciben distintos nomes segundo a dirección na que viaxe o líquido circulatorio: **arterias, veas e capilares**.



18 Que vantaxe pode presentar un sistema circulatorio pechado fronte a un aberto? Razona e xustifica a túa resposta.

19 En que tipo de sistema circulatorio, aberto ou pechado, o sangue circula cunha presión máis alta? Xustifica a túa resposta.

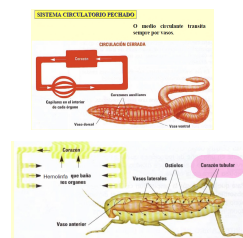
9.4. Bombas propulsoras, contráctiles ou corazóns

O **elemento propulsor** do circulatorio pode presentar **diferentes formas**:

- **Vasos contráctiles**. Son vasos con propiedades de contracción. Preséntanse en **anélidos**.
- **Corazón tubular**. Constituído por unha soa cámara contráctil en forma de tubo. É característico dos **artropodos**.
- **Corazón tabicado**. Está dividido en cámaras separadas. As cámaras que reciben o sangue denomínanse aurículas e aquelas desde as que sae, ventrículos. É propio dos **vertebrados**, pero existe tamén en **moluscos**.

Os elementos propulsores presentan **válvulas** para evitar o retroceso do líquido.

- 20 Pode un sistema circulatorio carecer de corazóns ou mecanismos de contracción? Xustifica a túa resposta.

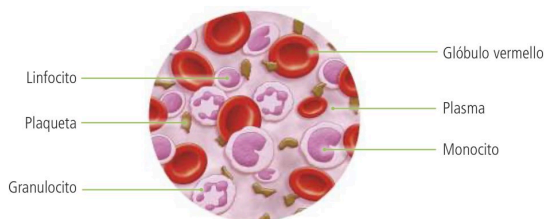


9.5. As funcións do sistema circulatorio

Nos vertebrados máis complexos, os sistemas circulatorios poden cumprir as seguintes funcións:

- **Transporte de nutrientes líquidos ou sólidos procedentes do sistema dixestivo**. Nos vertebrados existe un sistema de transporte xeral, o sangue, e un sistema de transporte de grasas, o sistema linfático.
- **Transporte de gases**. Leva o osíxeno do sistema respiratorio ás células e o dióxido de carbono das células ao respiratorio. Os gases adoitan ir disoltos no líquido circulatorio, pero algúns sistemas melloran esta función mediante pigmentos respiratorios que se combinan co osíxeno e que poden ir dentro de determinadas células. Este é o caso da **hemoglobina** dos glóbulos vermellos.
- **Transporte de substancias de refugallo** procedentes das células e que son filtradas nos sistemas excretores que as expulsan ao exterior.
- **Control da homeostase interna**. As células necesitan unhas condicións estables de temperatura, concentración de substancias ou salinidade. Esa homeostase lógrase mediante mecanismos de control nos que o sistema circulatorio ten un papel destacado, absorbindo ou liberando substancias ao líquido extracelular.
- **Distribución de mensaxes químicas ou hormonas**, que participan no control das funcións do organismo.
- **Transporte e comunicación do sistema inmunitario**. Os elementos defensores do organismo son células (**leucocitos**) e moléculas (**anticorpos**) que viaxan polo interior do corpo a través do sistema circulatorio.
- **Cicatrización e peche de feridas**. Os sistemas circulatorios complexos presentan mecanismos de taponamento das feridas, que poden ser por **vasoconstrición**, ou estreitamento dos vasos, ou por **coagulación**, ou solidificación do sangue por formación dunha rede de **proteínas fibrilares** que atrapan **plaquetas**, proteínas e células.

- 21 Relaciona as funcións xerais dos sistemas circulatorios complexos con cada un dos compoñentes do sangue representados no debuxo. Xustifica cada unha das respostas.



- 22 Que pode ocorrer cando os microorganismos patóxenos conseguen chegar aos vasos sanguíneos?

10 Modelos de sistemas circulatorios en invertebrados

10.1. Os modelos máis sinxelos

Os **animais mariños máis sinxelos** e os **primeiros invertebrados terrestres** **carecen** de sistemas circulatorio e respiratorio. As súas células obteñen o alimento e os gases do exterior e intercámbianlos directamente entre elas ou a través dos fluídos intercelulares.

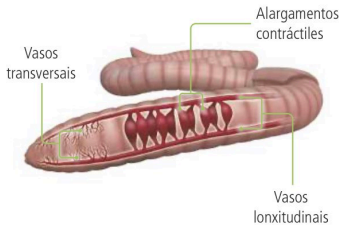
Estes mecanismos presentan unhas limitacións que os obrigan **á inmovilidade ou a movementos lentos**, a corpos cun grosor limitado e a un metabolismo pouco activo.

A aparición de sistemas circulatorios está asociada á aparición da respiración branquial nos animais acuáticos e da respiración traqueal ou pulmonar nos animais terrestres.

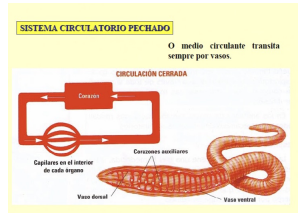
10.2. O sistema circulatorio en invertebrados

Dos moitos grupos de **invertebrados** destacan, pola súa importancia evolutiva, os anélidos, os moluscos e os artrópodos.

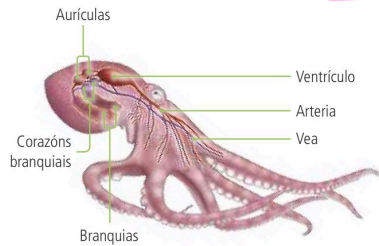
ANÉLIDOS



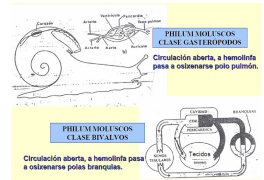
Posúen un **aparato circulatorio pechado** formado por dous **vasos lonxitudinais**, un en posición dorsal e outro en posición ventral, unidos por varios **vasos transversais**. O sangue circula polo vaso dorsal de atrás cara adiante, pasa aos vasos transversais e, de aí, ao vaso ventral, por onde circula desde a parte anterior á posterior do animal. O movemento do sangue é posible debido a que algúns vasos transversais, denominados **alargamentos contráctiles**, desenvolven a capacidade de contraerse.



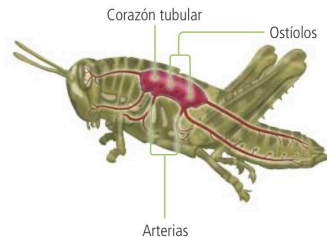
MOLUSCOS



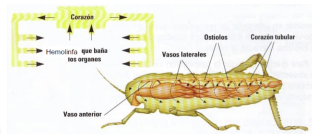
Excepto os **cefalópodos (luras, polbos)**, que teñen un sistema circulatorio case pechado, **no resto é aberto, cun corazón tabicado** situado dentro dunha cavidade denominada pericárdica. Para mellorar a circulación a través das branquias, contan con **corazóns accesorios, chamados branquiais**, que reciben o sangue das veas e impúlsano para que atravesase as branquias cara ás aurículas do corazón. A presenza destes corazóns é unha adaptación que corrixe en parte a ineficacia do sistema circulatorio aberto.



ARTRÓPODOS TERRESTRES



Teñen un **aparato circulatorio aberto**, situado en posición dorsal, cun **corazón tubular** que presenta uns pequenos **orificios ou ostíolos**. O corazón contraese e bombea a hemolinfa cara adiante, primeiro cara ás arterias, logo destas pasa aos espazos tisulares e, desde aí, regresa por outros vasos á cavidade pericárdica que rodea o corazón. Ao presentar respiración traqueal, **non necesitan pigmentos respiratorios**, e o seu circulatorio só transporta nutrientes e substancias de refugallo.



23 En que grupo de animais se presentan os corazóns accesorios? Cal é a función que realizan eses corazóns?

11 Modelos de sistemas circulatorios en vertebrados

11.1. Dous sistemas circulatorios

Os vertebrados presentan dous sistemas circulatorios comunicados entre si:

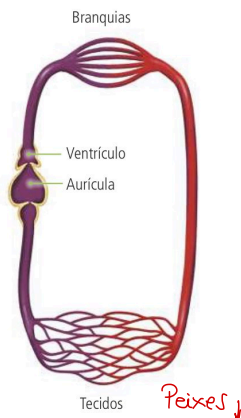
- **Sistema sanguíneo.** É o principal e contén o sangue, que se move impulsado por un corazón tabicado. Aínda que se considera pechado, parte dos compoñentes do sangue (non os glóbulos vermellos) poden saír dos vasos ao espazo intercelular. Con iso contrólanse os líquidos intercelulares, a súa concentración molecular e a homeostase interna.
- **Sistema linfático.** É un sistema subsidiario que conduce a linfa de retorno ao corazón. A linfa fórmase a partir do plasma e dos glóbulos brancos do sangue que se extravasan nos capilares sanguíneos; circula polos vasos linfáticos e recolle a maior parte dos lípidos absorbidos no intestino. Este sistema está conectado cos ganglios e cos órganos linfáticos e ten un importante papel inmunitario. O sistema linfático desemboca nas veas de retorno ao corazón.

24 Cal é a principal diferenza celular entre o sangue e a linfa? De acordo con esa diferenza, que función sanguínea non poderá cumprir nunca a linfa?

11.2. Tipos de circulación

A circulación sanguínea pode ser de dous tipos: sinxela ou dobre, dependendo de se o sangue pasa polo corazón unha ou dúas veces, respectivamente, ao dar unha volta completa a todo o organismo.

CIRCULACIÓN SINXELA

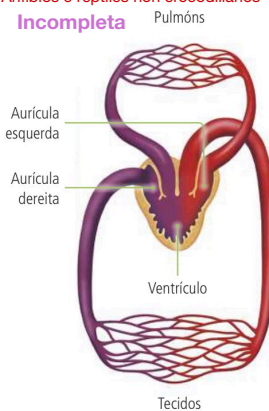


Só hai un único círculo, aínda que está ramificado, de forma que cada bombeo do corazón impulsa o sangue tanto cara ao sistema respiratorio como cara ao resto dos órganos e os sistemas do corpo do animal: o sangue só pasa unha vez polo corazón.

CIRCULACIÓN DOBRE

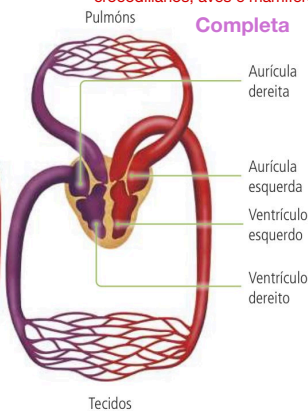
Anfibios e réptiles non crocodilianos

Incompleta



crocodilianos, aves e mamíferos

Completa



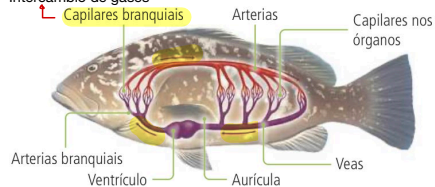
Hai dous circuitos: un vai desde o corazón ao sistema respiratorio e outro diríxese cara aos demais órganos e sistemas do corpo. Na circulación dobre incompleta (esquerda), o sangue de ambos os circuitos mestúrase no corazón, xa que o ventrículo non está tabicado ou estao de forma incompleta. Na circulación dobre completa (dereita), o sangue dos dous circuitos non se mestura no corazón, pois as dúas cámaras anteriores ou aurículas e as dúas posteriores ou ventrículos están tabicadas.

25 Responde as seguintes cuestións referidas á circulación sinxela, á circulación dobre incompleta e á circulación dobre completa.

- Indica a dirección e o sentido do fluxo do sangue en cada un dos casos.
- Signala as vantaxes e os inconvenientes de cada tipo de circulación.

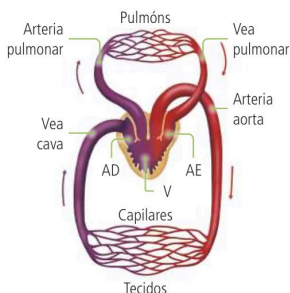
11.3. Sistema circulatorio en peixes

Intercambio de gases



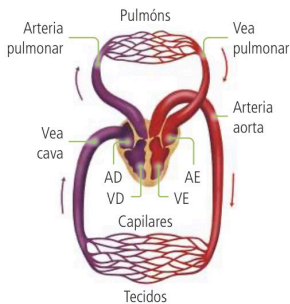
Os peixes presentan un **sistema circulatorio sinxelo**. O seu corazón é **lineal e bicameral**, cunha soa aurícula e un único ventrículo. O sangue dirixese desde o corazón cara ás branquias para oxixenarse e logo continúa cara ao resto do corpo do animal.

11.4. Sistema circulatorio en anfíbios e réptiles non crocodilianos



Os **anfíbios** son o primeiro grupo de vertebrados terrestres e derivan evolutivamente dos peixes. A súa **circulación é dobre**, cun **circuito pulmonar ou menor**, e outro **xeral ou maior**. O corazón ten tabicación interna, con **dúas aurículas e un ventrículo**. É, por tanto, un **corazón tricameral**. Debido á ausencia de tabicación completa do ventrículo, o sangue de ambos os circuitos pódese mesturar no corazón, polo que se trata dunha circulación **dobre incompleta**. Para evitar que faga moita mestura, as aurículas contraense de forma sucesiva. A **contracción do ventrículo impulsa alternativamente** sangue rico en oxíxeno cara ao circuito maior e sangue pobre en oxíxeno cara ao circuito menor. Este sistema tamén está presente nos **réptiles**, **excepto** nos pertencentes ao grupo dos **crocodilos**.

11.5. Sistema circulatorio en crocodilianos, aves e mamíferos



Presentan unha **circulación dobre completa**, cun **circuito menor pulmonar** e outro **maior xeral**. O seu **corazón** está completamente **tabicado**, con **catro cámaras**: dúas aurículas e dous ventrículos. Cada aurícula comunícase só co ventrículo do seu lado, polo que existen **válvulas** entre eles para impedir o retorno do sangue. Funciona coma se houbera dous corazóns, un para cada circuito. Os **crocodilos** son o grupo de réptiles actuais máis relacionado cos **dinosaurios** e as **aves**. Aínda que non se coñece ben como era o corazón dos dinosaurios, o grupo do que proceden as aves especúlase que tamén era **tetracameral**. **Mamíferos**

- 26 Un glóbulo vermello do sangue dunha ave acaba de regresar ao corazón desde unha vea que vén dunha extremidade. A onde se dirixirá unha vez que saia do corazón?

RESOLVE CON CIENCIA. O corazón dos dinosaurios

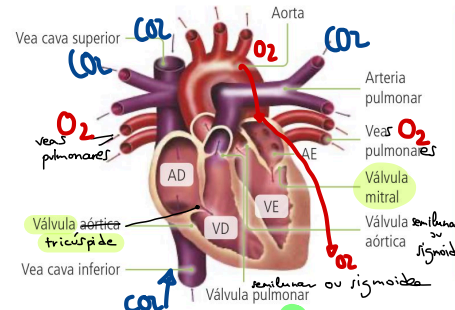
- 27 No ano 2000, no resto fósil dun dinosauro do xénero *Thescelosaurus*, encontrouse unha estrutura con catro cámaras que se interpretou como un corazón, con dúas aurículas e dous ventrículos. En 2011, un novo traballo sobre os mesmos restos, pero con técnicas máis avanzadas, puxo en dúbida que aquela estrutura fose o corazón.

- Se a primeira interpretación fose correcta, a que tipo de corazón de vertebrados actuais se semellaría o do *Thescelosaurus*?
- Xa que os dinosaurios son o grupo de réptiles do que proceden as aves, escribe un texto sobre a relación evolutiva entre os réptiles actuais, as aves, os mamíferos e os dinosaurios.



11.6. O funcionamento do corazón nos mamíferos

O **corazón** é o órgano **propulsor do sangue**. O seu funcionamento esixe a coordinación do seu sistema de contracción e un ritmo constante. Porén, o impulso do corazón coas súas contraccións non é suficiente para que o sangue chegue a todos os órganos e retorne de novo, sobre todo no caso da circulación maior. Os **vasos sanguíneos contribúen** tamén ao movemento do fluxo do sangue.



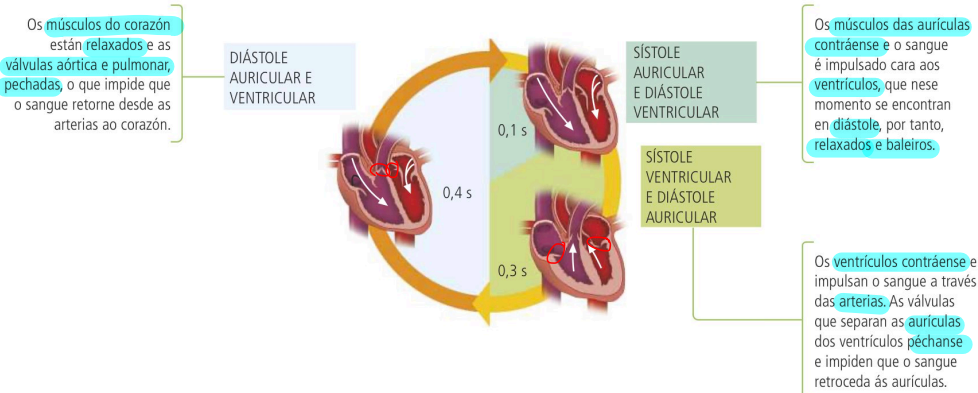
O **corazón** dos mamíferos consta de **dúas aurículas** de paredes finas e **dous ventrículos**, máis **musculosos**. Cada aurícula comunica-se co ventrículo do seu lado a través dunha abertura regulada por unha **válvula auriculoventricular**: a **mitral** (lado esquerdo) e a **tricuspidé** (lado dereito). Á saída dos **ventrículos** están as válvulas **sigmoideas**: a **aórtica** (lado esquerdo) e a **pulmonar** (lado dereito). O sistema de válvulas **impide o retorno do sangue**.

O **sangue**, procedente **dos pulmóns**, entra ao corazón pola **aurícula esquerda**, pasa ao **ventrículo esquerdo** e, de aí, pola **arteria aorta**, distribúese a **todo o organismo** a través do **circuíto circulatorio maior ou sistémico**. Regresa ao corazón polas **veas cavae, superior e inferior**, que desembocan na **aurícula dereita**, desde onde pasa ao **ventrículo dereito** e deste aos **pulmóns** por medio da **arteria pulmonar**. Volve ao **corazón** a través das **veas pulmonares**, que desembocan na **aurícula esquerda**.

Esta circulación do sangue polos vasos sanguíneos é posible grazas a que o corazón o impulsa mediante movementos coordinados de **contracción ou sístole**, e de **dilatación ou diástole**. Ambos os movementos son **simultáneos**; as **aurículas contraen-se ao mesmo tempo** que se **dilatan os ventrículos** e, cando **estes se contraen**, as **aurículas se dilatan**. Para que o mecanismo do latexo funcione, é necesario que as **sístoles auriculares** e as **diástoles ventriculares** coincidan, e ao contrario.

Denomínase **ciclo cardíaco** á **secuencia de procesos** que ocorren no corazón para que se produza un **latexo completo**.

ETAPAS DUN LATEXO CARDÍACO



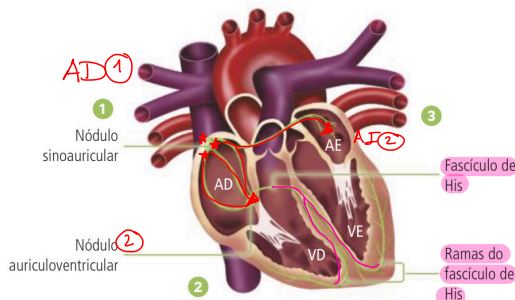
- 28 Por que, cando se contraen os ventrículos, o sangue sae polas arterias e non regresa ás aurículas?
- 29 Por que o ventrículo esquerdo é a cámara que ten as paredes máis grosas?

En xeral, os **músculos** só se contraen cando lles chega un **estímulo** a través dun **nervio motor**. Porén, o músculo cardíaco posúe **características que o diferencian do resto**, xa que a súa estimulación se inicia no propio músculo. En concreto, o latexo do corazón iníciase nun grupo de **células musculares** especializadas da aurícula dereita, o **nódulo sinoauricular** ou **marcapasos**, que teñen a **capacidade para contraerse** por si mesmas dunha forma rítmica.

Unha vez iniciado o latexo cardíaco, a **propagación** do impulso prodúcese rapidamente e do seguinte modo:

1. Na parede muscular da **aurícula dereita** existe unha zona denominada **nódulo sinoauricular** que xera os impulsos eléctricos rítmicos causantes da contracción do músculo cardíaco. Trátase dun auténtico "**marcapasos**" e é unha característica exclusiva deste tipo de músculo.

2. O impulso propágase a ambas as aurículas, que se contraen simultaneamente, e chega ao **nódulo auriculoventricular**, onde a transmisión se retén 0,1 segundos.



3. Ao instante, o **impulso** avanza moi rápido por unhas **fibras musculares especializadas**, ou **fascículo de His**, e alcanza a **parte distal dos ventrículos**, desde onde se reparte ao conxunto dos músculos que os tapizan, conseguindo unha **sístole ventricular simultánea** e distanciada da auricular.

0,1 segundos: Permite que aurículas e ventrículos se contraigan en diferente momento

O funcionamento rítmico do nódulo sinoauricular determina a **frecuencia cardíaca**, é dicir, o **número de latexos por minuto**. Aínda que o envío de impulsos se produce a un ritmo determinado, existen factores que poden varialo, como son a idade, o sexo, a maior ou menor actividade física, o nivel de estrés, os factores hormonais, etc.

30 Que ocorrería se non se producise o retraso no impulso eléctrico que determina a contracción cardíaca á altura do nódulo auriculoventricular?

11.7. A presión sanguínea

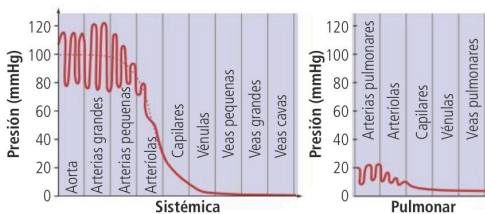
O sangue exerce **presión** sobre as paredes dos vasos sanguíneos. As contraccións dos ventrículos impulsan o sangue ás arterias en forma de onda e aumentan a presión sobre as paredes elásticas dos vasos. Así, nunha arteria pásase dun momento de **máxima presión**, cando chega a onda de fluxo, a outro de **mínima presión**, no **momento entre dúas ondas**. Son a **tensión máxima e mínima**.

Para que o sangue chegue aos capilares son suficientes o impulso da contracción ventricular e o carácter elástico das paredes arteriais. Como a presión nos capilares é xa moi débil e o impulso cardíaco apenas ten efecto, para que o sangue retorne ao corazón as veas sitúanse entre os músculos das pernas, de modo que a contracción muscular exerce unha **compresión constante** sobre estes vasos. Ademais, as **veas** teñen un sistema de pequenas **válvulas** que **impiden o retroceso do sangue**.

RESOLVE CON CIENCIA. Interpretar unha gráfica

31 A presión que exerce o sangue nos diferentes vasos varía moito. As gráficas mostran algúns valores da presión sanguínea. Obsérvase que a flutuación entre as máximas e as mínimas se produce só nalgúns partes do sistema circulatorio e, ademais, de forma diferente.

- Explica as flutuacións nunhas partes do sistema de vasos e a súa ausencia noutras.
- Que zonas son as mellores para tomar o pulso?



12 O proceso de excreción

12.1. Produtos de excreción animal

O metabolismo animal xera produtos de refugallo. Algúns son utilizados como substratos doutras rutas metabólicas, pero sempre hai substancias das que é preciso desfacerse. Entre as substancias de refugallo hai dúas especialmente importantes:

- O **dióxido de carbono**. É transportado polo sistema circulatorio ata o respiratorio, desde onde sae, por difusión, ao aire ou á auga circundante. Deste modo, o respiratorio exerce a función de excreción de gases.
- Os **produtos nitroxenados**. Derivan fundamentalmente do catabolismo das proteínas e dos ácidos nucleicos e presentan certa toxicidade. Os principais son os seguintes:



É o produto inicial da degradación dos aminoácidos, e moi tóxico; require gran cantidade de auga para diluílo e eliminalo. Só é produto de excreción en animais acuáticos, como a maioría dos peixes e os invertebrados marinhos. Estes animais chámanse amoniotélicos.



É un produto da transformación do amoniaco. Menos tóxico que este, tamén require a súa disolución no sangue e a urina, o que implica perda de auga. A urea é o produto de excreción de anfibios e mamíferos. Os animais que eliminan urea denomínanse ureotélicos.



Procede tamén do amoniaco. É pouco tóxico e precipita en forma de cristais ou sales pouco solubles, polo que se elimina en forma semisólida. O ácido úrico é o produto de excreción de insectos, réptiles terrestres e aves. Estes animais chámanse uricotélicos.

32 Que vantaxes e inconvenientes fisiolóxicos presenta cada unha das tres formas que utilizan os animais para a excreción do nitróxeno?

12.2. Balance hídrico e control osmótico do medio interno

A dilución dos produtos nitroxenados en auga, así como a necesidade de regular a cantidade deste líquido e dos sales disoltos, fan que o **balance hídrico** e o **control osmótico** do organismo estean moi relacionados co sistema excretor. Basicamente existen tres situacións ao respecto:



Animais acuáticos mariños

Os **peixes cartilaxinosos** e moitos **invertebrados** non teñen problema porque o seu medio interno presenta a mesma concentración osmótica que o mar. Nos **peixes óseos**, o medio interno é menos salino, o que lles fai perder auga e gañar sales constantemente. Repoñen a auga bebendo do mar e eliminan o exceso de sales polas branquias, o intestino e o ril.



Animais de auga doce

Teñen o problema inverso ao dos animais acuáticos mariños: **gañan auga constantemente** e deben evitar **perder sales**. Para iso, os peixes doceacuícolas absorben activamente **ións polas súas branquias** e desfanse do exceso de auga xerando no seu ril unha **urina moi diluída**.



Animais terrestres

O seu problema fundamental é a **perda de auga pola urina e por evaporación** a través das superficies do corpo. A solución radica en **beber auga ou xerala metabolicamente** a partir da oxidación do alimento (de feito, algúns animais do deserto non beben nunca auga líquida).

13 Evolución dos sistemas excretores

13.1. Que é un sistema excretor?

Baixo o termo de **sistema excretor** agrúpanse aqueles órganos encargados da eliminación dos produtos de refugallo procedentes do metabolismo celular.

Os sistemas excretores presentan un desenvolvemento evolutivo que podemos resumir en tres fases: animais invertebrados sen sistema excretor, animais invertebrados con sistema excretor e sistema excretor de vertebrados.

13.2. Sistema excretor de invertebrados

A maior parte dos invertebrados teñen un sistema excretor claramente diferenciado e só os menos evolucionados, como os **poríferos** (esponxas) ou **celentéreos**, **carecen destas estruturas**; nestes, a excreción realízase por difusión a través da parede corporal.

O **resto dos invertebrados** teñen sistemas excretores especializados. En xeral, todos son estruturas en forma de **tubo**, aberto por un ou ambos os lados, nos que se recollen as substancias de refugallo procedentes do medio interno, que logo se eliminan ao exterior. Son os **nefridios**.

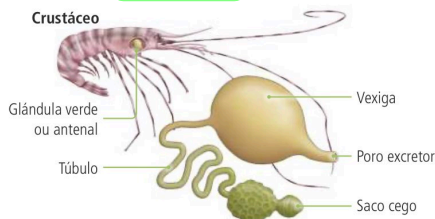
Os sistemas excretores en invertebrados axústanse a estas catro tipoloxías:

PROTONEFRIDIOS



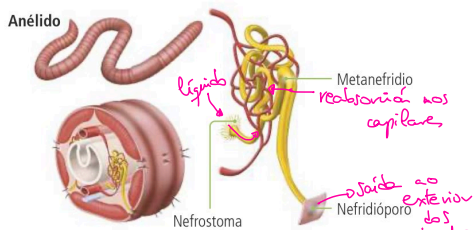
É propio dos **platelmintos** ou **vermes planos**. Os refugallos pasan desde o medio interno a uns **túbulos ramificados** que terminan nunhas células ciliadas (**células flamíxeras**) ou flaxeladas (**solenocitos**). O movemento dos cilios e dos flaxelos impulsa o líquido excretor por un sistema de tubos **cara aos poros excretores**.

GLÁNDULAS VERDES



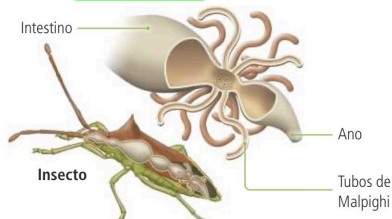
Os **crustáceos** teñen un par de **glándulas** situadas na base das súas antenas, na cabeza. Esas glándulas constan dun **saco cego esponxoso** que filtra o líquido do medio interno, ao que segue un **túbulo** para a **reabsorción** de auga, sales e substancias aproveitables, e unha **vexiga** cun **poro excretor** situado na base das antenas.

METANEFRIDIOS



Nos invertebrados máis complexos, como os **anélidos** ou os **moluscos**, o nefridio vólvese máis sofisticado: o extremo interior ábrese nun **funil** a cavidade xeral do corpo, mellorando así a entrada de fluído; ademais, o **túbulo** rodéase dun sistema de vasos circulatorios para **reabsorber auga e sales**, e formar a urina.

TUBOS DE MALPIGHI

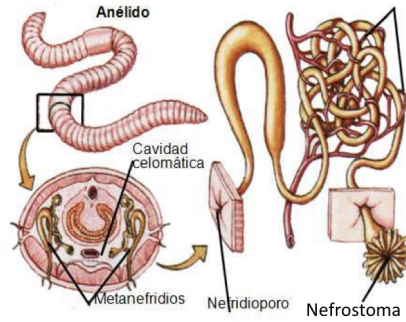
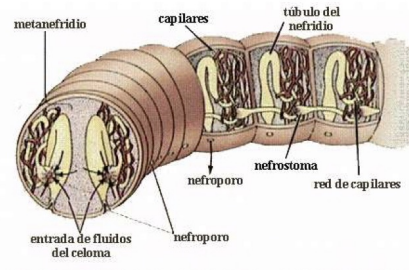


Os **insectos** e as **arañas** teñen **tubos cegos ramificados** (tubos de Malpighi), sen vascularización, que desembocan no tubo dixestivo. As súas paredes capturan ións e moléculas do medio interno por **difusión** e **transporte activo**, arrastrando auga por **osmose**. No intestino **reabsórbese a auga** e **precipita o ácido úrico**, que se elimina.

METANEFRIDIOS

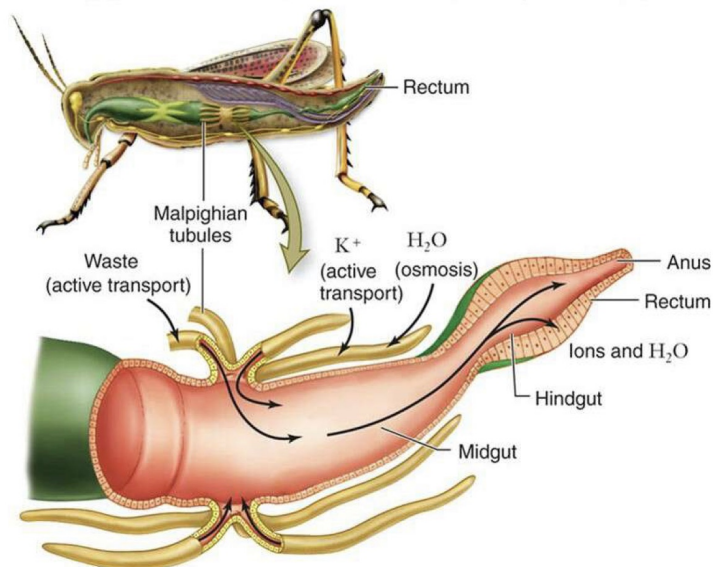
Son tubos abiertos por los dos extremos.
Son característicos de anélidos y moluscos

El extremo interno se abre a la cavidad general del cuerpo o **celoma** y está rodeado por cilios.
El otro extremo se abre al exterior por un poro.



El líquido que está en el celoma y que contiene sustancias de desecho, es recogido por los cilios del **nefrostoma** y pasa a los túbulos, donde las sustancias útiles son reabsorbidas. Los desechos salen al exterior por un orificio denominado **nefridioporo**.

Tubos de Malpighi



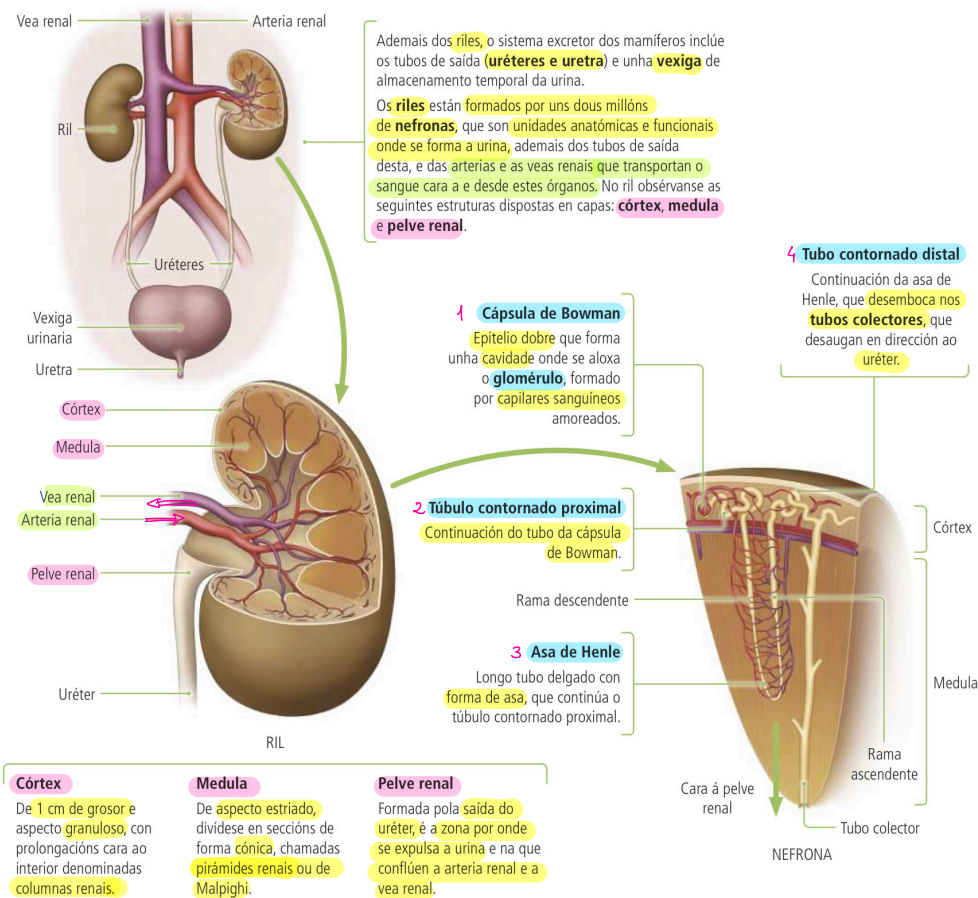
13.3. Sistema excretor de vertebrados

Os vertebrados presentan un sistema excretor baseado nun par de **riles**, formados por numerosas **nefronas**; nelas fórmase a urina, un líquido constituído por auga e substancias de refugallo.

En **réptiles e aves**, a urina é expulsada polo **ano**; nos **mamíferos**, vai polos **uréteres** ata a **vexiga** e sae ao exterior pola **uretra**. Ademais, existen **outros sistemas de excreción**:

- As **branquias** nos **peixes**.
- As **glándulas do sal** nas **aves mariñas e nas tartarugas mariñas**. Estes animais beben exclusivamente **auga salgada** e **eliminan o exceso de sal** por **esas glándulas**, que nas **aves** están situadas **enriba do peteiro** e nas **tartarugas**, **xunto aos ollos**.
- O **figado nos mamíferos**. Os **pigmentos biliares**, entre eles a **bilirrubina**, procedente da **degradación da hemoglobina**, **metabolízanse no figado** e os **refugallos** resultantes **elimínanse a través do intestino**.
- As **glándulas sudoríparas nos mamíferos**. A súa función é formar a **suor** coa que se **eliminan substancias de refugallo**; ao mesmo tempo, **regulan a concentración iónica e a temperatura corporal**.

SISTEMA EXCRETOR EN MAMÍFEROS



13.4. A formación da urina nos vertebrados

Cada **nefrona** é unha **unidade formadora de urina**. O mecanismo baséase na **filtración do sangue** e a posterior **reabsorción de todo o que lle é útil** ao organismo.

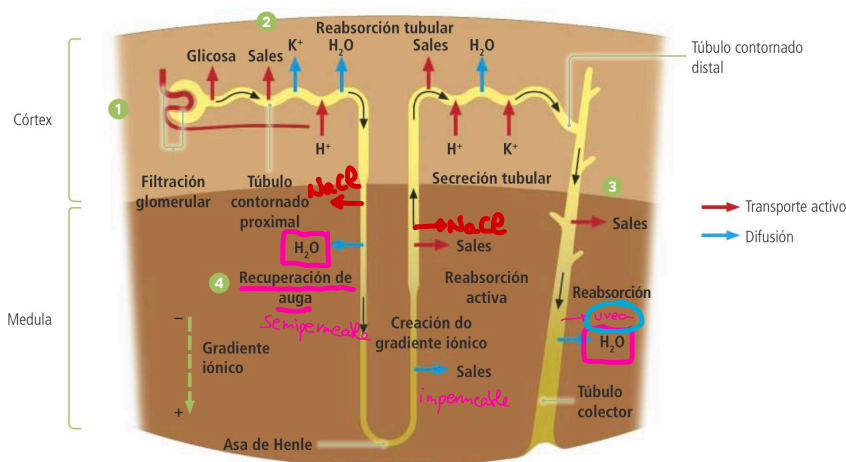
A formación da urina consta de **catro etapas**:

1. Filtrado glomerular

O sangue chega ao ril pola **arteria renal**, que se ramifica e entra na **cápsula de Bowman** de cada nefrona por unha **arteriola aferente**. Dentro, o **capilar** forma o **glomérulo**. A diferenza de presión entre o sangue do glomérulo e a do espazo da cápsula de Bowman orixina o **ultrafiltrado** dun líquido parecido ao **plasma** (sangue sen células nin proteínas), que pasa ao **túbulo contornado proximal**.

2. Reabsorción tubular

O filtrado glomerular contén **ións e moléculas** que non convén eliminar. Para **recuperalos**, prodúcese unha **reabsorción** nos túbulos proximal e distal mediante **transporte activo e difusión**. A reabsorción tubular recupera case a **totalidade da glicosa** da urina, mentres que os **ións minerais** se reabsorben en función da súa cantidade no sangue nese momento. A reabsorción presenta unha **regulación hormonal**. *AR de feno we*



3. Sекреción tubular

É o **paso activo** de substancias desde o **sangue dos capilares** ata o **túbulo contornado distal** que rodean. Isto aumenta a **concentración** na urina de substancias que interesa eliminar. Deste modo desbótanse o **hidróxeno**, o **potasio**, as **substancias tóxicas**, etc.

4. Recuperación de auga

Nos nosos riles, os glomérulos filtran uns **200 L de sangue** ao día. A **perda de auga** que isto supón non é tolerable para o noso corpo, polo que debe recuperarse na súa maioría. A **recuperación de auga** ten lugar por **osmose**.

Na **recuperación de auga** por osmose, as paredes da **rama descendente** da asa de Henle son **semio permeables** e as da **rama ascendente** son **impermeables**, pero **sacan activamente NaCl** da urina en formación. Isto xera un **gradiente de concentración salina** na medula, que **aumenta coa profundidade**. En consecuencia, a **auga sae por osmose da rama descendente** e pasa ao sangue.

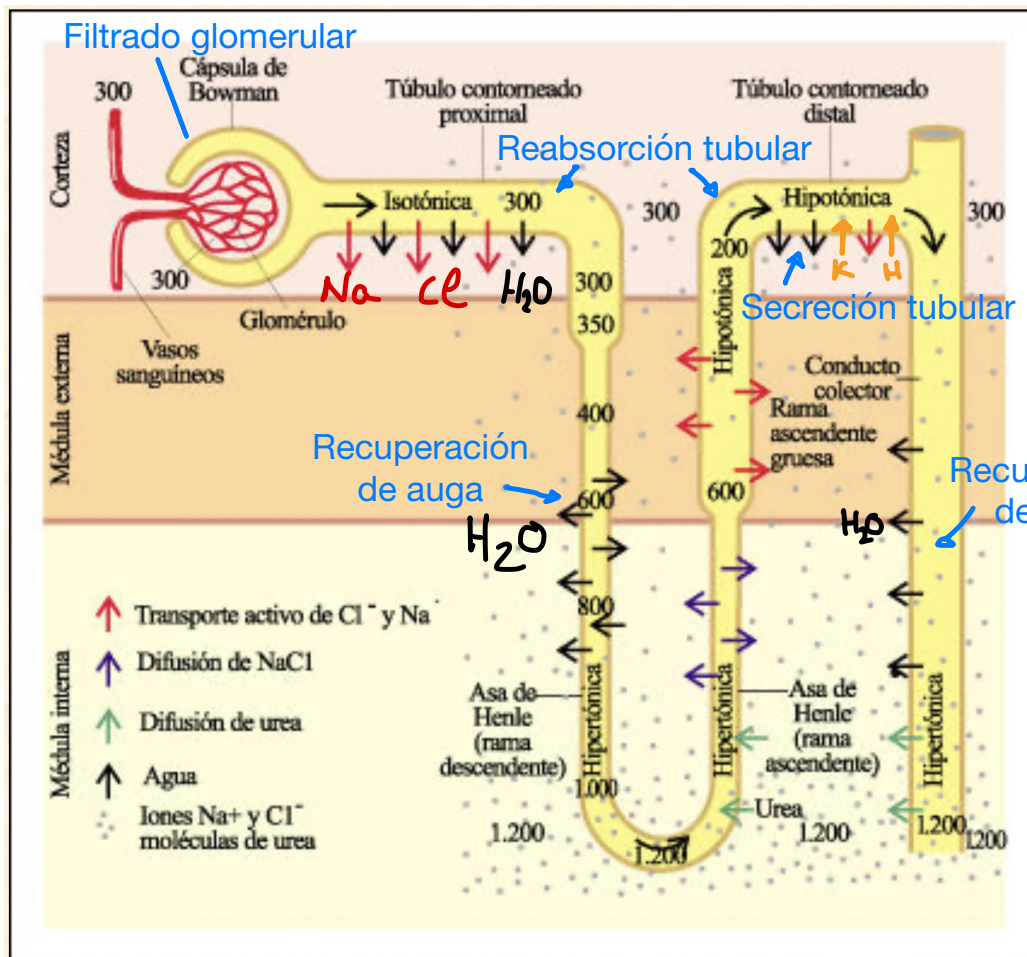
Os **tubos colectores**, ao **entraren na medula**, camiño do uréter, **recuperan máis auga** (e outras moléculas, como **urea**) por osmose.

As necesidades corporais en cada momento esixen eliminar máis ou menos auga, polo que o **balance hídrico** corporal se controla desde o ril mediante **regulación hormonal**.

33. Que ocorrería se as paredes da rama descendente da asa de Henle fosen impermeables?

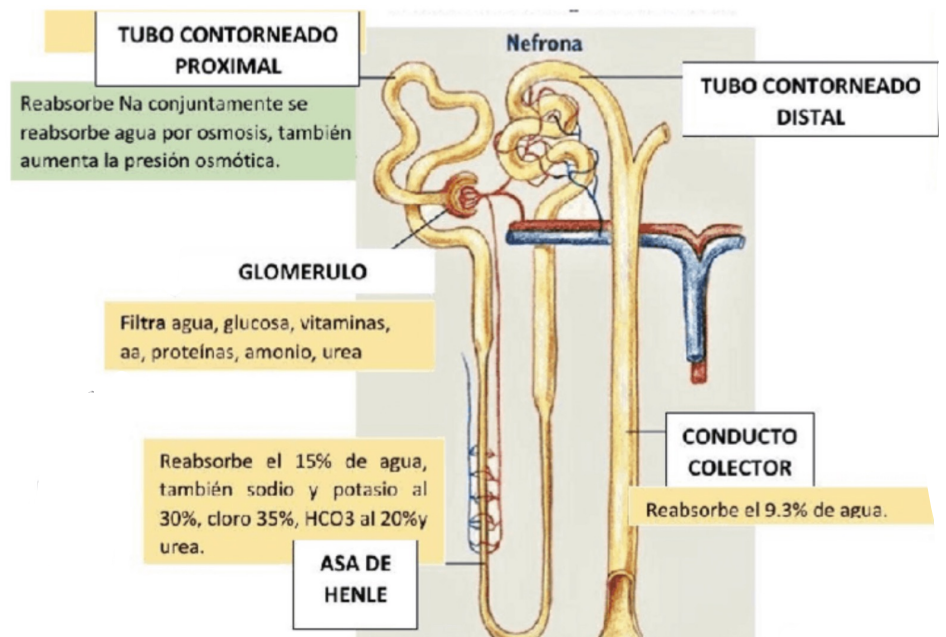
34. Como afecta o control hormonal da permeabilidade das paredes do tubo colector á urina formada?

35. O filtrado glomerular está formado polas seguintes substancias: auga, sales minerais, glicosa, aminoácidos, vitaminas, urea, ácido úrico e proteínas de baixo peso molecular. Cales delas son substancias de refugallo e cales aproveitables?



El filtrado que entra en el túbulo contorneado proximal es isotónico con respecto al plasma sanguíneo. Los iones sodio son bombeados desde el túbulo hacia afuera, y los iones cloruro los siguen pasivamente. Así, el filtrado permanece isotónico porque el agua también se mueve hacia afuera por ósmosis (Fig. II). En todos los bombeos o transporte activos, participan ATPasas que catalizan la liberación de la energía.

Cuando el filtrado desciende por el asa de Henle se va concentrando a medida que el agua se mueve por ósmosis hacia la zona circundante de alta concentración de solutos. Esta alta concentración se genera por la acción de las células de la pared de la rama ascendente gruesa del asa de Henle, que bombean hacia el intersticio iones sodio y cloruro, y por la difusión de la urea hacia afuera de la porción inferior del conducto colector -fenómeno que se intensifica en presencia de la hormona antidiurética (ADH)-. Dado que la pared de la rama ascendente del asa es impermeable al agua, el filtrado se vuelve cada vez menos concentrado a medida que el cloruro de sodio es bombeado hacia afuera. En el momento en que alcanza el túbulo contorneado distal, es hipotónico con respecto al plasma sanguíneo y permanece hipotónico a lo largo de todo el túbulo distal. Luego el filtrado desciende por el conducto colector, atravesando una vez más la zona de alta concentración de soluto.



La función del nefrón es influida por hormonas:

1. principalmente la hormona **antidiurética (ADH)**, producida por el hipotálamo y liberada por la glándula hipófisis;
2. la **aldosterona**, una hormona de la corteza suprarrenal

La ADH aumenta el retorno de agua a la sangre y disminuye así la pérdida de agua (comentado anteriormente). Si no hay ADH presente, la pared del conducto colector no es permeable al agua, no se elimina agua adicional y se excreta una orina menos concentrada. Si hay ADH presente, las células del conducto colector son permeables al agua

La aldosterona incrementa la reabsorción de iones sodio y de agua y la secreción de iones potasio

14 A importancia da ciencia

14.1. Aplica noutros contextos

Os problemas fisiolóxicos de vivir no mar

Os peixes son un grupo moi heteroxéneo de animais do que procedemos o resto dos vertebrados.

Os seus antecesores xurdiron no mar, un medio cunha alta concentración en sales, o que provoca nos seus habitantes unha perda constante de auga debido á osmose. Como resolven os peixes este problema?

En primeiro lugar, imos ver as estratexias dos condriktios ou peixes cartilaxinosos (os tiburóns e as raías actuais). Comiches algunha vez carne de tiburón ou de raia? En ocasións, ao abrilos, despiden un forte cheiro a amoníaco que procede da transformación da urea. Por que ocorre isto?

Os condriktios ou peixes cartilaxinosos son un grupo mariño que resolveu o problema osmótico acumulando urea no seu medio interno e elevando a súa concentración ata facela similar (isotónica) á mariña. Porén, a urea é unha substancia tóxica para os animais. Como conseguen que, a pesar de acumulala, non afecte ao seu organismo?

A resposta é que o sangue dos condriktios contén un composto, óxido de trimetilamina, de efecto contrario á urea, que anula os danos que esta produce nos tecidos. Deste modo, manteñen o equilibrio osmótico sen verse afectados pola toxicidade da urea.

O outro gran grupo de peixes actuais, os osteíktios ou peixes óseos, viven en medios doces e mariños, pero sabemos que, evolutivamente, todos proceden de especies adaptadas á auga doce. Por este motivo, o seu medio interno é hipotónico (menos concentrado) con respecto á auga do mar.

Este feito non supón ningún problema para os peixes de auga doce, pero si para os mariños, que perden auga polas branquias e a través de calquera superficie permeable.

Para non morrer de sede no mar, estes peixes beben auga mariña e expulsan polas branquias os sales obtidos, o que supón un gasto enerxético. Ademais, posúen riles (como todos os vertebrados) e concentran a súa urina.



Peixes dun arrecife coralino. Os peixes óseos mariños proceden de antepasados adaptados á auga doce.



As focas, as baleas e os golfinhos tamén son animais mariños, pero non pertencen ao grupo dos peixes, senón que son mamíferos e, por tanto, respiran por pulmóns. Eles tamén tiveron que desenvolver algunhas adaptacións para regular a concentración salina no seu medio interno.

36 Hai poucas especies de peixes capaces de vivir, á vez, en medios mariños e continentais. Entre elas figuran algúns tiburóns, que soben os grandes ríos, e certas especies do grupo dos peixes óseos, como os salmóns e as anguias. Por que hai tan poucas especies capaces de adaptarse a estes dous hábitats acuáticos?

37 Investiga como regulan as baleas a concentración salina do seu medio interno.

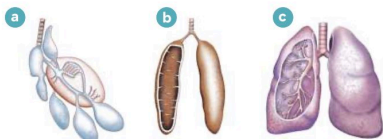
38 Cantas adaptacións, en sentidos opostos, deberon experimentar os peixes óseos mariños nos seus medios internos e nos seus sistemas excretores ao longo da súa evolución?

39 Os peixes óseos mariños están expostos a unha perda constante de auga. Por que sucede este fenómeno tan negativo para o funcionamento do seu organismo? Como resolven ese inconveniente?

149

ACTIVIDADES FINAIS

- 1 Observa estes tres tipos distintos de pulmóns de vertebrados.



- a. Identifica o grupo de vertebrados ao que pode pertencer cada un. Xustifica a túa resposta.
- b. Describe as características que diferencian, anatómica e fisioloxicamente, cada un deses pulmóns.
- c. Ordena os tres pulmóns en función da súa eficacia para o intercambio gasoso.
- 2 Describe os tipos de líquidos de transporte nos sistemas circulatorios de animais e as funcións que realiza cada un deles.
- 3 Que son os ostiolos? Onde se localizan? Cal é a súa función?
- 4 Busca e cita exemplos de moluscos, anélidos e crustáceos con branquias externas.
- 5 Que relación pode existir entre a mellora de nadar velocemente e a capacidade de obter máis osíxeno e posuír un metabolismo máis activo?
- 6 Que sistemas respiratorios poden presentar os artrópodos? De que depende que teñan uns ou outros? Por que non poden presentar unha respiración cutánea?
- 7 Moitos vertebrados terrestres de respiración pulmonar (aves e mamíferos, sobre todo) volveron colonizar o medio acuático como predadores de peixes. Que vantaxes e inconvenientes ten esa adaptación?



- 8 A pesar do seu nome, as ratas canguro non teñen moito que ver cos canguros, xa que son roedores. Chámanse así polas súas grandes patas traseiras, adaptadas ao salto. Viven nos desertos mexicanos e presentan importantes adaptacións a ese ambiente.



Observa a táboa sobre algunhas das entradas e as saídas de auga no organismo destes animais en comparación co ser humano:

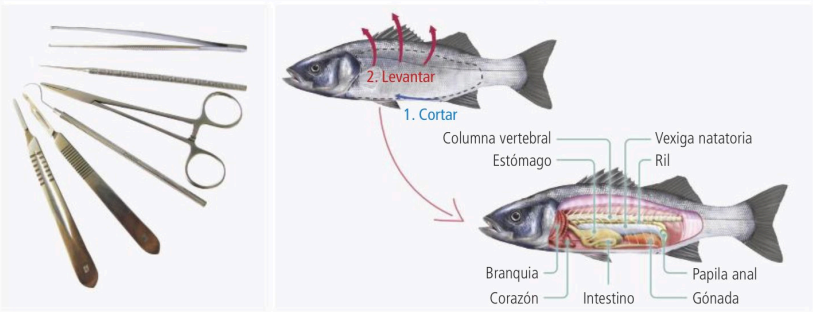
		RATA CANGURO	HUMANO
Entradas	Auga bebida	0 %	50 %
	Auga con alimento	100 %	40 %
Saídas	Urina	25 %	60 %
	Evaporación en pel e pulmóns	70 %	35 %

- a. De onde obteñen estas ratas a maior parte da auga?
- b. Compara a porcentaxe de auga que esta rata elimina na súa urina coa que expulsamos os humanos. Onde radica a capacidade do roedor para perder menos auga na súa urina?
- c. Investiga sobre as capacidades de dromedarios e camelos para resistir sen beber e describe os procesos metabólicos que lles permiten vivir en desertos e prescindir moito tempo de auga. Busca outros vertebrados adaptados a secas extremas e describe os seus sistemas para logralo.
- 9 A vea cava inferior ramifícase nas veas renais e a aorta ramifícase nas arterias renais. Cales destes vasos entran aos riles e cales saen deles? Busca información sobre a cantidade de sangue que poden procesar os riles por minuto nun ser humano adulto.
- 10 En que se diferencia a urina dos peixes de auga doce da dos peixes de auga salgada en relación coa cantidade de auga e a concentración de sales?

11 A disección como procedemento científico. En calquera investigación científica é necesario observar e contrastar. Ademais de usar os nosos sentidos, con frecuencia requírese empregar instrumentos e diversos procedementos. Ata hai relativamente pouco tempo, para coñecer o interior dun animal era necesario abri-lo, é dicir, realizar a súa disección. Desde a Grecia e a Roma clásicas, as diseccións foron unha práctica habitual entre os naturalistas que querían coñecer a anatomía interna dos animais. Porén, a disección humana estivo prohibida durante séculos. Moitos historiadores da ciencia opinan que as diseccións de cadáveres iniciadas no século XIV converteron finalmente a medicina nunha ciencia natural.

COMO É O INTERIOR DUN PEIXE ÓSEO?

Os MATERIAIS necesarios.	O PROCEDEMENTO da disección.	Un EXEMPLO da disección dun peixe óseo.
As diseccións consisten en abrir un organismo morto, utilizando diversos instrumentos, para estudar o seu interior de forma ordenada. Para levar a cabo unha disección precisáanse os seguintes materiais: – Unha lámina de cortiza ou plástico. – Bisturi. – Tesoiras. – Pinzas. – Alfinetes finos.	1. Asegúrate de que o organismo, sobre todo se é pequeno, está suxeito á lámina ou substrato de cortiza ou plástico. 2. Cun bisturi ou cunhas tesoiras, seccióna a pel seguindo unhas liñas de apertura que dependerán de cada tipo de animal. Os vertebrados e moitos invertebrados ábreanse pola parte ventral ou lateral, algúns crustáceos pola parte dorsal, etc. 3. Paso a paso levanta as capas de tecidos e órganos internos, separándoos para ir observando o que hai debaixo. Para iso utiliza pinzas, tesoiras e bisturi. Adóitanse usar alfinetes para suxeitar os tecidos e órganos aos lados.	1. Empezas cortando coas tesoiras e con cuidado desde a cloaca, tal e como indica o debuxo. 2. Logo, coas pinzas nunha man e manexando o bisturi coa outra, levantas a capa de pel e músculos para deixar ao aire as vísceras. 3. Sigues traballando coas pinzas e o bisturi e, pouco a pouco e con cuidado, empezas a separar os órganos e a quitar os tecidos conxuntivos que os unen.

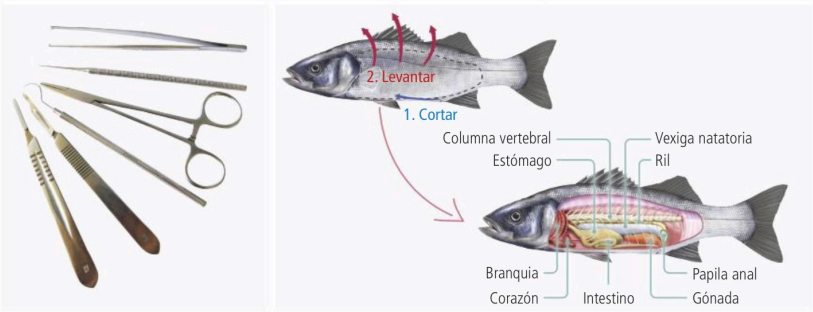


- a. Argumenta sobre os aspectos positivos da práctica da disección no avance da anatomía animal e humana e describe os inconvenientes éticos que lle encontres a esta práctica. En que circunstancias crees que son ou non xustificábeles as diseccións?
- b. Obtén información sobre diversas técnicas radiolóxicas alternativas á disección e confecciona unha pequena ficha con cada unha delas. Na ficha debes incluír o nome da técnica, o seu fundamento físico e a utilidade concreta que se lle dá.

11 A disección como procedemento científico. En calquera investigación científica é necesario observar e contrastar. Ademais de usar os nosos sentidos, con frecuencia requírese empregar instrumentos e diversos procedementos. Ata hai relativamente pouco tempo, para coñecer o interior dun animal era necesario abri-lo, é dicir, realizar a súa disección. Desde a Grecia e a Roma clásicas, as diseccións foron unha práctica habitual entre os naturalistas que querían coñecer a anatomía interna dos animais. Porén, a disección humana estivo prohibida durante séculos. Moitos historiadores da ciencia opinan que as diseccións de cadáveres iniciadas no século XIV converteron finalmente a medicina nunha ciencia natural.

COMO É O INTERIOR DUN PEIXE ÓSEO?

Os MATERIAIS necesarios.	O PROCEDEMENTO da disección.	Un EXEMPLO da disección dun peixe óseo.
As diseccións consisten en abrir un organismo morto, utilizando diversos instrumentos, para estudar o seu interior de forma ordenada. Para levar a cabo unha disección precisáanse os seguintes materiais: – Unha lámina de cortiza ou plástico. – Bisturi. – Tesoiras. – Pinzas. – Alfinetes finos.	1. Asegúrate de que o organismo, sobre todo se é pequeno, está suxeito á lámina ou substrato de cortiza ou plástico. 2. Cun bisturi ou cunhas tesoiras, seccióna a pel seguindo unhas liñas de apertura que dependerán de cada tipo de animal. Os vertebrados e moitos invertebrados ábreanse pola parte ventral ou lateral, algúns crustáceos pola parte dorsal, etc. 3. Paso a paso levanta as capas de tecidos e órganos internos, separándoos para ir observando o que hai debaixo. Para iso utiliza pinzas, tesoiras e bisturi. Adóitanse usar alfinetes para suxeitar os tecidos e órganos aos lados.	1. Empezas cortando coas tesoiras e con cuidado desde a cloaca, tal e como indica o debuxo. 2. Logo, coas pinzas nunha man e manexando o bisturi coa outra, levantas a capa de pel e músculos para deixar ao aire as vísceras. 3. Sigues traballando coas pinzas e o bisturi e, pouco a pouco e con cuidado, empezas a separar os órganos e a quitar os tecidos conxuntivos que os unen.



- a. Argumenta sobre os aspectos positivos da práctica da disección no avance da anatomía animal e humana e describe os inconvenientes éticos que lle encontres a esta práctica. En que circunstancias crees que son ou non xustificábeles as diseccións?
- b. Obtén información sobre diversas técnicas radiolóxicas alternativas á disección e confecciona unha pequena ficha con cada unha delas. Na ficha debes incluír o nome da técnica, o seu fundamento físico e a utilidade concreta que se lle dá.