

3.2

Os animais e as súas relacións co medio

EMPEZAMOS!



Comunicación entre formigas



Cando unha formiga tecedora africana se encontra con outra da súa especie, deposita unha substancia química no solo que serve de mensaxe para a súa compañeira; ao mesmo tempo, realiza un movemento que pode consistir nunha pequena danza ou nun toque nas antenas da outra.

Os entomólogos Bert Hölldobler e Edward Wilson descubriron, polo menos, cinco mensaxes diferentes posibles entre as formigas; entre eles: "Sígueme, encontré comida", "Ven, sei dun bo lugar para construír un niño", "Alarma! Hai formigas inimigas preto".

- As formigas son insectos sociais. Que pasaría se non se comunicasen?
- Coñeces algún outro caso de comunicación entre animais?

RUTA DE APRENDIZAXE



1

Coñecer como é o proceso da función de relación nos animais.

2

Estudar os sistemas de control hormonal en vertebrados e invertebrados.

3

Analizar como é o sistema nervioso en invertebrados e vertebrados.

4

Comprender a estrutura celular, a organización e o funcionamento do sistema nervioso.

5

Aprender como se producen a integración e o control da coordinación.

6

Examinar os tipos de receptores, a resposta motora e os sistemas de locomoción animal.



1 Punto de partida

1.1. Experiencias clave

A etoloxía ou ciencia do comportamento animal

A **etoloxía** é a **ciencia** que estuda as pautas de **comportamento dos animais** en relación co ambiente ou co conxunto de estímulos ou situacións que lles afectan directamente. É unha disciplina relativamente nova, que adquiriu recoñecemento oficial a partir de 1973, coa concesión do Premio Nobel a Konrad Lorenz, Karl von Frisch e Nikolaas Tinbergen polos seus estudos sobre comportamento animal. Posteriormente, alcanzaron gran difusión os traballos de **tres famosas primatólogas**: **Dian Fossey**, polo seu labor científico e conservacionista co **gorila de montaña**; **Jane Goodall**, pioneira no estudo dos **chimpancés**, e **Birutė Galdikas**, especialista en **orangutáns**.

Pero a etoloxía non só se refire ás pautas de conduta entre animais da mesma especie, senón **támén a nivel interespecífico**.

Un dos comportamentos máis singulares é o dunha **ave africana**, o **indicador grande** (*Indicator indicator*), que se **alimenta da cera das colmeas das abellas e das súas larvas**. Localiza os panais con gran facilidade, pero non pode abrílos e, ademais, é vulnerable ás picaduras deses insectos. Que pode facer, entón, para obter o seu prezado alimento?

Pois a ave ideou un orixinal sistema: **atrae cos seus cantos e co seu voo un ratel** (*Mellivora capensis*), un mamífero similar ao teixo, e **guíao ata un panal de abellas**. Por suposto, o ratel non pode resistirse a esas manobras de atracción e segue o indicador ata a colmea. Unha vez alí, **esnaquiza o panal coas súas poderosas uñas, come o mel e abandona os restos das celas coa cera e as larvas**, que despois lle **serven de alimento á ave**.



Ratel (*Mellivora capensis*)



Jane Goodall observando unha parella de chimpancés.



Dian Fossey traballou co gorila de montaña (*Gorilla beringei beringei*).

- Comenta algún outro caso de relación entre dúas especies animais, diferente dos explicados aquí, que implique comunicación e no que ambas as partes resulten beneficiadas.
- Jane Goodall foi pioneira no estudo dos primates. Ata que punto cres que os seres humanos podemos comunicarnos con outros primates como os chimpancés? E con especies animais menos emparentadas evolutivamente con nós?
- A comunicación entre individuos da mesma especie é un fenómeno frecuente. Cita exemplos de comunicación intraespecífica nos que se utilice a linguaxe corporal.
- Moitos insectos comunícanse entre si grazas a unhas substancias químicas chamadas feromonas. Utilízanas como atractivo sexual, para identificar os individuos da súa colonia, transmitir mensaxes de alarma, etc. Os seres humanos usamos as súas feromonas para o control de pragas. Sabes como? Investiga sobre iso.

2 A función de relación nos animais

2.1. As fases do proceso

Ao igual que nas plantas e outros organismos, a función de relación nos animais consiste nun proceso que implica **varias fases**. Imolo ver co exemplo dun camaleón atrapando un insecto.

1. RECEPCIÓN de estímulos ou sinais a través de receptores.
Estímulo visual: insecto.
Receptor: ollo do camaleón.



3. RESPOTA a través dos efectores, que poden ser músculos ou glándulas.
Vía motora → Efectores (músculos da lingua)
→ Resposta: caza

2. COORDINACIÓN, que implica integrar a información e elaborar a resposta.
Impulso nervioso → Vía sensitiva → Centro nervioso (medula ou encéfalo) → Elaboración de resposta

Os receptores sensoriais dos animais son máis sofisticados ca os das plantas, e o seu grao de elaboración de respostas, así como a complexidade destas, é tamén maior.

2.2. Tipos de estímulos e de receptores

Os **estímulos** son os **sinais aos que son sensibles** os animais. Dentro da súa ampla variabilidade, os estímulos poden ser externos ou internos:

- **Estímulos externos.** Son a **luz**, as **vibracións** como o son, o **contacto físico**, a **temperatura**, o **campo magnético**, etc. Son detectados por órganos sensoriais que se denominan **extero-receptores ou exteroceptores**.
- **Estímulos internos.** Trátase de sinais internos **orixinados no propio corpo**. Poden distinguirse dous grandes grupos:
 - Estímulos de **variables fisicoquímicas**, como a **presión**, a **temperatura**, o **pH**, as **substancias químicas**, etc. Son detectados por **interorreceptores ou interoceptores**.
 - Estímulos que informan sobre a **posición relativa** das partes do corpo. Os receptores que os detectan sitúanse nos **músculos**, nas partes **esqueléticas**, nas **articulacións** e no **oído**, e denomínanse **propiorreceptores ou propioceptores**.

Dependendo do estímulo que perciban, os receptores teñen nomes específicos: os **fotorreceptores** captan a luz, os **quimiorreceptores** detectan substancias químicas en forma de olores e sabores, os **mecanorreceptores** captan presión, tacto e vibracións, os **termorreceptores** captan cambios de temperatura, etc.

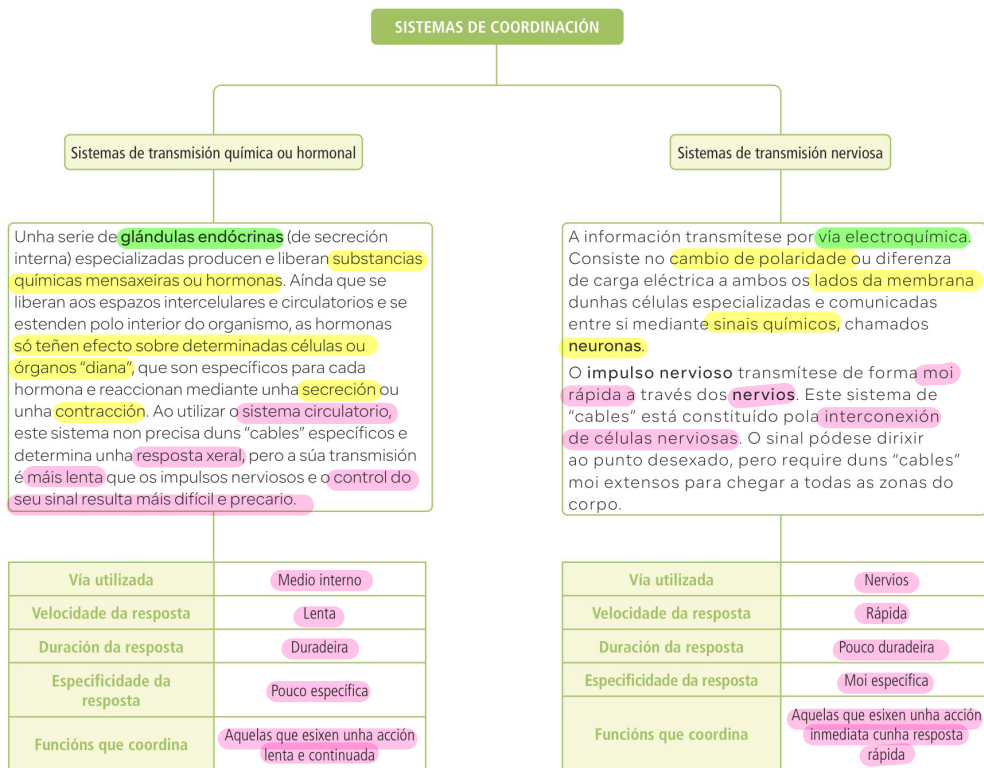
Os **receptores dos órganos sensoriais transforman os estímulos que reciben en impulsos nerviosos**.

- 5 Se recibimos un golpe nun ollo “vemos as estrelas”, algo así como luces. Por que se produce ese efecto?
- 6 Que receptores actúan cando achegas unha man á chama? E cando introduces un alimento na boca?

2.3. Os sistemas de coordinación

A **coordinación** implica **interpretar o sinal recibido por un receptor e integralo nun sistema** de toma de decisións que emitirá unha **orde a un efector** para responder mediante un movemento **muscular** ou unha secreción **glandular**.

En relación coa transmisión da información, en animais existen **dous mecanismos** de coordinación: **química ou hormonal** e **nerviosa**.



7 Cita as vantaxes e as desvantaxes dos sistemas de transmisión endócrino e nervioso.

8 Cal dos sistemas de coordinación dos animais está presente tamén nas plantas?

2.4. Tipos de resposta animal

Ao existiren só **dúas clases de órganos efectores**, as **respostas** directas ante un estímulo poden ser **de dous tipos**:

- **Secreción dunha substancia líquida**. O órgano efector é unha **glándula**, que pode ser **exócrina**, se verte a súa secreción ao exterior ou a cavidades (por exemplo, as lacrimais ou as sudoríparas), ou **endócrina**, se a verte ao medio interno, en cuxo caso a secreción pode ser, á súa vez, un sinal hormonal.
- **Movemento muscular**. O órgano efector é un **músculo**. A resposta é de **contracción ou relaxación**. O movemento pode implicar o desprazamento do animal.

9 Que diferenza funcional existe entre unha glándula endócrina e unha exócrina?

3 Os sistemas de control hormonal

3.1. O seu desenvolvemento evolutivo

- Os sistemas de coordinación hormonal en animais experimentaron importantes cambios ao longo da evolución. Posiblemente, os **primeiros sistemas hormonais** foron as **células neurosecretoras**, é dicir, células do sistema nervioso que, ademais, segregaban mensaxeiros químicos.
- Posteriormente apareceron as **glándulas endócrinas independentes** (que, en moitos casos, teñen un control nervioso a través de hormonas de neurosecreción).
- A integración de sinais químicos e nerviosos foi aumentando coa **aparición de glándulas endócrinas reguladas por vía nerviosa e órganos nerviosos influidos por vía hormonal**, o que constituíu un verdadeiro **sistema neuroendócrino**.

Este sistema está integrado por uns órganos especializados, denominados **glándulas endócrinas**, e uns **órganos neurosecretores** formados por **neuronas que funcionan á vez como célula nerviosa e endócrina**. Tanto as glándulas como as células producen substancias químicas, denominadas **hormonas e neurohormonas**, respectivamente, que se verten ao medio interno e actúan sobre outras células ou órganos do animal.

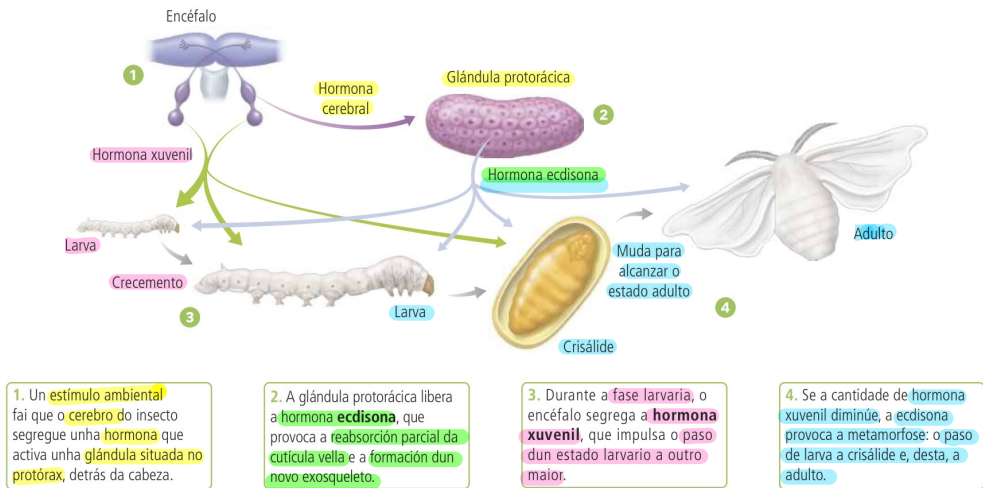
3.2. Sistemas hormonais en invertebrados

Moitos **invertebrados** presentan sistemas hormonais de tipo **neurosecretor**, é dicir, son **neurohormonas** segregadas por **células nerviosas**.

En **anélidos, artrópodos e moluscos** cóñecense sistemas de **regulación hormonal** sobre aspectos como a **reproducción**, o **crecemento**, a **muda**, a **metamorfose**, o **control do metabolismo**, etc. Algúns son bastante complexos e implican unha intensa relación co sistema nervioso.

Un dos máis estudados foi o **control da muda ou écdise nos insectos**. Este proceso é característico dos animais con **esqueleto externo**, que necesitan desfacerse del para crecer e adaptarse ao cambio de forma que supón a metamorfose (transformación de larva a adulto).

CONTROL DA MUDA NOS INSECTOS



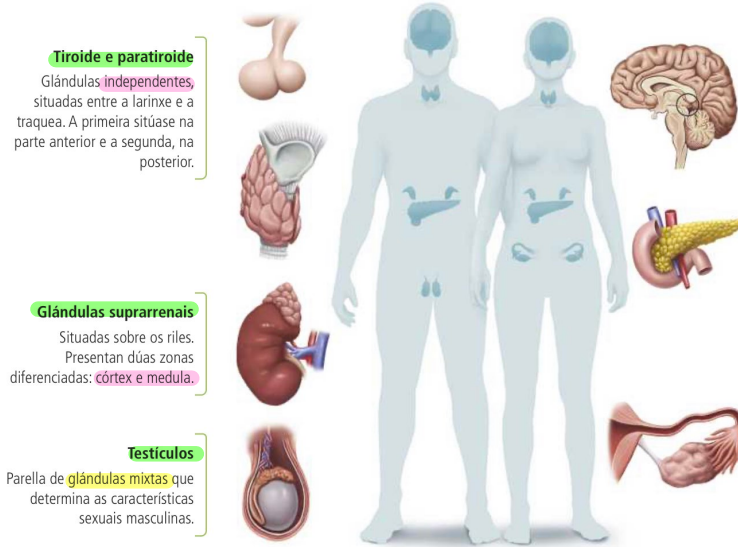
- 10 Que lle sucedería á larva dun verme da seda (*Bombyx mori*) se se lle inxectase unha substancia que inhibe a hormona xuvenil? E se se aumentase a concentración desa hormona nas últimas etapas larvarias do insecto?

3.3. Sistemas hormonais en vertebrados

Nos **vertebrados**, o sistema hormonal é moi complexo e o seu funcionamento está relacionado co sistema nervioso, co cal constitúe un **sistema neuroendócrino**.

Presenta unha serie de **células neurosecretoras e glándulas endócrinas** que segregan **hormonas reguladoras** doutras **glándulas** ou que producen efectos de activación ou inhibición sobre procesos metabólicos, fisiolóxicos, de crecemento, desenvolvemento, etc.

As **principais glándulas en mamíferos** son as seguintes:



Complexo hipotálamo-hipófise

No diencéfalo están o **hipotálamo**, que controla case todo o sistema hormonal, e a **hipófise**, cos seus tres lóbulos: anterior, medio e posterior. A **glándula pineal** é unha masa de células situada no centro do cerebro dos mamíferos e preto do córtex cerebral noutros vertebrados.

Páncreas

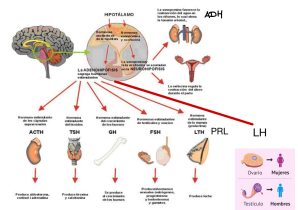
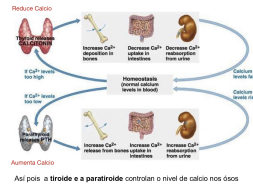
Glándula mixta situada detrás do estómago. A parte endócrina está constituída polos **ilotes de Langerhans**.

Ovarios

Parella de **glándulas mixtas** que determina as características sexuais femininas.

As **hormonas** que produce cada unha destas glándulas son as seguintes:

- **Tiroide e paratiroide.** Desde a tiroide, a **tiroxina** regula moitos aspectos do **metabolismo celular**, e desde ambas as glándulas contrólase o **nivel de calcio dos ósos**; a **calcitonina** da tiroide **inhibe** a súa liberación e a **parathormona** da paratiroide **actívaa**.
- **Glándulas suprarrenais.** No seu **córtex** fórmanse o **cortisol**, que actúa sobre o **metabolismo** de moitas biomoléculas, e a **aldosterona**, que intervéno no **balance de auga e sales**. Na súa **medula** prodúcese a **adrenalina** e a **noradrenalina**, que responden aos estados de **alerta** do organismo.
- **Testículos.** Producen **testosterona**, a hormona que determina as **características sexuais masculinas secundarias**.
- **Complexo hipotálamo-hipófise.** Con grandes células neurosecretoras produtoras de neurohormonas, como: **somatotropina**, **controla o crecemento**; **prolactina**, **activa a secreción de leite**; **vasopresina**, **regula o equilibrio osmótico** e favorece a reabsorción nas nefronas; **oxitocina**, **facilita a expulsión do leite** e estimula as contraccións do útero; **tirotropina**, **regula a secreción de tiroxina pola tiroide**; **adrenocorticotropina (ACTH)**, **controla a secreción de cortisol polas glándulas suprarrenais**; **gonadotropinas**, **estimulan as gónadas**.
- **Páncreas.** Controla a concentración de glicosa no sangue ao actuar sobre a síntese ou a hidrólise do glicóxeno. A **insulina** **reduce a concentración de glicosa** en sangue e o **glicagón** **incrementaa**.
- **Ovarios.** Producen **estróxenos**, que determinan as **características sexuais femininas**, e **proxesterona**, que prepara o **útero para o embarazo**.



4 Os sistemas de control nervioso

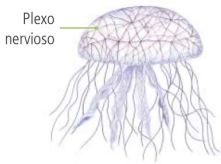
4.1. O sistema nervioso en invertebrados

O sistema nervioso baséase na **capacidade das células para responder individualmente a un estímulo**. A **especialización** dalgunhas células na **recepción de estímulos** e na **condución** de impulsos eléctricos ao longo dunha rede de células conectadas constitúe a **base evolutiva do sistema nervioso dos animais**.

Nos **invertebrados**, conforme se ascende na escala de complexidade, o sistema nervioso vaíse facendo **mais complicado**, sobre todo nas **estruturas nerviosas** que serven **de unión** entre receptores e efectores.

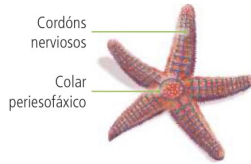
Os diferentes sistemas pódense agrupar en catro **modelos**:

REDES OU PLEXOS NERVIOSOS



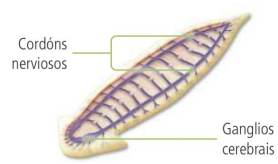
Preséntanse nos **cnidarios**, como a medusa. É un sistema pouco evolucionado, constituído por **neuronas que forman unha rede difusa (plexo nervioso)** que se estende por todo o animal. **Non existe un órgano de control, nin vías nerviosas definidas**. Cando unha neurona recibe un impulso, transmíteo en todas direccións e vai perdendo intensidade ao afastarse.

SISTEMA NERVIOSO ANULAR



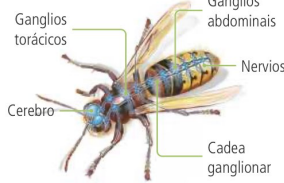
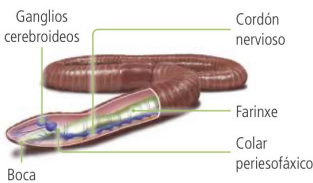
É exclusivo de animais que teñen **simetría pentarradiada**, como os **equinodermos**, por exemplo, a estrela de mar. Está formado por un **anel nervioso**, denominado **colar periesofático**, que rodea o esófago, **do que parten cordóns nerviosos radiais cara á periferia** do animal.

SISTEMA NERVIOSO CORDAL



É característico dos **platelmintos**. Presenta unha **rexión cefálica** na que se encontran **dous agrupamentos de neuronas** formando os **ganglios cerebrais**, que funcionan como un **cerebro simple**. **Destes ganglios sae un par de cordóns nerviosos** que se estenden en posición **ventral** e se **ramifican lateralmente** por todo o organismo.

SISTEMA NERVIOSO GANGLIONAR



É o **mais estendido** entre os invertebrados. É propio de **anélidos, artrópodos, moluscos e crustáceos**. Presenta unha **rexión cefálica** con **acumulacións de neuronas** que forman os **ganglios cerebrais**, dos que sae o **colar periesofático** que rodea o esófago. Deste colar parten **dous cordóns nerviosos con ganglios** que, en posición **ventral**, se estenden a todo o organismo.

Ambos os **cordóns** están **unidos** mediante **conexións transversais** que proporcionan ao conxunto un aspecto parecido a dunha **escaleira de corda**, polo que se denomina **sistema nervioso escaleriforme**. A partir destes cordóns **saen nervios, sensoriais e motores**, que se distribúen por todo o organismo do animal.

CEFALIZACIÓN COMPLEXA



Os **moluscos cefalópodos** posúen o sistema nervioso **mais complexo** dos invertebrados. É de tipo **ganglionar**, coas **neuronas concentradas na rexión cefálica**; son elas as que **asumen as funcións de goberno do animal**. Este proceso denomínase **cefalización** e representa unha **adaptación para capturar os alimentos**, utilizando a boca e a información proporcionada polos **órganos dos sentidos**, situados na parte anterior do corpo.

11 Describe e compara o tipo de sistema nervioso que teñen os seguintes grupos de invertebrados:

- a. Os equinodermos.
- b. Os artrópodos.
- c. Os anélidos.

12 Como se denomina o proceso polo que as neuronas se acumulan na rexión cefálica? En que grupo de animais se presenta?

13 O proceso de cefalización supón, ou non, unha mellora adaptativa do sistema nervioso? Explica os motivos.

4.2. O sistema nervioso en vertebrados

Nos **vertebrados**, o **sistema nervioso** deriva dun **cordón nervioso dorsal** en forma de tubo oco presente nos embrións.

Co desenvolvemento, a **parte anterior** anchea nunha **masa ganglionar** ou **encéfalo** e o **resto** orixina a **medula espiñal**, todo iso protexido polo sistema óseo.

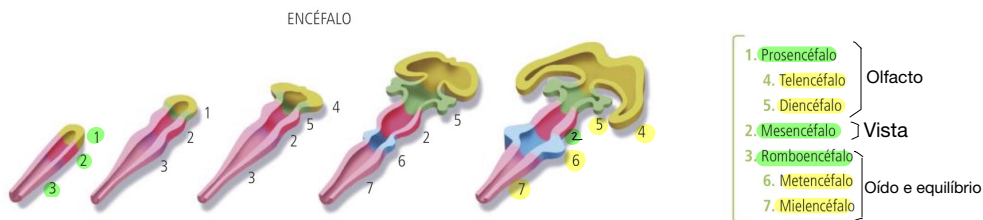
Do **encéfalo** e da **medula** parten **fibras** que van aos **músculos** e ás **glándulas**, ou que veñen desde os órganos sensoriais e receptores.

O sistema nervioso dos vertebrados organízase en **dúas partes**:

- **Sistema nervioso central (SNC)**. Está formado polas neuronas agrupadas no **encéfalo** e na **medula espiñal**.
- **Sistema nervioso periférico (SNP)**. Está integrado polas **neuronas** e as súas prolongacións (**nervios**) que quedan fóra do eixe dorsal do SNC.

4.3. O sistema nervioso central

O sistema nervioso central está formado polo encéfalo e a medula espiñal.



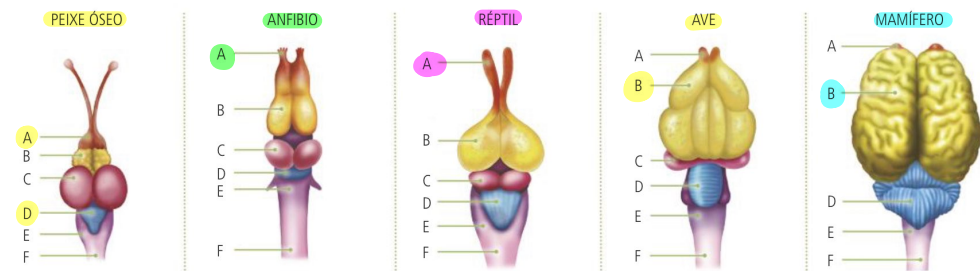
O **tubo neural** oco dos embrións dos vertebrados experimenta un **desenvolvemento** na **súa parte anterior** e orixina **tres protuberancias**:

- **Encéfalo anterior ou prosencéfalo** (1). Relacionado co sentido **olfactivo**, dividírase en dúas partes: o **telencéfalo** (4) e o **diencefalo** (5).
- **Encéfalo medio ou mesencéfalo** (2). Relacionado inicialmente coa **vista**.
- **Encéfalo posterior ou romboencéfalo** (3). Relacionado co sentido do **oído e do equilibrio**, dividírase no **metencéfalo** (6) e o **miencéfalo** (7).

De cada área dese encéfalo primitivo, orixínanse diferentes estruturas do moderno. Así, do **telencéfalo** derivan o **córtex cerebral**, os **lóbulos olfactivos** e o **sistema límbico**; do **diencefalo**, o **tálamo**, o **hipotálamo** e a **hipófise**; do **mesencéfalo**, os **lóbulos ópticos**; do **metencéfalo**, o **cerebelo**; e do **miencéfalo**, o **bulbo raquídeo**.

A complicación das estruturas do encéfalo definitivo, derivadas dese encéfalo embrionario ou primitivo, aumenta de acordo coa escala evolutiva dos vertebrados. Nos mamíferos, a evolución do encéfalo chega ao seu grao máximo ao potenciar as áreas de interconexión neuronal e, particularmente, a zona do cerebro.

Evolución



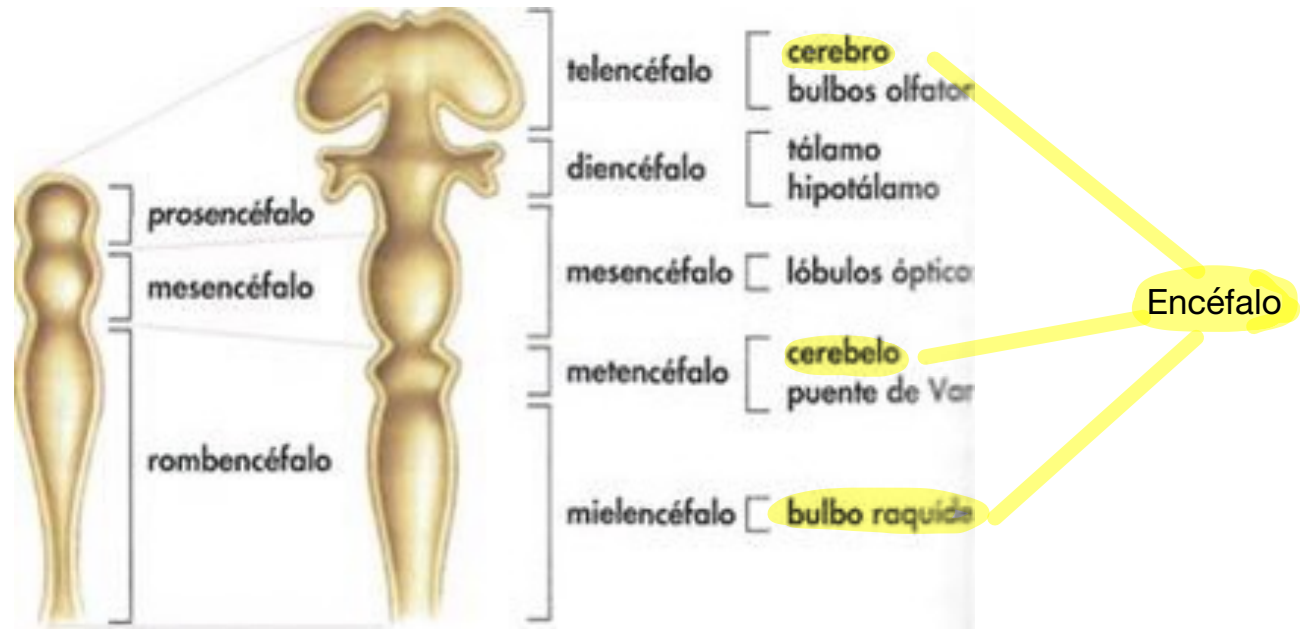
A. **Lóbulo olfactivo**; B. Cerebro; C. Lóbulo óptico; D. **Cerebelo**; E. Bulbo raquídeo; F. Medula espiñal.

Alimentación e natación

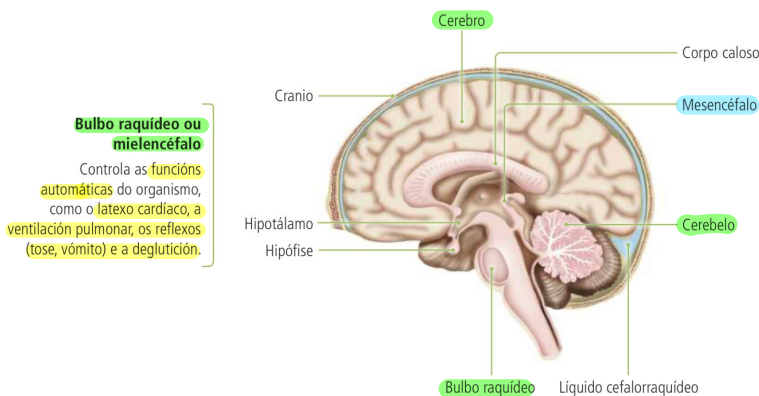
Captura de alimento

Mantemento do voo e equilibrio

Intelixencia e capacidade de aprendizaxe



O **encéfalo** está formado polo **cerebro**, o **cerebelo** e o **bulbo raquídeo**.



Bulbo raquídeo ou mielencéfalo

Controla as **funcións automáticas** do organismo, como o **latexo cardíaco**, a **ventilación pulmonar**, os **reflexos** (tose, vómito) e a **deglución**.

Cerebelo ou metencéfalo

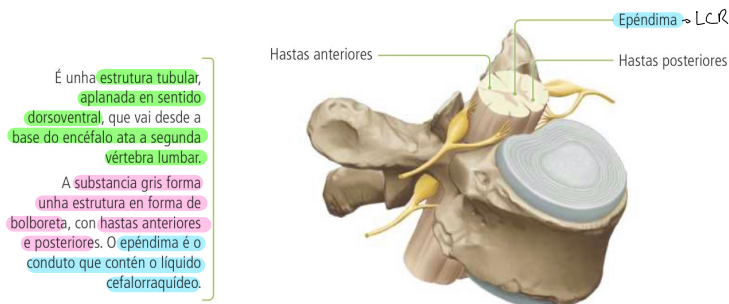
Situado detrás e debaixo do cerebro e dividido en **dous hemisferios cerebelosos**. A súa misión é controlar e coordinar os **movementos e o equilibrio**.

Cerebro

É a porción máis voluminosa; está constituído por:

1. **Telencéfalo**: dividido en **dúas zonas ou hemisferios cerebrais**, cuxa superficie presenta numerosos sulcos chamados **circunvolucións**. É a área onde **as sensacións se fan conscientes e se elaboran** as respostas aos estímulos.
- ★ 2. **Diencefalo**. Nel encóntranse o **hipotálamo**, cos centros nerviosos que controlan sensacións como a **sede ou o sono**, e a **hipófise**, unha glándula que **controla e regula o resto das glándulas endócrinas**.
3. **Mesencéfalo**. Encargado do control de numerosos **reflexos visuais e auditivos**, e tamén axuda ao **mantemento do ton muscular**.

MEDULA ESPINAL



É unha **estrutura tubular, aplanada en sentido dorsoventral**, que vai desde a **base do encéfalo ata a segunda vértebra lumbar**.

A **substancia gris** forma unha **estrutura en forma de bolboreta**, con **hastas anteriores e posteriores**. O **epéndima** é o **conduto que contén o líquido cefalorraquídeo**.

A medula espinal realiza importantes funcións, como controlar numerosos **actos reflexos**.

Ademais, **transmite os impulsos nerviosos**, tanto os que van desde os órganos receptores ata o encéfalo como os que teñen a súa orixe no encéfalo e van ata os órganos efectores.

Todo o sistema nervioso central está **protexido por dúas envolturas** de diferente natureza:

- **As envolturas óseas**. Son o **cranio**, no caso do **encéfalo**, e as **vértebras**, no caso da **medula**.
- **As envolturas membranosas**. Denomínanse **meninxes** e están formadas por tres capas: **duramáter, aracnoides e piamáter**.

Entre as dúas últimas encóntrase o **líquido cefalorraquídeo (LCR)**, cuxa función é **amortecer os posibles impactos** e **realizar o intercambio de nutrientes e refugallios entre o encéfalo e o sangue**.

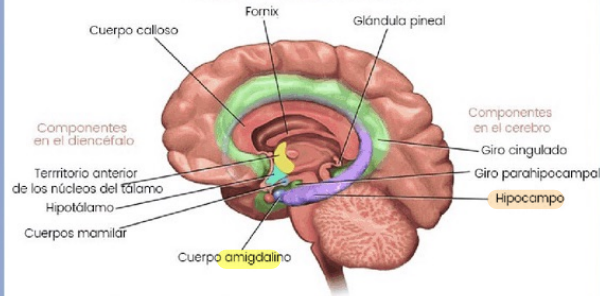
- 14 Explica o motivo polo cal a superficie do cerebro dos mamíferos se prega en tantas circunvolucións.

Diencefalo

HIPOTÁLAMO

ZONA IMPORTANTE PARA LA GESTIÓN Y COORDINACIÓN DEL EQUILIBRIO DE NUESTRO CUERPO LLAMADO **HOMEOSTASIS** Y ES EL PROCESO DONDE PODEMOS LLEGAR A MANTENERNOS ESTABLES EN NUESTRO ENTORNO. SE RELACIONA CON CONDUCTAS DE NUESTRO **APETITO, CICLO DEL SUEÑO Y EL MANTENIMIENTO DE LA TEMPERATURA CORPORAL.**

SISTEMA LÍMBICO



AMÍGDALA CEREBRAL

ESTA RELACIONADA CON LA FORMACIÓN Y EL ALMACENAMIENTO DE **MEMORIA** ASOCIADA A HECHOS O ACONTECIMIENTOS QUE NOS HAYAN PRODUCIDO FUERTES EMOCIONES. SE DICE QUE LA AMÍGDALA ES LA SEDE DE TODAS LAS EMOCIONES.

TÁLAMO

LOS ESTÍMULOS **SENSORIALES** (MENOS EL OLFATO) PASAN POR ESTA ZONA DE NUESTRO SISTEMA LÍMBICO PARA DESPUÉS SER DERIVADOS A ZONAS MÁS ESPECÍFICAS. ESTA PARTE DE NUESTRO CEREBRO TIENE LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE COMPORTARSE COMO **NUCLEO DE CONEXIÓN Y ASOCIACIÓN DE ESTÍMULOS E INFORMACIÓN DE CARACTER EMOCIONAL.**

CUERPO CALLOSO

DENTRO DE LA SUSTANCIA BLANCA SE CONSIDERA AL CUERPO CALLOSO UNA COMISURA INTERHEMISFÉRICA. YA QUE **CONECTA E INTERCAMBIA INFORMACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS DE LOS DISTINTOS HEMISFERIOS.**

CUERPOS MAMILARES

CONECTA ZONAS IMPLICADAS CON LA EMOCIÓN Y LA MEMORIA CON EL TÁLAMO. QUE A SU VEZ ES UNA DE LAS ESTRUCTURAS MÁS COMPLEJAS DE NUESTRO SISTEMA NERVIOSO (POR EJEMPLO, SE LE HA ATRIBUIDO LA FUNCIÓN DE SER EL "BOTÓN" QUE **ENCIENDE LA CONSCIENCIA.**)

HIPOCAMPO

ESTE ELEMENTO ESTÁ RELACIONADO CON LA TRANSFORMACIÓN DE LA **MEMORIA RECIENTE A LA MEMORIA A LARGO PLAZO** Y A LA MEMORIA AUTOBIOGRÁFICA CON LA IMPORTANTE FUNCIÓN RELACIONADA CON LA **ORIENTACIÓN Y LA MEMORIA ESPACIAL.**

FORNIX

ESTO ACTÚA COMO VÍA PRINCIPAL DE SALIDA DEL HIPOCAMPO. ESTRUCTURA CLAVE PARA LA FORMACIÓN DE LA MEMORIA.



4.4. O sistema nervioso periférico

Está integrado polas **neuronas** e as súas **prolongacións (nervios)** que quedan fóra do eixe dorsal do SNC, **sen protección ósea ou membranosa**.

Segundo a súa orixe, os nervios poden ser:

- **Nervios craniais**. Teñen a súa **orixe no encéfalo**. Na especie humana son **12 pares** que innervan, fundamentalmente, a **cabeza**, os **órganos dos sentidos** e **algúns músculos da cara**.
- **Nervios espinais ou raquídeos**. **Parten da medula espinal** e no seu inicio presentan dúas ramas: a **rama motora** e a **rama sensitiva**. Na especie humana son **31 pares**, que innervan os **músculos dos brazos, as pernas e o tronco**.

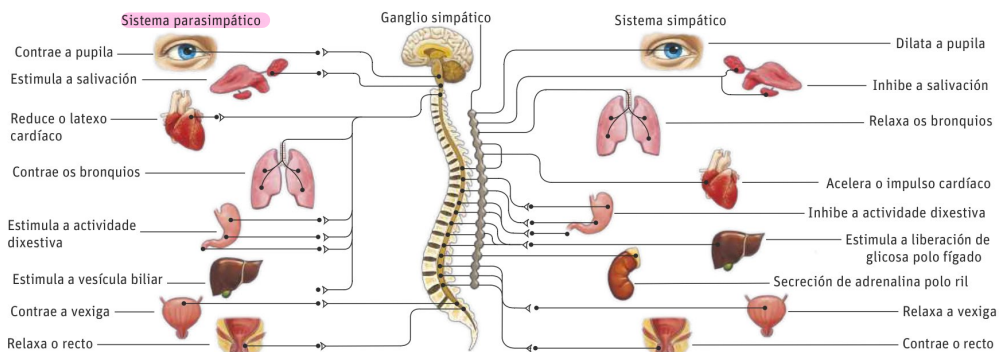
Segundo a súa función, o sistema nervioso periférico pode subdividirse en **dúas ramas**: as **aférentes ou sensoriais**, que transmiten información dos **órganos sensoriais** cara ao sistema nervioso central, e as **eferentes ou motoras**, que **levan ordes** cara aos **órganos efectores**. Estas últimas poden conformar, á súa vez, **dous sistemas**.

- **Sistema nervioso somático**. Está formado por **neuronas motoras** que chegan a **fibras musculares esqueléticas**. O seu **control é voluntario**, aínda que tamén pode xerar **movementos automáticos**, denominados **actos reflexos**.
- **Sistema nervioso autónomo**. Controla as funcións **involuntarias** do corpo, que escapan á influencia consciente do cerebro. Os seus **nervios orixinanse tamén** a partir do **encéfalo ou da medula**, pero **establecen unións ou sinapses fóra deles**, en aglomeracións de corpos neuronais chamados **ganglios nerviosos**.

Existen dous tipos de fibras autónomas, as **simpáticas** e as **parasimpáticas**, con funcións **antagónicas**, de forma que se unha activa un órgano, a outra inhiúbe.



SNSomático, formado polas fibras dos nervios craniais e espinais que nos permiten realizar **movementos corporais voluntarios (nervios eferentes)** e **sentir as sensacións da pel, os músculos e as articulacións (nervios aférentes)**.



Os seus **nervios** saen da **base do encéfalo e da parte final, sacra ou pelviana, da medula**. Os **ganglios autónomos** **están preto ou dentro dos órganos efectores**, de aí que as **fibras preganglionares** sexan longas e as **posganglionares**, **curtas**.

Teñen un **comportamento de excitación-inhibición antagónico** ao do sistema simpático. Así, este **retarda** a **frecuencia cardíaca**, **contrae a pupila**, **estimula a actividade estomacal**, **contrae a vexiga urinaria**, etc.

Prepara o organismo para as **situacións de repouso**, diminuíndo a intensidade funcional dos órganos do corpo.

- 15 Algunhas glándulas poden ser activadas por un nervio do sistema simpático. A través de que vía recibirá as ordes de inhibición da súa actividade? Terá un control voluntario?

Os seus **nervios** saen das **rexións torácica e lumbar da medula**. Os **ganglios**, localizados **entre as fibras preganglionares e posganglionares**, **están preto da medula**, por iso as **fibras preganglionares** son **curtas** e as **posganglionares**, **máis longas**.

Este sistema **acelera a frecuencia cardíaca**, **dilata a pupila**, **inhibe a musculatura do estómago** e **relaxa a vexiga urinaria**, entre outros efectos.

Estas funcións están relacionadas coa reacción ante situacións de **alerta ou medo**, similar á que provocan as **hormonas da medula suprarrenal**, coa que estes nervios comparten unha mesma orixe embrionaria.

- 16 Compara os efectos do sistema simpático e do parasimpático sobre os seguintes órganos e funcións: corazón, pulmóns, fígado, vexiga urinaria e actividade dixestiva.

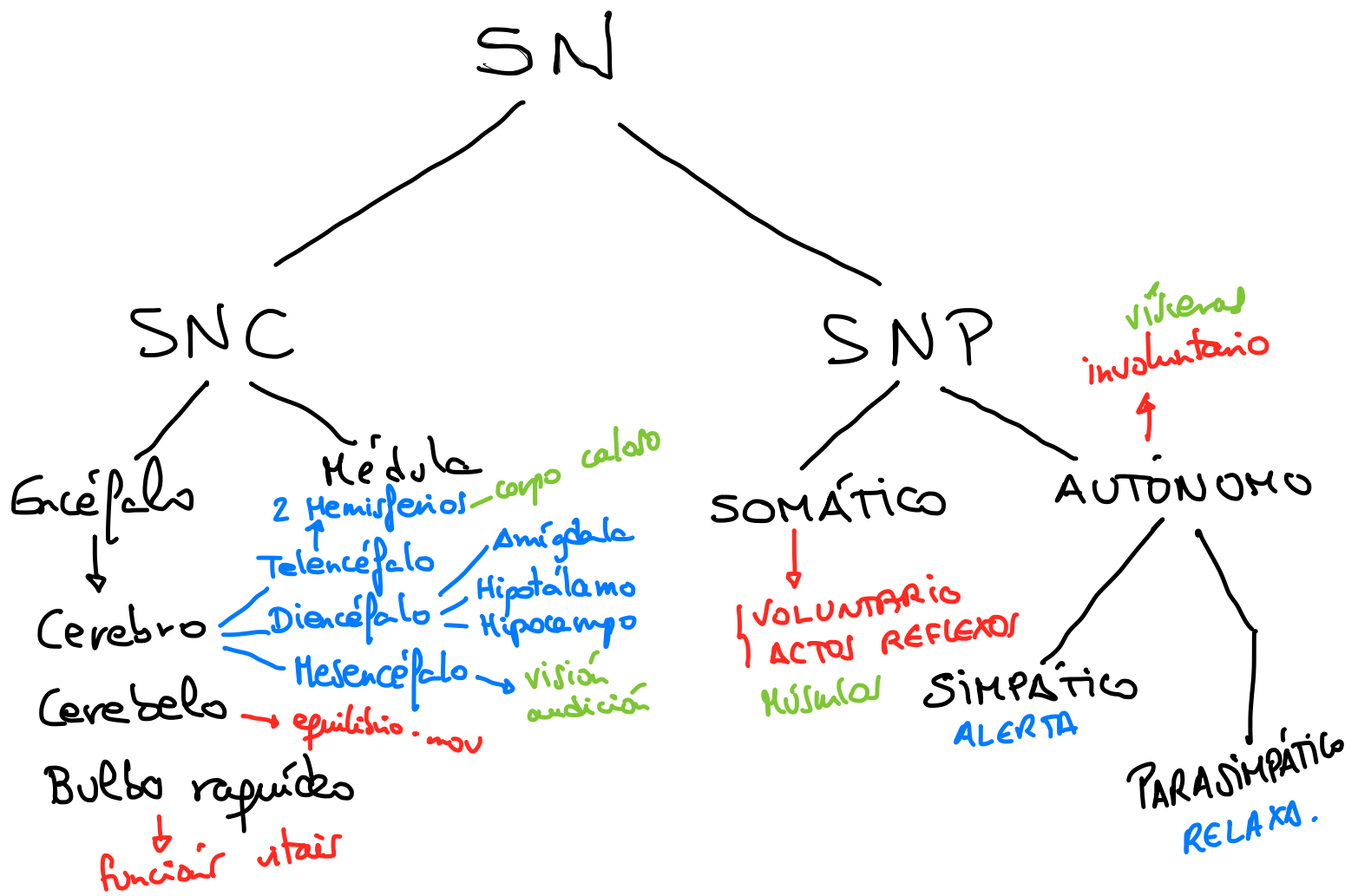
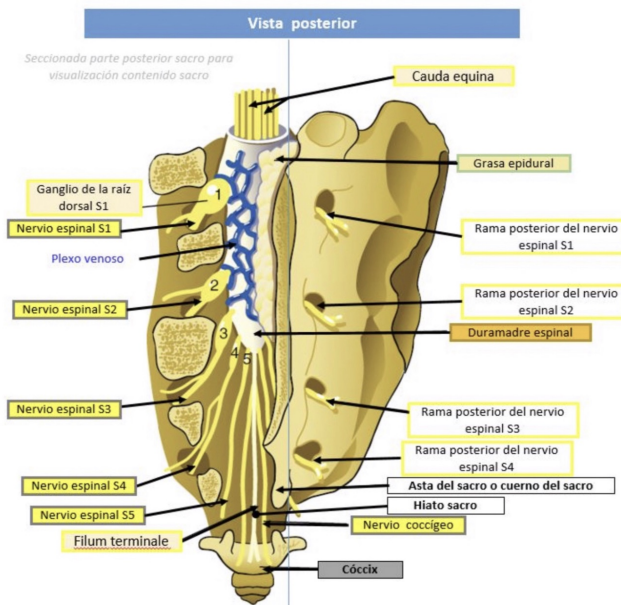
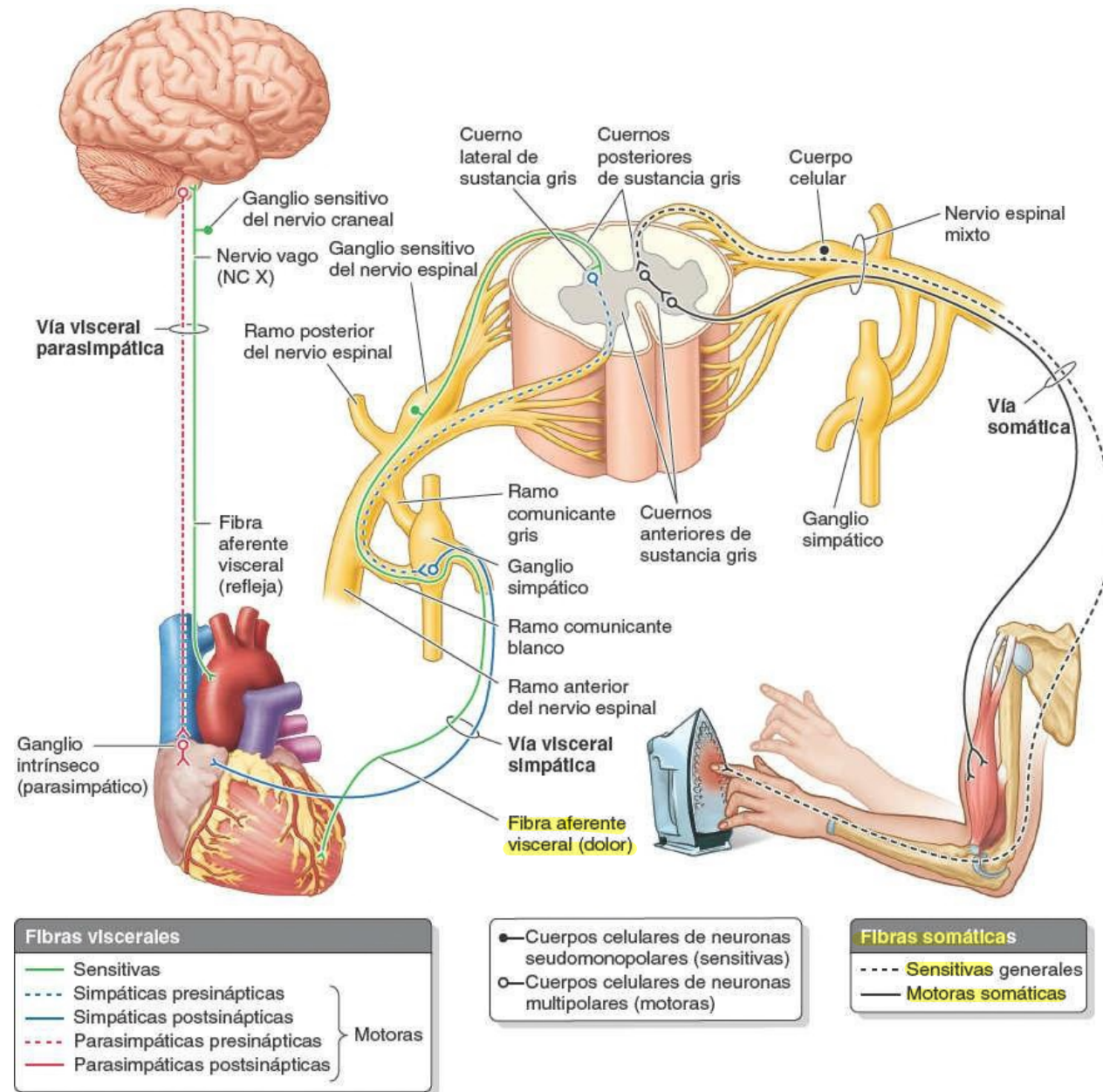
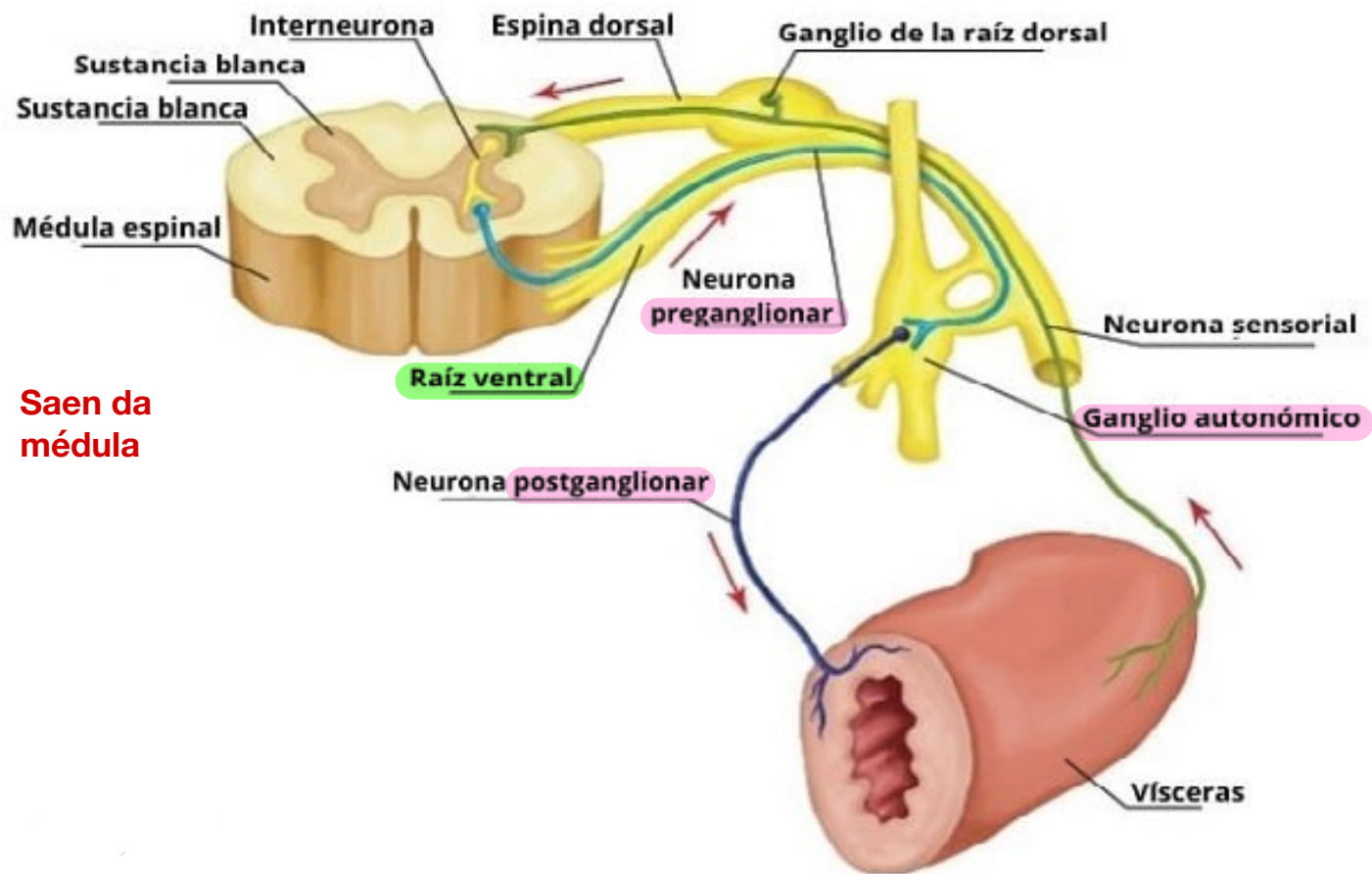


Figura 7. Contenido del conducto sacro (modificado de [1])



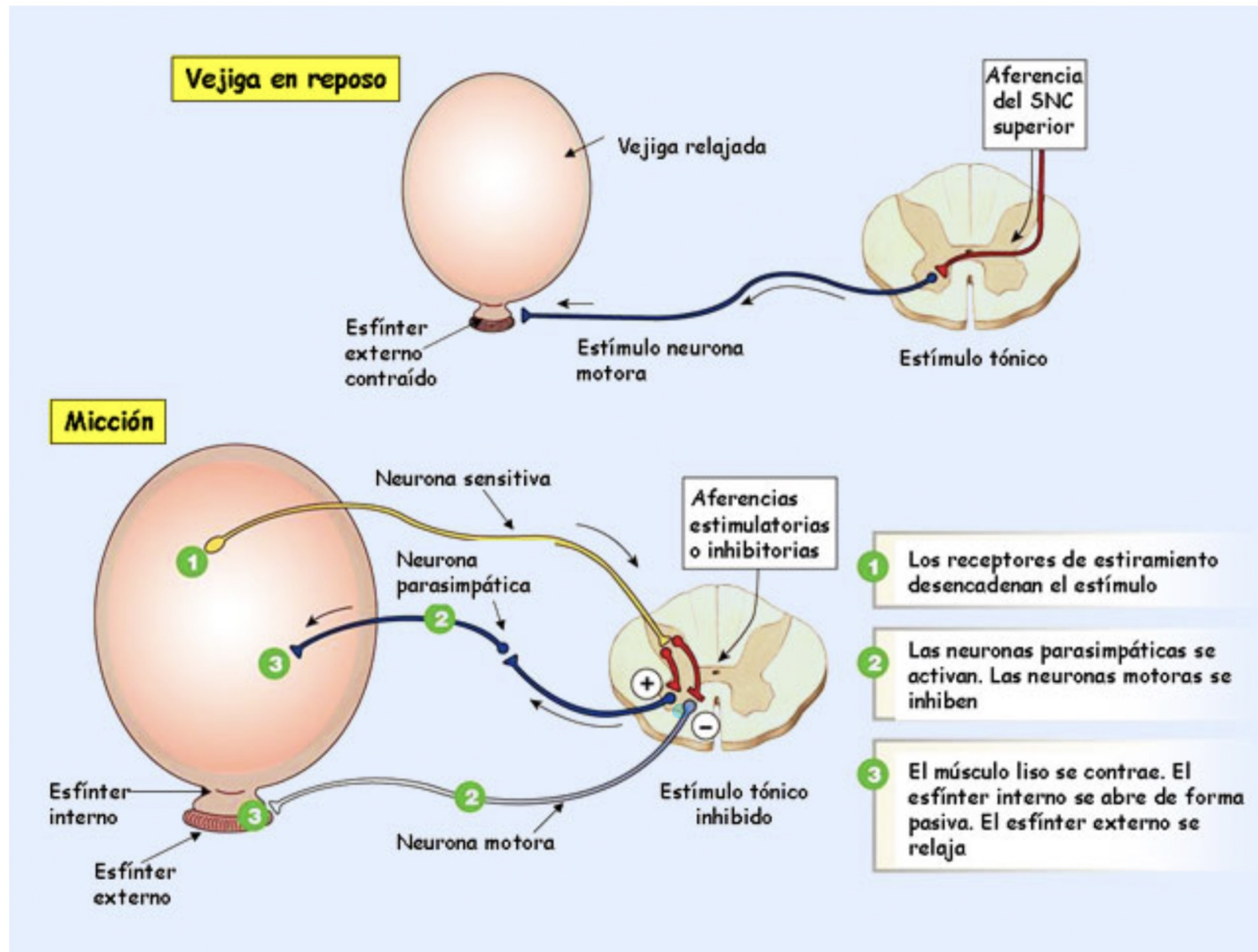


Fibras viscerais aferentes ou sensitivas: ex. información sobre distensión, gases en sangre e presión arterial) dos órganos ocos e os vasos sanguíneos, que chegan ao SNC.



Saen da
médula

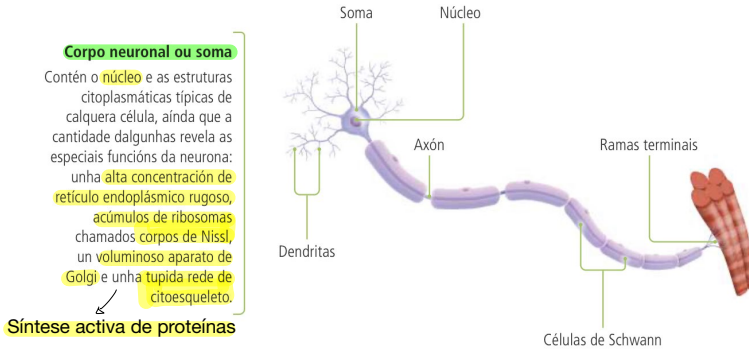
3.5 Fisiología de las vías urinarias



5 A estrutura celular do sistema nervioso

5.1. A neurona, unidade funcional do sistema nervioso

As neuronas presentan formas moi variadas, pero a súa estrutura básica consiste nun **corpo celular** ou **soma** e unha serie de **prolongacións** ou **neuritas**, en ocasións moi longas, das que existen dous tipos: **dendritas** e **axóns**.



Axón

É unha prolongación en forma de fibra longa de diámetro constante. **Pode** estar rodeada por unha **vaíña de mielina illante**. Por el **saen os impulsos nerviosos** da neurona. Polo xeral, os axóns constitúen as **fibras nerviosas**.

Dendritas

Son **prolongacións citoplasmáticas**, ás veces moi **ramificadas**, encargadas de **recibir a información**.

No **SNC**, as neuronas dispóñense de tal maneira que os **corpos neuronais** se agrupan formando a **substancia gris**, mentres que as **fibras nerviosas** tamén se agrupan e forman a **substancia branca**. No **encéfalo**, a **substancia gris** localízase **na periferia** e a **branca** no **interior**. Na **medula** sucede o contrario, a **substancia branca** localízase na **zona externa**, mentres que a **gris** se localiza na **interna**.

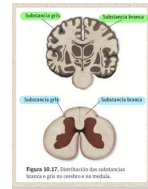
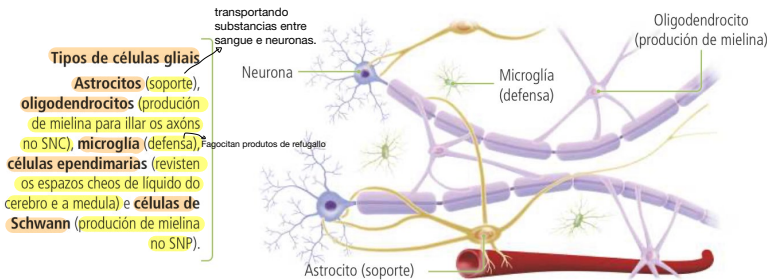


Figura 10.27. Distribución das substancias branca e gris no encéfalo e na medula.

5.2. As células gliais ou neuroglía

Forman parte do tecido nervioso, pero a súa orixe é distinta á das neuronas.



Funcións

Realizan funcións de **soporte**, **defensa**, **reparación**, **nutrición** do tecido nervioso e **control do medio**, así como de **control das migracións de neuronas** para formar **redes neuronais** e **regulación dos neurotransmisores** (interveñen, así, na **transmisión do impulso**).

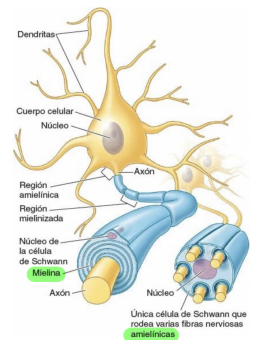
5.3. Fibras, nervios e ganglios

As **prolongacións dos axóns** das neuronas, xunto ás **células de Schwann**, forman as **fibras**, que poden ser de dous tipos:

- **Amielínicas ou fibras grises**. Varios axóns quedan englobados por unha **única célula de Schwann**. Estas células de Schwann **non producen mielina**. A maioría das fibras dos **nervios cutáneos** (os nervios que confiren sensibilidade á pel) son amielínicas.
- **Mielínicas ou fibras brancas**. Cada axón presenta varias células de Schwann **enroladas**, formando unha **vaíña de mielina descontinua**.

As **agrupacións de varias fibras nerviosas**, cos **vasos sanguíneos**, constitúen os **nervios** do sistema nervioso periférico.

Os **corpos neuronais** agrúpanse en estruturas que constitúen os **ganglios** do sistema nervioso periférico e forman a **substancia gris** do sistema nervioso central.



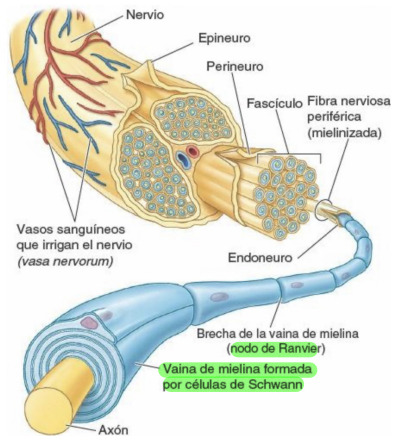


Fig. 1-33 **Disposición y cubiertas de las fibras nerviosas mielinizadas.** Los nervios constan de haces de fibras nerviosas, las capas de tejido conectivo que las mantienen juntas, y los vasos sanguíneos (vasa nervorum) que las irrigan. Todos los nervios, excepto los más pequeños, están dispuestos en haces denominados fascículos.

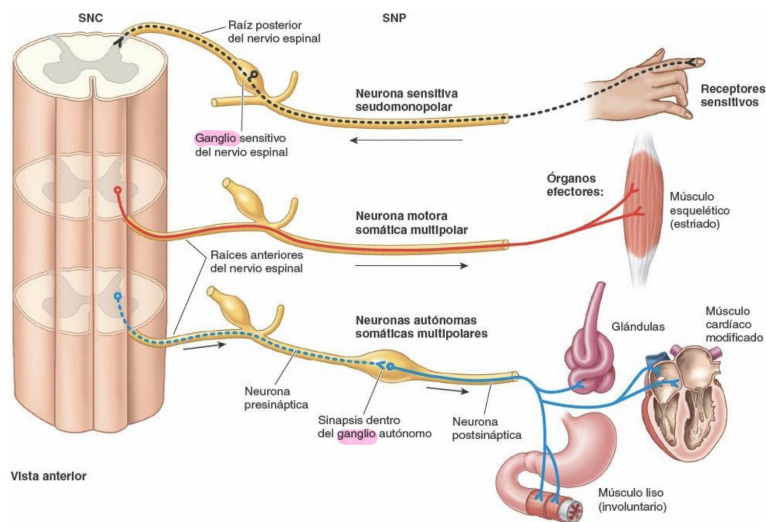


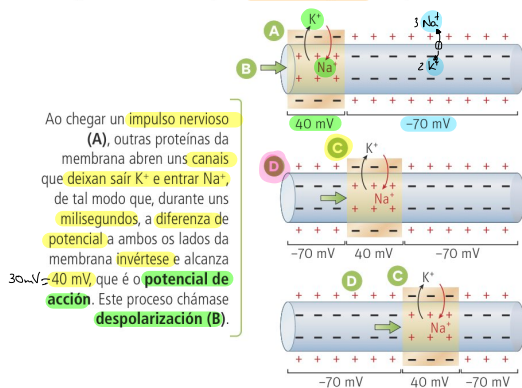
Fig. 1-42. **Neuronas del sistema nervioso periférico.** Obsérvense los tipos de neuronas implicadas en los sistemas somático y visceral, las localizaciones generales de sus cuerpos celulares en relación con el SNC, y sus efectores y órganos receptores.

5.4. A transmisión do impulso nervioso

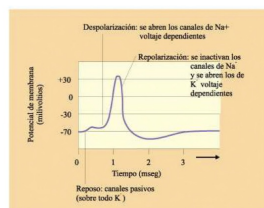
O **impulso nervioso** é a **transmisión do sinal que chega ás neuronas**. Trátase dun proceso **electroquímico**.

A transmisión do impulso nervioso na neurona ten **carácter eléctrico** debido a **diferenzas de concentración de ións** a ambos os lados da membrana destas células.

As neuronas en **estado de repouso** manteñen unha **diferenza de concentración iónica** entre o exterior e o interior do seu citoplasma **debido á actividade** dunha proteína de membrana, a **bomba de $\text{Na}^+\text{-K}^+$** , que impulsa **activamente ións Na^+** cara ao exterior e **K^+** cara ao interior nunha proporción de **3 a 2**. Iso fai que se cree unha diferenza de carga eléctrica ou **potencial de repouso de -70 mV** , co **interior negativo respecto ao exterior**.



A **despolarización** afecta á **zona adxacente da membrana**, polo que o **impulso se transmite (C)** a gran velocidade ao longo da neurona. Cando o potencial de acción percorreu algúns milímetros, ten lugar a **repolarización (D)**: os **canais péchanse** e a **bomba de $\text{Na}^+\text{-K}^+$** **volve restablecer o potencial de repouso**, á espera dun novo impulso.

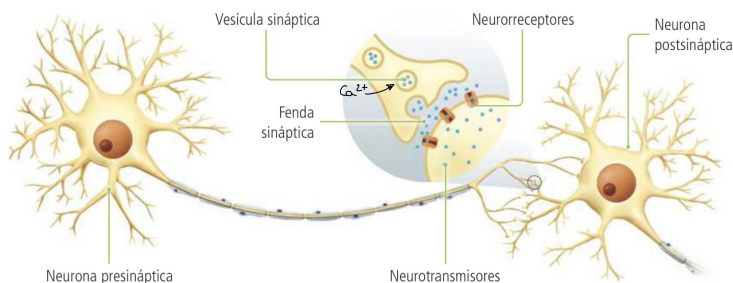


- 17 Define os seguintes conceptos: **potencial de repouso**, **potencial de acción**, **despolarización** e **repolarización**.

5.5. A sinapse

O **paso do impulso nervioso** dunha neurona á seguinte ten un **carácter químico** e coñécese como **sinapse nerviosa**.

Entre a **membrana presináptica** do axón dunha neurona e a **membrana postsináptica** dunha **dendrita** da neurona seguinte existe un pequeno **espazo ou fenda sináptica**.



A **sinapse** tamén se produce entre neuronas motoras e órganos efectores (**músculos ou glándulas**), que **responden** contraéndose ou segregando substancias.

Existen **sistemas complexos de regulación da sinapse**, con **activadores e inhibidores**.

- 18 A dor é unha sensación que se interpreta no cerebro a partir dos impulsos que chegan desde receptores de diferentes partes do corpo. A través de que mecanismos calma a dor un fármaco analéxico? Estes medicamentos resollen a causa da dor?

grazas ao Ca^{2+} que entra
Ao chegar o impulso nervioso ao botón final do axón, desde a **membrana presináptica** libéranse unhas **moléculas químicas**, chamadas **neurotransmisores**, englobadas en **vesículas do citoplasma**. Unha vez na fenda sináptica, os neurotransmisores contactan coa **membrana postsináptica** da outra célula e inducen nela unha **despolarización** ou **potencial de acción**, é dicir, un novo inicio de **impulso nervioso**.

6 A integración e o control da coordinación

6.1. Tipos de regulación

A maioría dos aspectos fisiolóxicos e metabólicos do organismo dos vertebrados están regulados por **complexos sistemas neurohormonais** que manteñen un **control voluntario ou involuntario**, segundo o tipo de actividade.

- A **regulación voluntaria ou consciente** supón que **a información se procesa no córtex cerebral**, onde reside a **capacidade consciente**. Inclúe os **actos voluntarios**.
- A **regulación involuntaria ou automática** corre a cargo do **sistema hormonal ou do sistema nervioso autónomo** a través dun **mecanismo dobre de activación ou inhibición** do proceso regulado. Inclúe os **actos reflexos**.

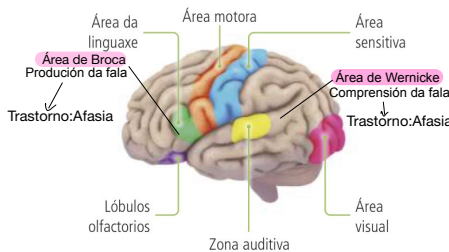
O mecanismo básico de "**estímulo → coordinación → resposta**" é similar en ambos os casos: a información recollida polos receptores é levada ata os centros nerviosos a través de nervios que forman as vías aferentes; unha vez elaborada a resposta, esta transmítese como un impulso nervioso ata os órganos efectores a través de nervios que forman as vías eferentes.

6.2. Actos voluntarios

Os **actos voluntarios** son os **conscientes**, aqueles que teñen unha **regulación voluntaria**. Neles interveñen a **medula espinal** e o **encéfalo**, fundamentalmente o **córtex cerebral**.

As **etapas** dun acto voluntario son as seguintes:

- Comeza cando un **receptor** capta un **estímulo externo** e o converte nun **impulso nervioso** que é conducido por **fibras nerviosas sensitivas** ata chegar ás **hastas dorsais ou posteriores da medula espinal**.
- Desde aí viaxa **ata o bulbo raquídeo**, que o transmite ao **hemisferio do córtex cerebral situado ao lado contrario do lugar onde se encontra o receptor**.
- No **córtex cerebral**, a **sensación faise consciente** e **elabórase a resposta**.



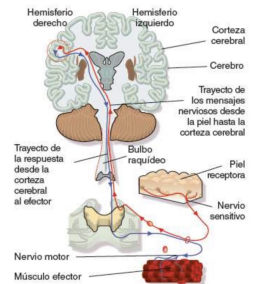
O **tipo de vía nerviosa** que siga un impulso nervioso **para chegar ata o cerebro** é a clave para a súa interpretación: se chega polo **nervio óptico**, interpretarase como unha **imaxe**; se o fai polo **nervio auditivo**, como un **son**, e así sucesivamente. As conexións nerviosas internas do cerebro levan cada tipo de información ata zonas concretas do córtex cerebral, onde se procesa. Moitas destas zonas xa se identificaron, polo que dispoñemos de **mapas sensoriais do córtex cerebral**.

- Esta **resposta**, en forma de **impulso nervioso**, é **conducida pola medula** e sae polas **hastas ventrais ou anteriores** cara ás **fibras nerviosas motoras**.
- Na **medula** establécese **sinapse con neuronas motoras**, cuxos axóns saen da medula a través dos **nervios raquídeos** ata chegar ao **órgano efector**, que realizará o **acto ou movemento voluntario**.

Non todos os actos voluntarios teñen a súa orixe na percepción dun estímulo. Hai moitos que **se orixinan directamente no córtex cerebral**; por exemplo, mover unha man sen que previamente se recibise un estímulo externo que provoque o movemento.

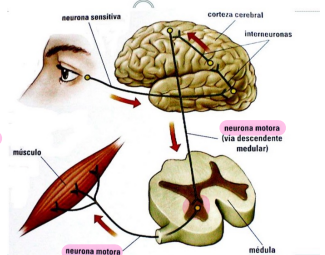
19 Describe a secuencia de acontecementos que van desde a percepción dun estímulo ata a execución dunha resposta.

20 Todos os actos voluntarios teñen a súa orixe na percepción dun estímulo? Razona a túa resposta.



Funcionamiento del sistema nervioso

Actos voluntarios

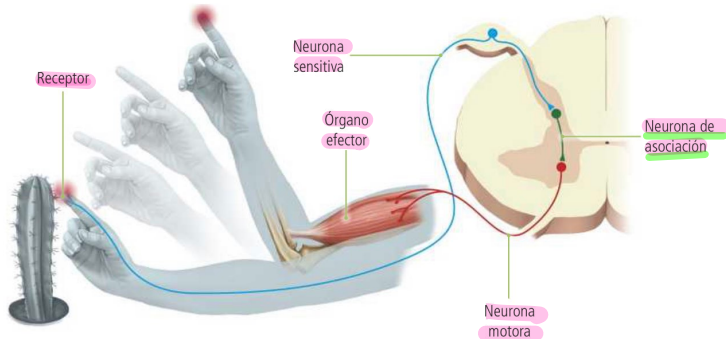


6.3. Actos involuntarios ou reflexos

Os **actos involuntarios** son os que **non dependen da vontade** e realízanse **sen a intervención do cerebro**. Se involucran o **sistema nervioso somático**, denomínanse **actos reflexos**.

A información sensitiva só chega ata a **medula espiñal**; como o camiño que debe percorrer é máis curto, a **resposta é rápida e automática**.

Os **elementos que interveñen** na realización dun acto involuntario ou reflexo **constitúen o chamado arco reflexo**, que como mínimo debe contar cos seguintes elementos:



Os **actos involuntarios** son de **dous tipos**:

- **Reflexos incondicionados**. Son **conxénitos** e na súa elaboración normalmente non interveñen o encéfalo, só a **medula**. A maioría deles tende a **protexer o organismo**; por exemplo, **pechar os ollos ante a inminencia dun golpe**.
- **Reflexos condicionados**. Na súa elaboración interveñen o **córtex cerebral** e adóquírense tras un **proceso de aprendizaxe**. Os primeiros estudos sobre estes reflexos foron realizados polo fisiólogo ruso e premio nobel Ivan Pavlov (1849-1936), que demostrou a súa existencia traballando con cans.

Por exemplo, a **presenza de comida** (estímulo) provoca a **secreción de saliva** (resposta); é un **reflexo incondicionado**. Se a **presenza de comida se asocia ao son dunha campaiña** (estímulo), prodúcese a **secreción salivar** (resposta), **incluso en ausencia de alimento**; é un tipo de **reflexo condicionado**.

RESOLVE CON CIENCIA. Un cortocircuíto

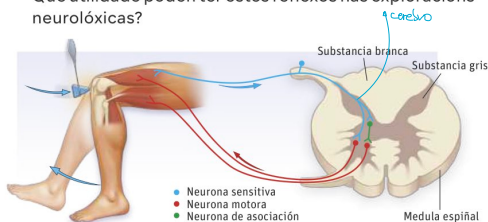
21 Se nos golpeamos suavemente no tendón situado baixo a rótula, inmediatamente **estendemos a perna (reflexo rotular)**. É unha resposta **rápida e involuntaria**; no entanto, os **músculos que se moven teñen unha innervación voluntaria**. Como se pode explicar isto?

É **debido a un cortocircuíto no camiño: vía sensorial → cerebro → vía motora**.

Os **receptores sensoriais reciben o estímulo (golpe)**. As **neuronas sensitivas levan o impulso ata a medula** e establecen **sinapse** con neuronas de asociación que envían a orde de **contracción ao nervio motor que sae da medula**. O impulso tamén viaxa desde a **medula ata o cerebro** e alí é onde a sensación se fai consciente, pero **para entón o movemento xa se realizou**.

Ademais do reflexo rotular, no organismo do ser humano prodúcense outros actos reflexos que afectan ao movemento, como o **reflexo aquileo**, que produce a **flexión da planta do pé cando se dá un golpe no tendón de Aquiles**.

Que utilidade poden ter estes reflexos nas exploracións neurolóxicas?



¿Qué es un reflejo espinal...?

Veamos como ejemplo el **reflejo rotuliano**

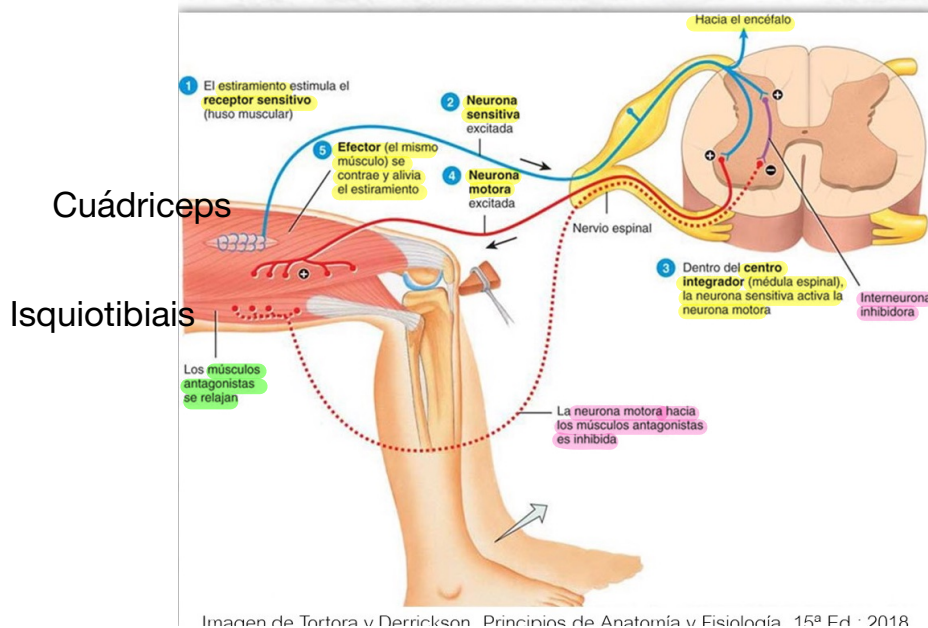


Imagen de Tortora y Derrickson. Principios de Anatomía y Fisiología. 15ª Ed. 2018

Un **reflexo de estiramiento** es un tipo de reflejo muscular, que protege al músculo contra aumentos de longitud que pueden desgarrar e dañar las fibras musculares. El propósito principal del reflejo rotuliano, o **reflexo de estiramiento del músculo cuádriceps femoral**, es **evitar el estiramiento excesivo del cuádriceps**.

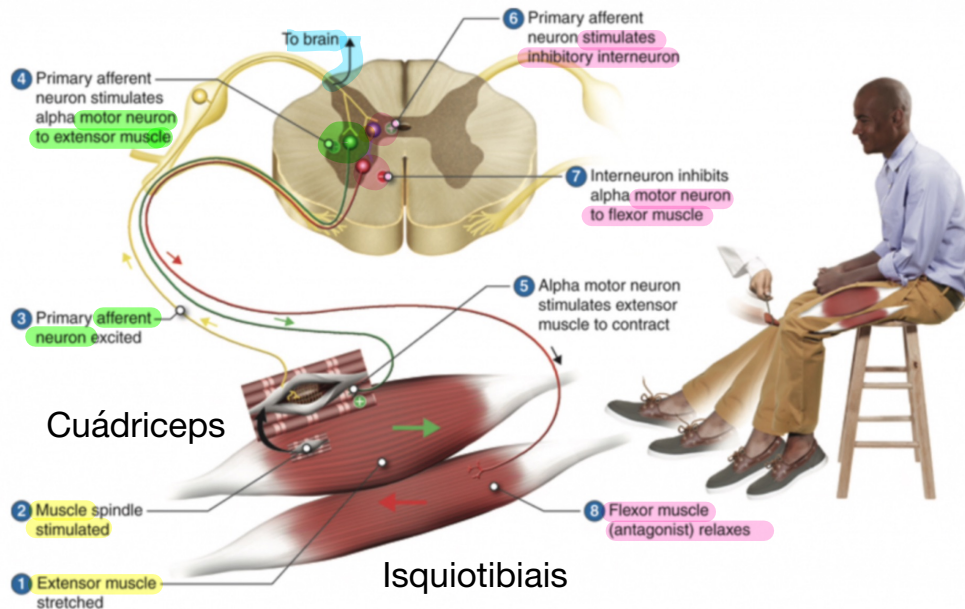


Figura 1. El reflejo rotuliano monosináptico. Un golpecito en el tendón rotuliano estira el músculo cuádriceps (1) dando como resultado la activación del huso muscular (2). La neurona aferente del huso muscular, detectando estiramiento, envía una señal a la médula espinal (3) y sinapsis directamente con una neurona motora (4) que hace que el músculo cuádriceps se contraiga (5). Paralelamente, se envía un mensaje inhibitorio a través de una interneurona a los isquiotibiales (6, 7), resultando en relajación de los isquiotibiales (8). El reflejo en los isquiotibiales es polisináptico. Esta obra de Ceneo está bajo licencia de Creative Commons Attribution 3.0 Estados Unidos <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>.

Además el impulso también viaja al **cerebro**, pero cuando llega ya es tarde para realizar la acción. Solo es **consciente**.

7 Os receptores

7.1. Tipos de receptores

A información recibida polos receptores dos estímulos permítenlle aos seres vivos relacionarse co medio e, ao mesmo tempo, adaptarse aos cambios dos medios externo e interno. Os receptores poden ser **sinxelas terminacións nerviosas** ou ben **células epiteliais especializadas** que están **en contacto coas neuronas**. Pódense encontrar **illados ou agrupados** con outras células formando os **órganos dos sentidos**.

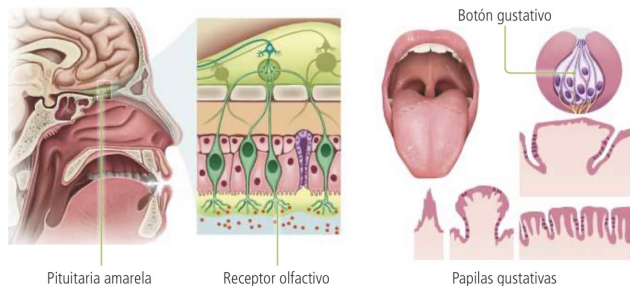
Estes receptores presentan unha **alta especificidade fronte aos estímulos**, de maneira que cada receptor é sensible só a un determinado estímulo e insensible ao resto.

Segundo a **orixe do estímulo** ao que son sensibles, os receptores clasifícanse en:

- **Exteroceptores.** Reciben estímulos procedentes do medio externo; permítenlle ao animal un coñecemento do medio no que se encontra.
- **Interoceptores.** Captan a información do interior do organismo. Clasifícanse en:
 - **Propioceptores.** Localízanse en **músculos, tendóns, articulacións e oído**. Permiten coñecer a **posición**, non só do corpo no seu conxunto, senón tamén de determinadas estruturas deste (extremidades, cabeza, etc.).
 - **Visceroceptores.** Distribúense **por todo o organismo**. Informan da **actividade visceral** e dos cambios no medio interno. Permiten, por exemplo, detectar **cambios no pH**, a **temperatura corporal** ou a **composición química do sangue**.

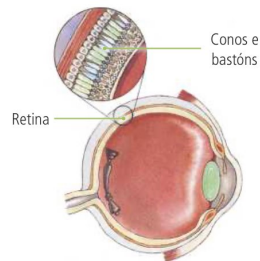
Os receptores tamén se poden clasificar segundo o **tipo de estímulo** ao que son sensibles:

QUIMIORRECEPTORES



Son sensibles aos **estímulos de natureza química**. Pertencen a este grupo dous tipos de receptores: os **olfactivos**, **situados na pituitaria amarela** das fosas nasais, que **se estimulan por substancias volátiles**, e os receptores **gustativos**, situados nas **papilas gustativas** da lingua, que **se estimulan** ao se poren en contacto con **substancias químicas en disolución**.

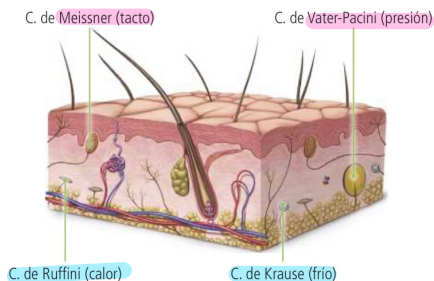
FOTORRECEPTORES



Son sensibles aos **estímulos luminosos**. Localízanse nos ollos, concretamente na **retina**. Nos vertebrados son de dous tipos: **conos**, responsables da **visión en cor**, e **bastóns**, permiten a **visión nocturna**.

MECANORRECEPTORES E TERMORRECEPTORES

Os **mecanorreceptores** responden a **estímulos mecánicos**: **tacto, presión, gravidade, son, etc.** Algúns sitúanse na **pel** e están formados por unha terminación nerviosa rodeada de tecido conxuntivo. Por exemplo, os **corpúsculos de Vater-Pacini** e os de **Meissner**. No **oído interno** hai receptores auditivos, agrupados nunha estrutura complexa chamada **órgano de Corti**.



Os **termorreceptores** teñen a capacidade de detectar os **cambios de temperatura**. Nos **insectos**, estes receptores localízanse nas **antenas**. Nos **mamíferos** encóntranse na **pel** e son de dous tipos: os **corpúsculos de Krause**, **sensibles ao frío**, e os de **Ruffini**, **sensibles á calor**.

22 Que diferenzas existen entre os propioceptores e os visceroceptores?

8 A resposta motora

8.1. O aparato locomotor

En moitas ocasións, a **resposta** dos animais ante un estímulo é un **movemento**, que dá lugar ao desprazamento do animal ou dunha parte del. O movemento é posible grazas á existencia dun **aparato locomotor** que está formado:

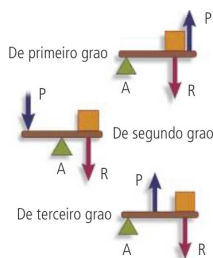
- Polo **esqueleto**. Desenvolve funcións de **soporte**, **protección** e **movemento**. De soporte, xa que dá forma ao organismo, do contrario sería unha masa amorfa; de protección de órganos internos, como o corazón, os pulmóns, etc.; e de movemento, porque en combinación cos músculos proporcionalle ao animal a capacidade para moverse. Está formado principalmente por **ósos e articulacións**. É o **elemento pasivo** de todo movemento e serve de **inserción** para os músculos.
- Polos **músculos**. Son os **elementos activos** do aparato locomotor, están **unidos ao esqueleto** por medio de **tendóns** e encóntranse **conectados** cos centros nerviosos por medio de nervios. Ao chegar ata eles un estímulo adecuado contráense, o que se traduce nun **movemento dos ósos aos que están unidos**.

RESOLVE CON CIENCIA. Pancas e movemento

23 Os músculos, a pesar da súa capacidade para se contraeren, son incapaces de realizar por si mesmos ningún tipo de movemento, xa que requiren a colaboración do esqueleto. Os ósos actúan como pancas cando son movidos polas contraccións musculares.

Unha panca é unha barra ríxida apoiada sobre un punto, chamado de apoio (A), sobre o que actúan dúas forzas, a potencia (P), a favor do movemento, e a resistencia (R), en contra do movemento. Dependendo da posición relativa destes elementos, diferéncianse os tres tipos de panca que se ven á dereita.

- Explica con que tipo de panca se relacionan estes movementos: poñerse nas puntas dos pés, flexionar un brazo e afirmar coa cabeza.



8.2. O esqueleto

No reino animal hai **tres tipos principais de esqueletos**:

HIDROSTÁTICO



Formado por un **líquido** mantido **baixo presión dentro de cavidades corporais pechadas**. É o tipo de esqueleto que teñen a maioría dos **cnidarios**, os **platelmintos**, os **nematodos** e os **anélidos**. A **contracción dun músculo** **empurra o líquido** e, dado que os líquidos son practicamente **incompresibles**, a forza transmítese a través do líquido e xera un **cambio de forma ou o movemento** dunha parte ou da totalidade do corpo.

EXOESQUELETO



É unha **cuberta dura** depositada na **superficie** do animal. É de orixe **epidérmica** e está formada por **substancias orgánicas**, como a **quitina**, ou por sales minerais, como o **carbonato cálcico**. Os **moluscos** teñen un exoesqueleto groso e **rído**, que é unha cuncha calcaria segregada polo manto. Nos **artrópodos** forma unha **cutícula de quitina**, que é **rída pero lixeira**, e permite movementos moi activos, xa que nas articulacións a capa de quitina é máis delgada.

ENDOESQUELETO



É **interno** e está formado por **pezas duras** ocultas no interior dos tecidos brandos. Nos **poríferos** (esponxas) está formado por **pezas soltas: fibras de proteína e espículas de sílice ou calcio**. Nos **vertebrados**, está composto por **pezas de cartilaxe, óso** ou unha **combinación de ambas**. Os **ósos únense por articulacións**, que permiten o movemento de ósos contiguos e, ao mesmo tempo, impiden que se separen.

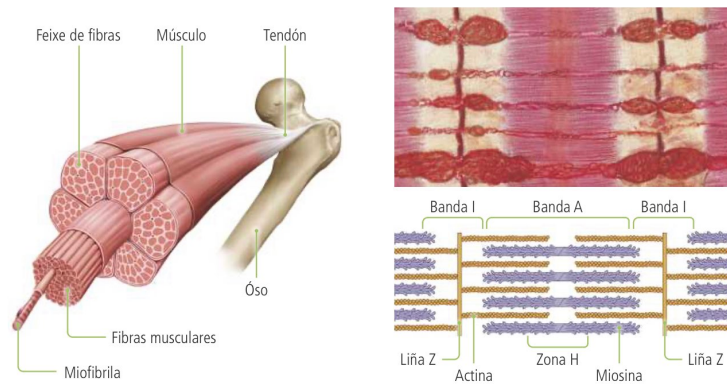
8.3. O sistema muscular

Dos distintos tipos de músculos, os **esqueléticos** son os implicados na **locomoción**. Encóntranse nalgúns **moluscos**, nos **artrópodos** e nos **vertebrados**, e están **formados por millóns de fibras musculares** con **capacidade para se contraeren**, é dicir, para se acurtaren.

A locomoción de todos os animais con esqueleto está baseada no **principio da pance**. Os **músculos únense aos ósos por medio de tendóns** e as súas accións son **antagónicas**; por exemplo, a **contracción do músculo bíceps** permite **flexionar o brazo**, mentres que a **contracción do tríceps** permite volver a estendelo.

Os músculos esqueléticos están formados por **feixes de miofibrilas** dispostas lonxitudinalmente. Cada miofibrila está formada por dous tipos de **miofilamentos** de natureza **proteica**: os **delgados, de actina**, e os **grosos, de miosina**.

ESTRUTURA DUN MÚSCULO ESQUELÉTICO



A **contracción muscular** implica un **acurtamento do músculo**, pero **non** está motivada porque os **filamentos de actina e miosina diminúan de lonxitude**, senón porque **os sarcómeros se acurtan**, xa que os **filamentos de actina e miosina se desprazan uns sobre outros**, e incrementan a súa superposición.

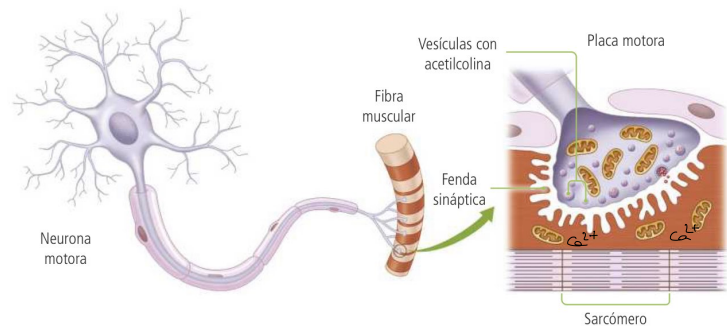
Observando o músculo no microscopio vese que a fibra muscular presenta unha **estrición transversal** na que se alternan as **bandas claras (banda I)** cunha **liña escura no centro (liña Z)** e as **bandas escuras (banda A)** cunha **zona clara (zona H)**.

A estrición transversal prodúcese pola **superposición lonxitudinal dos filamentos de actina e miosina**, formando estruturas denominadas **sarcómeros**, que son as **unidades básicas da contracción muscular**.

↓
distancia entre 2 liñas Z

8.4. A sinapse neuromuscular

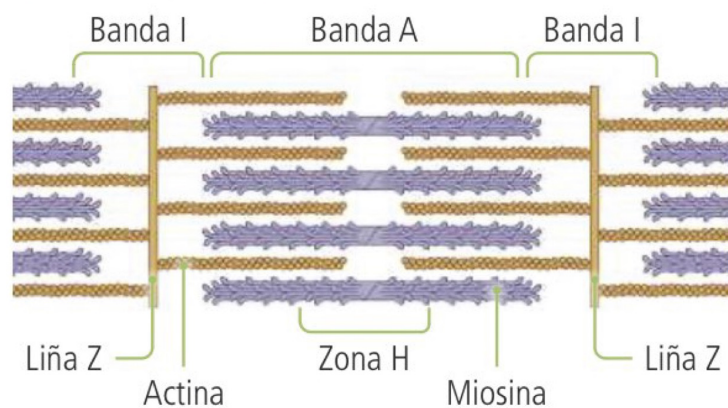
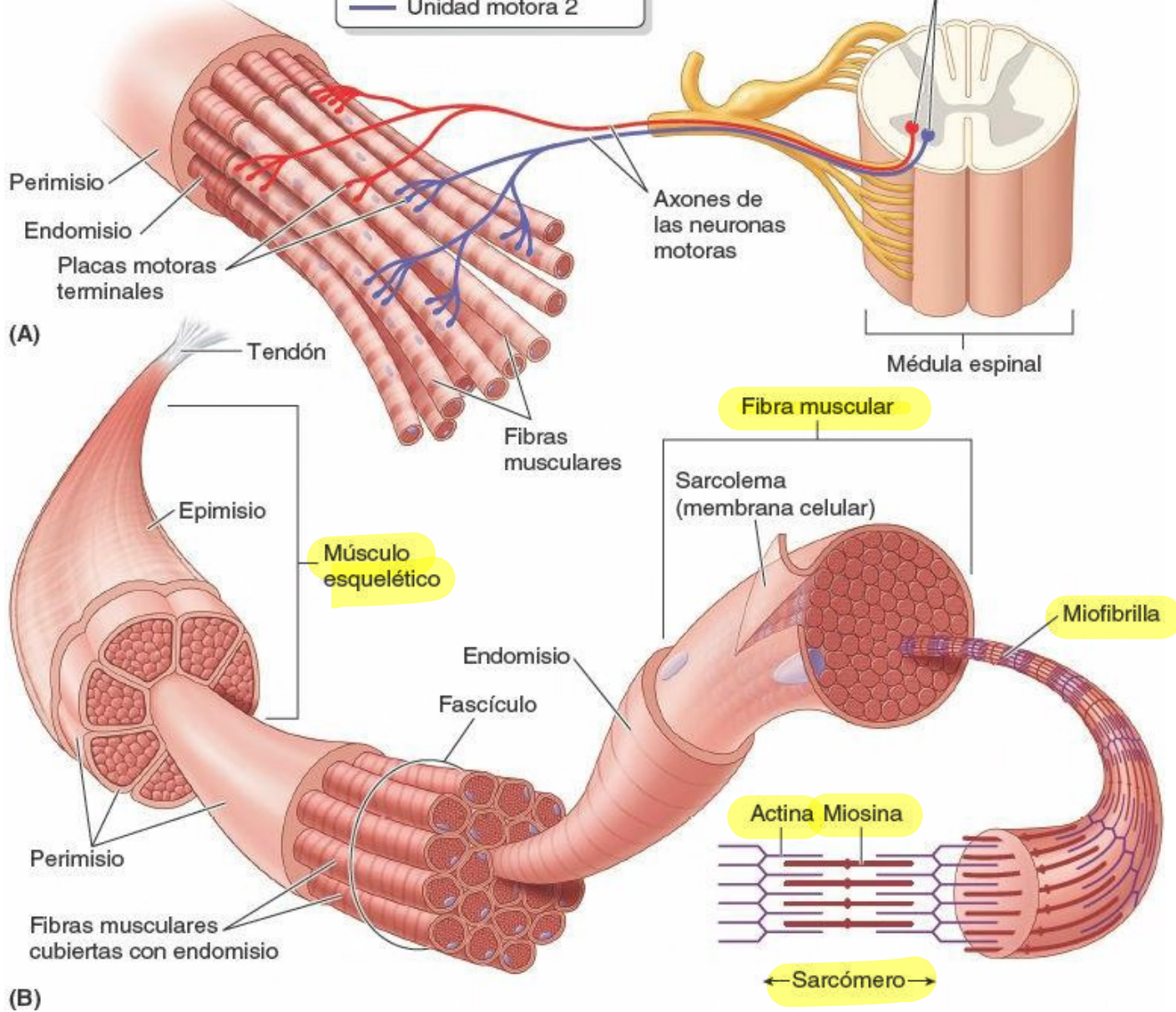
A **contracción da fibra muscular** prodúcese cando ata ela chega un **impulso nervioso** a través dunha **neurona motora**, que está conectada funcionalmente a unhas 150 fibras musculares. A **unión entre unha neurona e unha fibra muscular chámase sinapse neuromuscular** e a estrutura na que ten lugar, **placa motora**, : sarcolema da fibra muscular



Cando unha **neurona motora** é estimulada, libera un **neurotransmisor, a acetilcolina**, na fenda sináptica entre a **neurona motora e a fibra muscular**. A acetilcolina é captada por **receptores de membrana** situados na **fibra muscular** e desencadéase un **potencial de acción**. Este **propágase ao longo da membrana** e provoca a **liberación, desde o retículo endoplasmático, de ións Ca^{2+}** , que son os responsables do **escorregamento dos filamentos de actina e miosina** e, con iso, da **contracción muscular**.

sarcoplásmico (músculo)

24 Que función desempeña o composto neurotransmisor acetilcolina no proceso de contracción das fibras musculares?



Na contracción muscular a anchura da banda A permanece constante (non varía a lonxitude da miosina) mentres que a banda I e a zona H acúrtanse sen que varíe a lonxitude da actina.

- Os filamentos de actina se deslizan sobre os de miosina, acercando las liñas Z dentro de cada sarcómero.
- O regulador fisiolóxico da contracción muscular é o ión Ca^{+2} que permite a unión das moléculas miosina-actina.

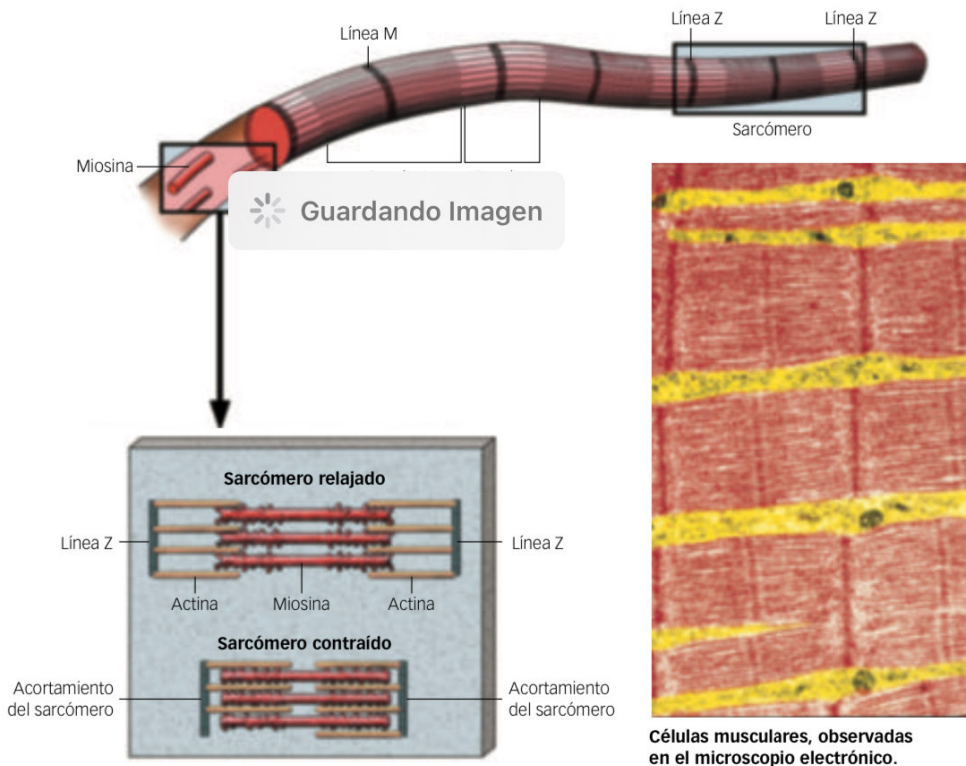
Gasto de ATP

La contracción muscular

Cuando una fibra muscular es estimulada por la llegada de impulsos nerviosos, se liberan numerosos iones de calcio del retículo sarcoplasmático, que actúan a nivel de los miofilamentos de miosina produciendo conexiones y desconexiones sucesivas con los miofilamentos de actina, de modo que estos se van deslizando sobre los de miosina, acortando de esta manera el sarcómero, la miofibrilla y, por tanto, también el músculo.

El proceso de contracción muscular requiere suministro energético para que pueda realizarse. La energía pro-

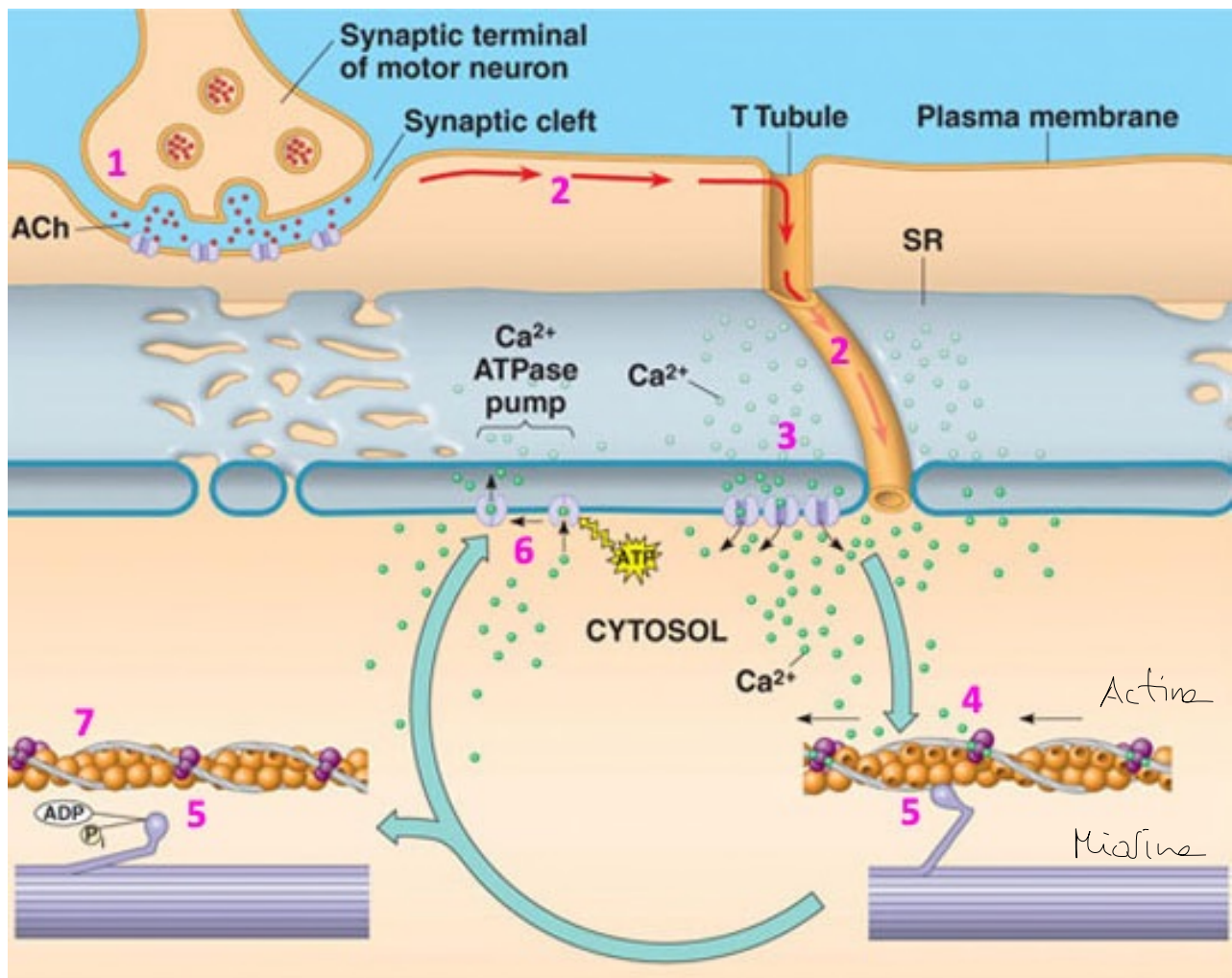
cede del **adenosín trifosfato (ATP)**, que al hidrolizarse por acción de una enzima proporciona una molécula de ADP (adenosín difosfato) y energía ($\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{energía}$). Sin embargo, los músculos estriados de los vertebrados carecen de suficiente ATP para poder llevar a cabo una contracción muscular prolongada, debido a lo cual disponen de reservas de una molécula energética, el **fosfato de creatina**, que puede originar ATP mediante la reacción:



Células musculares, observadas en el microscopio electrónico.

ACTIVIDADES

- 1 En este tipo de músculo, estriado, los miofilamentos de actina y miosina se agrupan en unidades morfológicas y fisiológicas llamadas sarcómeros. Observa la figura y describe el sarcómero. ¿Qué diferencia hay entre el sarcómero relajado y el sarcómero contraído?
- 2 ¿Qué se requiere para que la fibra muscular se contraiga? ¿Qué ocurre a continuación en su retículo sarcoplasmático (RE)? ¿Qué sucede luego en el sarcómero? ¿Qué más se necesita?
- 3 Explica qué es el ATP. ¿Y el fosfato de creatina?



9 A locomoción animal

9.1. Formas de locomoción

O movemento é un dos trazos máis distintivos que teñen os animais. O **desprazamento activo para obter alimento, fuxir do perigo ou buscar parella chámase locomoción**.

As formas de locomoción nos animais son diversas: hainos que nadan, outros desprázanse sobre a terra e outros máis voan. Calquera destas modalidades implica un **consumo de enerxía**, a necesaria **para vencer as dúas forzas que tenden a manter o animal inmóbil: o rozamento e a gravidade**.

25 Que se entende por locomoción? Que necesidade teñen os animais de se desprazaren activamente?

9.2. Locomoción no medio acuático: natación

Os animais **flotan** relativamente ben; isto fai que os que viven en medios acuáticos **contrarresten a forza da gravidade con máis facilidade** que os que o fan sobre a terra ou no aire. **Pero o medio acuático é máis denso e viscoso** que o aire, o cal **incrementa o rozamento** e **dificulta o movemento**.

CEFALÓPODOS



Expulsan un **chorro de auga** e o movemento prodúcese en dirección contraria.

CRUSTÁCEOS



Contraen o abdome e esa acción produce un desprazamento cara atrás.

PEIXES



Contraen a musculatura dun lado do corpo e logo a do outro. Avanzan cara adiante.

CETÁCEOS

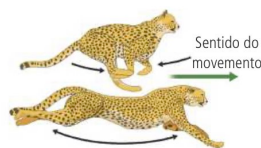


Moven a **aleta caudal** cara arriba e cara abaixo, e desprázanse cara adiante.

9.3. Locomoción sobre o solo

Os problemas da locomoción sobre a terra son os opostos aos da auga: a **gravidade é un inconveniente**, mentres que **o aire ofrece pouca resistencia**.

CARREIRA



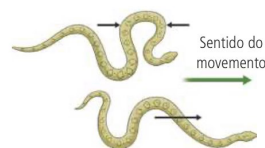
De forma **alternativa**, unhas patas apóianse sobre o solo, mentres que as outras avanzan. Preséntase en **artropodos e vertebrados terrestres**.

SALTO



A **contracción brusca das patas traseiras** fai avanzar o animal a saltos. É frecuente **nalgúns artrópodos e vertebrados terrestres**.

REPTACIÓN



Todo o corpo se apoia sobre o chan, realizando un grande esforzo para **vencer o rozamento**. É propia **dalgúns réptiles**.

9.4. Locomoción no aire

O principal problema dos animais voadores é **vencer a gravidade**. Os **insectos voadores, as aves e os morcegos posúen ás que, con orixes distintas, realizan a mesma función**. O seu movemento provoca unha **forza ascensional** que **neutraliza a acción da gravidade**.

Os insectos teñen dous pares de ás no tórax, que se moven polas contraccións de músculos inseridos nas paredes desa parte do corpo. Nas aves e nos morcegos, as ás desenvólvense a partir das extremidades anteriores e os músculos que as moven insírense, por un lado, nos ósos da á e, polo outro, no esterno.

10 A importancia da ciencia

10.1. Aplica noutros contextos

A regulaci3n dos estados de estr3s e alarma

O estado de alarma ou alerta 3 unha cuesti3n vital, xa que del pode depender a supervivencia do individuo. Podemos comprobar algunhas das reacci3ns fisiol3xicas deste estado cando vemos unha pel3cula de medo ou se levamos un tempo sometidos a unha tensi3n emocional intensa ou a est3mulos externos chocantes, como ru3do, luces, etc. Algunhas das respostas a eses estados de estr3s ou alarma son a dilataci3n das pupilas, a aceleraci3n do ritmo card3aco e da ventilaci3n pulmonar, a sudaci3n ou a tensi3n muscular.

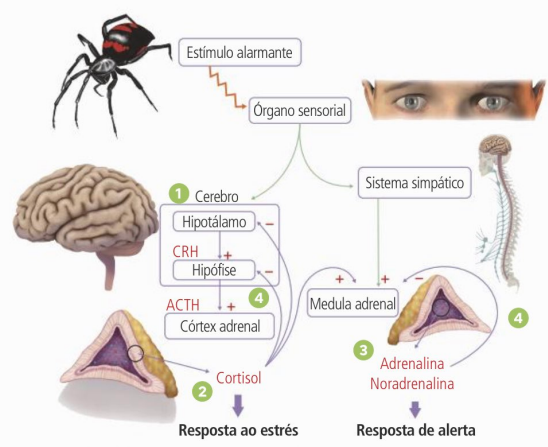
Como se producen e regulan estes estados?

Os 3rganos sensoriais captan os est3mulos alarmantes e transmiten a informaci3n ao sistema neuro-hormonal, que activa un mecanismo de actuaci3n: "hipot3lamo → hip3fise → c3rtex adrenal".

1. O hipot3lamo recibe a informaci3n sensitiva e segrega CRH, unha hormona que estimula a hip3fise para que libere outra hormona ao sangue, a ACTH.
2. A ACTH chega 3s gl3ndulas suprarrenais e estimula a liberaci3n do cortisol, unha hormona que dispara no organismo algunhas respostas ao estr3s.
3. 3 vez, a medula das gl3ndulas suprarrenais, tanto pola activaci3n debida ao cortisol como por v3a nerviosa a trav3s do sistema simp3tico, libera adrenalina e noradrenalina, hormonas que disparan as respostas de alerta.
4. As tres hormonas adrenais exercen unha autorregulaci3n negativa sobre a s3a s3ntese, de modo que esta cesa se tam3n o fai o est3mulo.



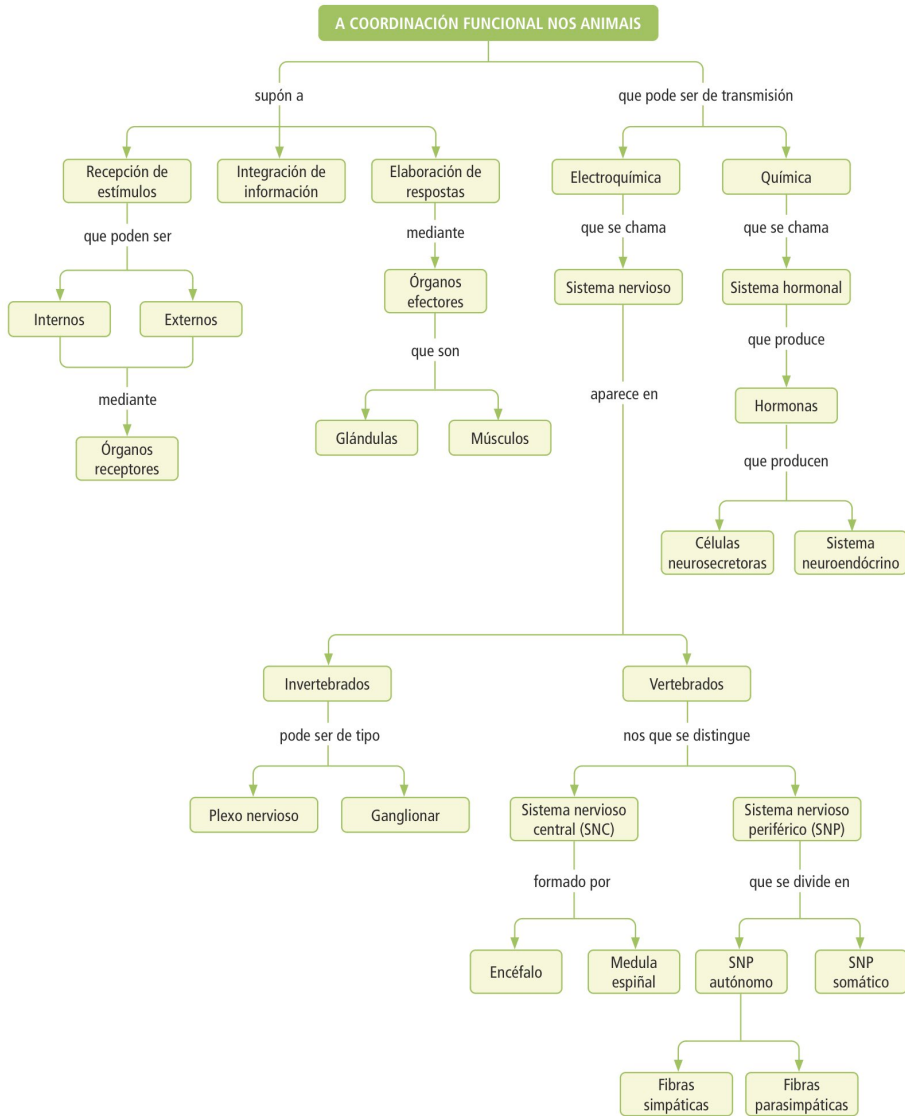
Un estado de alerta 3 a resposta org3nica a un est3mulo que se considera potencialmente como unha ameaza.



26 S3bese que o mantemento de estados de estr3s sen realizar actividade f3sica ningunha xera importantes problemas cardiovasculares. De acordo co mecanismo de regulaci3n do estr3s e da alerta que acabas de ler, razoa a que pode ser debido.

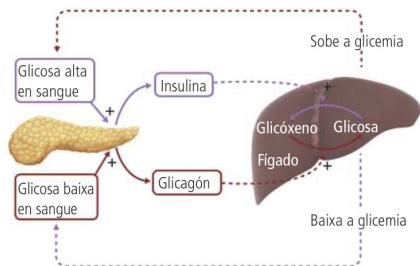
27 Sinala cales dos seguintes actos son voluntarios e cales involuntarios ou reflexos: segregar saliva, comer, montar en bicicleta, acelerar o latexo card3aco, ouri3nar, retirar a man se te pinchas, un beb3 que succiona, coller un libro dun estante.

CONCEPTOS CLAVE



ACTIVIDADES FINAIS

- 1 O esquema mostra o funcionamento regulador de dúas hormonas pancreáticas (a insulina e o glicagón) sobre a glicosa en sangue. Ambas teñen efectos contrapostos e libéranse ao sangue en situacións opostas.

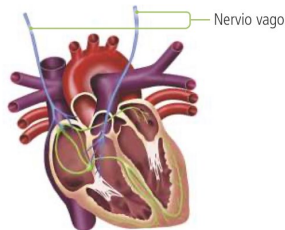


A insulina é unha proteína, polo que se sintetiza a partir dun xene. As persoas que carecen dese xene padecen unha afección crónica chamada diabetes. Que ocorre no metabolismo da glicosa nesas persoas?

- 2 Unha lesión medular na columna vertebral dun vertebrado pode producir a parálise da parte posterior do seu corpo e impedirlle mover as patas traseiras; porén, é posible que sexa capaz de realizar actos reflexos.

- a. Explica a que pode deberse isto.
- b. Amais da capacidade motora, estes animais verán afectada a súa capacidade sensorial? Por que?

- 3 O miocardio é a musculatura do corazón e está formado por fibras de músculo cardíaco, que funciona como un músculo esquelético, é dicir, con contraccións rápidas e enérxicas. Aínda que o ritmo cardíaco está determinado por unha zona do miocardio, hai outra innervación deste músculo mediante o sistema autónomo, a través do nervio vago. Para que serve?

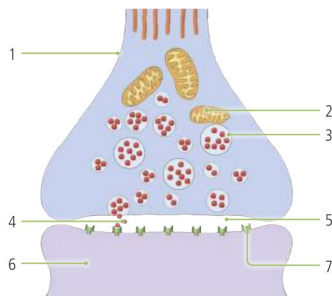


- 4 Que é un arco reflexo? Realiza un esquema e nomea cada un dos seus elementos.

- 5 Responde as seguintes cuestións relacionadas co impulso nervioso:

- a. A velocidade de propagación do impulso nervioso depende da natureza ou da intensidade do estímulo?
- b. Existe relación entre o diámetro dunha fibra nerviosa e a velocidade do impulso?
- c. Por que se di que a transmisión do impulso nervioso segue a "lei do todo ou nada"?

- 6 Identifica que tipo de estrutura é a que mostra o seguinte debuxo. Despois, nomea cada un dos elementos numerados que compoñen a devandita estrutura.



- 7 A que cres que se debe a alta concentración de ribosomas e de retículo endoplásmico rugoso nas neuronas?

- 8 Que ocorrería se se seccionase o nervio óptico (vía sensitiva) que vai desde a retina dos ollos dun camaleón ata o seu cerebro? Que demostra iso?



- 9 Que glándula e que hormona interveñen cando unha persoa non está tomando alimentos que conteñen suficiente calcio?

- 10 Que hormonas están implicadas na activación do estado de alerta dunha lebre que acaba de percibir un movemento estraño entre o mato?

11 **O etograma para o estudo do comportamento.** O comportamento dunha especie animal pode estudarse mediante a súa observación sistemática, catalogando as condutas e interpretando a súa relación cos estímulos que as desencadean.

A listaxe completa dos comportamentos observados constitúe o que chamamos un **etograma** da especie, aínda que este tamén pode aplicarse só a un aspecto concreto da súa conduta, como o apareamento, a agresividade, etc.



COMO ESTUDAR O COMPORTAMENTO DOS ANIMAIS?

OBSERVACIÓN, IDENTIFICACIÓN e RELACIÓN.	A DESCRICIÓN.	A ELABORACIÓN de listaxes.
Como en calquera outro estudo científico, a elaboración dun etograma esixe o seguimento dunha serie de pasos procedendo dun modo secuencial. Neste caso, o estudo basearase no comportamento dunhas pombas.	Unha vez establecidos os tres primeiros pasos, hai que proceder á descrición do observado.	Con toda a información recollida ata o momento e a elaboración de listaxes de rexistro, poderase realizar o modelo de comportamento da especie escollida en resposta a situacións diversas.
Os primeiros pasos serán os seguintes: 1. Observar os exemplares en liberdade ou nun recinto no que mostren comportamentos non condicionados, xa que estes poderían falsear os resultados finais. 2. Identificar os actos, as pautas ou as accións concretas. 3. Buscar a relación que existe entre eses actos, pautas ou accións e os estímulos ambientais.	A descrición das pautas ou as accións observadas implica darlles un nome para que sexa posible identificalas facilmente en posteriores observacións. Hai que enumerar e asociar cada pauta ou acción a un comportamento determinado; por exemplo, agresivo, reprodutor de relación social, etc.	Por último, recollendo todo o obtido en pasos anteriores, haberá que elaborar listas de observación con secuencias de pautas ou unidades de comportamento. Nesas listas hai que rexistrar a súa orde, o elemento desencadeante, o tempo de duración, a resposta noutros individuos, etc.
	 Baile e arrolo  Asedio Bicadela	 Arrastre da cola  Apareamento

a. Nos seres humanos e nalgúns monos descubrironse unhas neuronas “espello” que se activan tanto ao realizar unha acción como ao observala noutro individuo. Isto indica que esas neuronas son importantes na aprendizaxe por imitación. Ao parecer, tamén están implicadas na **empatía**.

Escrebe un texto no que expliques as capacidades de imitación e empatía usando situacións concretas que coñezas.

b. Elabora unha hipótese para explicar o sentido adaptativo do comportamento altruista que mostran algúns animais.