



# EL SISTEMA NERVIÓS A L'ARBRE EVOLUTIU

## AGRAÏMENTS

# ÍNDEX

	pàg.
Introducció.....	1
<b>BLOC I: PART TEÒRICA.....</b>	<b>2</b>
<b>1. QUÈ ÉS EL SISTEMA NERVIÓS?.....</b>	<b>3</b>
<u>1.1. Introducció.....</u>	3
<u>1.2. Funcions.....</u>	4
<u>1.3. Receptors sensorials.....</u>	5
<u>1.4. Òrgans efectors.....</u>	6
1.4.1. Resposta al Sistema Nerviós Voluntari.....	6
1.4.2. Resposta al Sistema Nerviós Autònom o Neurovegetatiu.....	7
<b>2. CÈL·LULES NERVILOSES.....</b>	<b>7</b>
<u>2.1. Sinapsi.....</u>	8
<u>2.2. Les neurones.....</u>	9
2.2.1. Tipus.....	10
2.2.1.1. Segons la seva funció.....	10
2.2.1.2. Segons la transmissió de l'impuls nerviós.....	10
2.2.1.3. Segons la direcció de l'impuls nerviós.....	11
2.2.1.4. Segons el tipus de sinapsis.....	11
2.2.1.5. Segons el neurotransmissor que alliberen.....	12
2.2.2. Parts.....	12

<u>2.3. Les glies</u> .....	13
2.3.1. Astròcits.....	14
2.3.2. Microglies.....	15
2.3.3. Oligodendròcits.....	16
2.3.4. Cèl·lules endimàries.....	17
2.3.5. Cèl·lules de Schwann.....	18
2.3.6. Cèl·lules capsulars.....	19
2.3.7. Cèl·lules de Müller.....	19
<b>3. SISTEMA NERVIÓS CENTRAL</b> .....	<b>19</b>
<u>3.1. Encèfal</u> .....	20
3.1.1. Cervell.....	21
3.1.1.1. Telencèfal.....	23
3.1.1.2. Diencèfal.....	25
3.1.2. Cerebel.....	25
3.1.3. Tronc encefàlic.....	26
<u>3.2. Medul·la</u> .....	28
<b>4. SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC</b> .....	<b>29</b>
<u>4.1. Sistema Nerviós Somàtic</u> .....	30
<u>4.2. Sistema Nerviós Autònom</u> .....	31
4.2.1. Sistema Nerviós Simpàtic.....	31
4.2.2. Sistema Nerviós Parasimpàtic.....	32

4.2.3. Sistema Nerviós Entèric.....	33
<u>4.3. Nervis.....</u>	33
4.3.1. Nervis cranials.....	34
4.3.2. Nervis espinals.....	36
<u>4.4. Ganglis.....</u>	36
<b>5. EVOLUCIÓ DEL SISTEMA NERVIÓS.....</b>	<b>37</b>
<u>5.1. Unicel·lulars.....</u>	37
<u>5.2. Invertebrats.....</u>	37
<u>5.3. Vertebrats.....</u>	38
5.3.1. Evolució de les meninges.....	39
5.3.2. Evolució de la medul·la.....	40
5.3.3. Evolució del cerebel.....	41
5.3.4. Evolució del telencèfal.....	41
<b>6. MALALTIES DEL SISTEMA NERVIÓS.....</b>	<b>42</b>
<u>6.1. Epilèpsia.....</u>	42
<u>6.2. Tumors.....</u>	43
<u>6.3. Esclerosi múltiple.....</u>	43
<u>6.4. Neuràlgies.....</u>	44
<u>6.5. Alzheimer.....</u>	45
<u>6.6. Neuritis.....</u>	45
<u>6.7. Parkinson.....</u>	46

<u>6.8. Meningits</u> .....	46
<u>6.9. Paràlisi</u> .....	47
<b>BLOC II: PART PRÀCTICA</b> .....	<b>48</b>
<b>DISSECCIÓ SÍPIA</b> .....	<b>49</b>
<b>DISSECCIÓ ORADA</b> .....	<b>55</b>
<b>DISSECCIÓ CONILL</b> .....	<b>60</b>
<b>DISSECCIÓ PORC</b> .....	<b>66</b>
<b>BLOC III: CONCLUSIONS GENERALS</b> .....	<b>72</b>
<b>BLOC IV: FONTS D'INFORMACIÓ</b> .....	<b>76</b>
<b>ABREVIATURES</b> .....	<b>77</b>
<b>1. WEBGRAFIA</b> .....	<b>77</b>
<b>2. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>86</b>

## INTRODUCCIÓ

El nostre treball de recerca es titula "El Sistema Nerviós a l'arbre evolutiu." Amb aquest, volem demostrar la nostra hipòtesi: "El Sistema Nerviós tendeix a la complexitat en l'arbre evolutiu."

És per això que primer hem estudiat a fons el Sistema Nerviós dels organismes més complexos, per poder arribar a entendre com funciona el nostre Sistema Nerviós, el més complex. D'altra banda també hem volgut fer un petit incís als coneixements evolutius passant per tots els grups animals, siguin vertebrats o invertebrats. Finalment per comprovar la nostra hipòtesi, hem fet quatre disseccions de diferents grups d'animals.

Inicialment la nostra idea era enfocar el treball a la part de les malalties del Sistema Nerviós, ja que ens apassiona aquest tema. És per això que hem fet un apartat amb aquest contingut, ja que era el que volíem fer. Originàriament, també vam pensar a fer el treball de recerca sobre l'efecte placebo, però tot i que ens encantava el tema, vam decidir triar-ne un altre, ja que no podíem realitzar cap part pràctica i nosaltres en volíem fer.

Abans de començar el treball ens vam marcar uns objectius:

- Conèixer a fons les parts i el funcionament del Sistema Nerviós més complex.
- Poder utilitzar el material de laboratori correctament per fer les disseccions.
- Ser capaces de fer les disseccions i trobar tot allò que ens proposàvem.
- Gaudir del nostre treball i aprendre'n molt.

**BLOC I:**  
**PART TEÒRICA**



# 1. QUÈ ÉS EL SISTEMA NERVIÓS?

## 1.1. Introducció

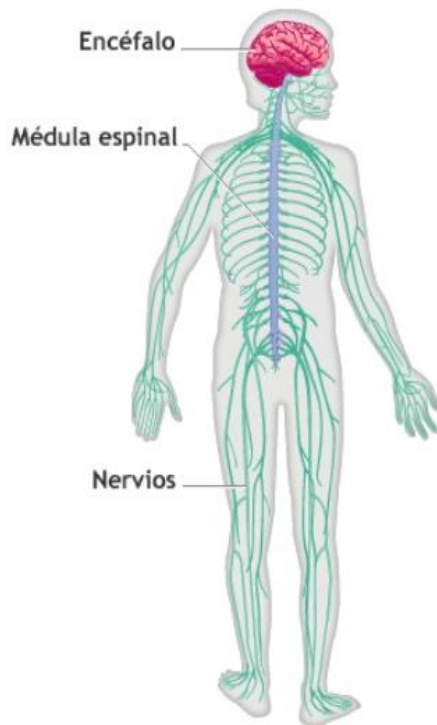


Figura 1. Estructura general del SN

El Sistema Nerviós (SN) és l'encarregat de controlar totes les activitats del nostre cos. Tots els éssers vius responen a diferents estímuls, als quals generen una resposta. Per exemple, quan hi ha un animal a terra que no es mou el toquem (estímul) per comprovar si es mou (resposta), si no rebem cap resposta per part de l'animal, deduïm que està mort.

Les cèl·lules especialitzades, les encarregades de rebre aquests estímuls, ja siguin interns o externs, s'anomenen cèl·lules o receptors sensorials. Aquestes, poden formar part d'un òrgan anomenat

òrgan sensorial. Els òrgans dels cinc sentits són òrgans sensorials complexos; per exemple, l'ull, ja que un cop ha rebut un estímul, l'organisme en

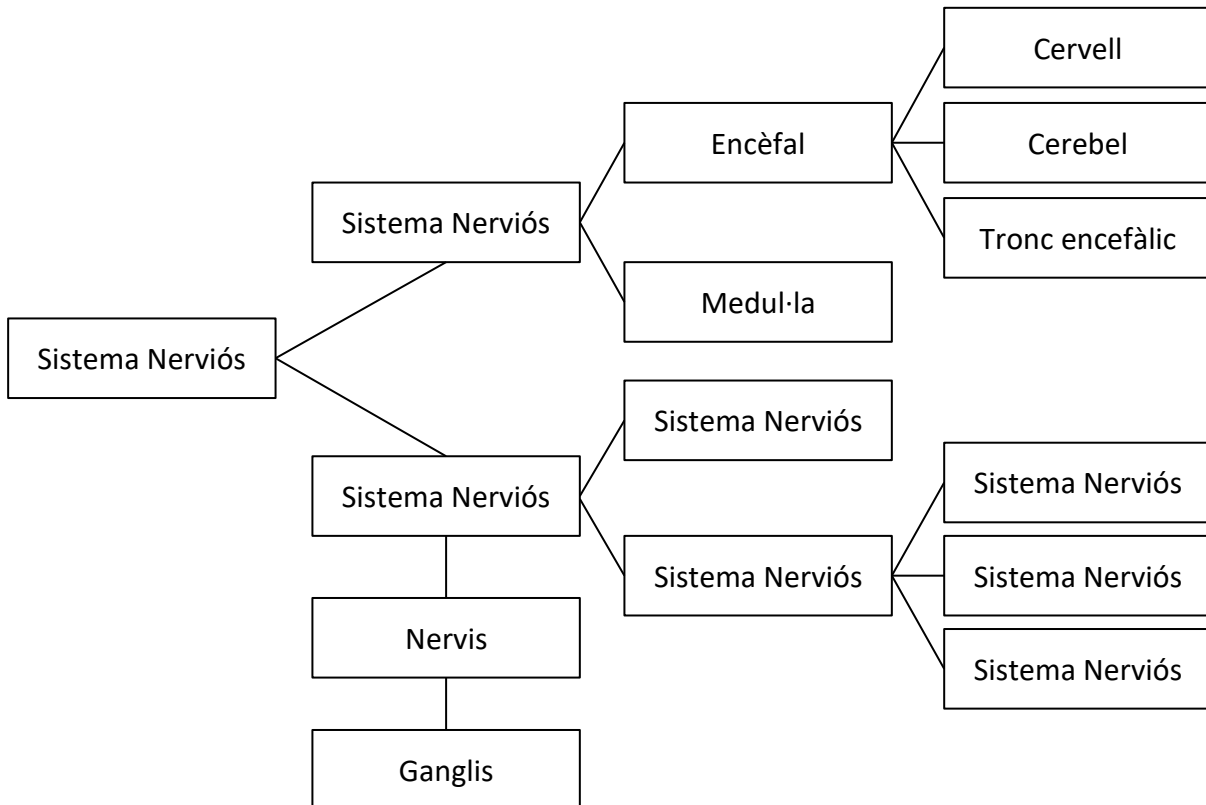
genera una resposta. La resposta és el resultat de l'activitat d'altres tipus de cèl·lules especialitzades, les cèl·lules efectores. En els organismes més complexos, els òrgans receptors no necessàriament han d'estar a prop dels efectors, que són els encarregats de dur a terme la resposta a l'estímul. És per això que hi ha la necessitat de tenir un sistema que s'encarregui de transmetre la informació estímul-resposta. Per tant, diferenciem el SN que organitza les cèl·lules que actuen com a canals de comunicació entre els receptors i els efectors.

Tot i això, el SN no només és una xarxa de comunicació, sinó que hi ha cèl·lules nervioses que funcionen com a receptors sensorials que seleccionen la informació entre tots els estímuls que rep l'ésser viu. Molts SN també tenen la capacitat de prendre decisions, amb les quals poden filtrar la informació per unes vies seleccionades fins a diferents efectors específics o, contràriament, fer que no arribin a aquests. Els SN més avançats

poden emmagatzemar informació a llarg termini (memòria) amb la possibilitat de tornar a utilitzar aquesta informació si és necessari. A més, alguns components de les cèl·lules nervioses poden generar patrons d'activitat que contribueixen a la conducta.

El SN és un teixit format majoritàriament per unes cèl·lules anomenades neurones.

El SN es divideix en el Sistema Nerviós Central (SNC) i el Sistema Nerviós Perifèric (SNP).



**Figura 2.** Esquema del Sistema Nerviós

## 1.2. Funcions

El SN s'encarrega que la informació, tant de l'exterior com de l'interior del cos, circuli des de l'òrgan receptor fins l'efector. La informació de l'exterior és rebuda pels òrgans dels sentits que envien les dades en forma d'impulsos elèctrics a través del organisme. D'altra banda, la informació rebuda des de l'interior pot provenir de diferents òrgans; per exemple un impuls de l'interior seria el batec del cor, la digestió efectuada per l'estómac o la secreció de bilis del fetge.

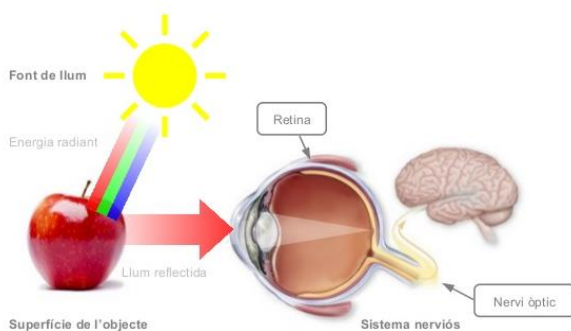
Tot i que la funció principal del SN és la de circulació de la informació per tot el cos també en té d'altres: és l'encarregat de controlar la gana, la sed, el cycle del son i regular la temperatura corporal. També, s'encarrega de dur a terme totes aquelles funcions dels processos psíquics com la percepció, el moviment, l'equilibri o la coordinació. En el cas dels humans hi afegim també les funcions de llenguatge, la memòria, l'aprenentatge i la imaginació o funcions afectives com els sentiments i les emocions.

### 1.3. Receptors sensorials

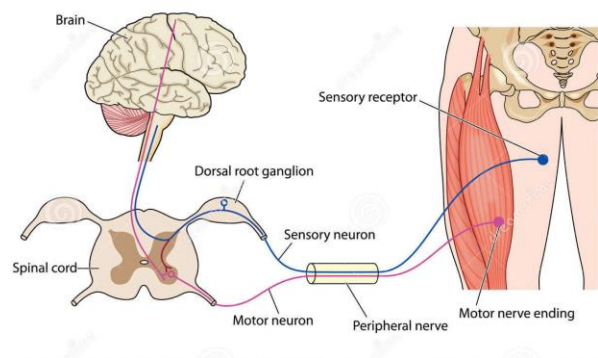
Un receptor o òrgan sensorial és un element d'entrada del SN encarregat de percebre informació i convertir-la en un impuls nerviós que és conduït al SN. En la seva forma més senzilla està format per una única neurona que té, normalment, un curt sistema dendrític (part receptiva de la cèl·lula). Però en la seva majoria, aquestes cèl·lules solen agrupar-se per formar òrgans sensorials o òrgans dels sentits.

Els receptors sensorials es poden classificar en diferents tipus segons l'estímul.

- Els **fotoreceptors** són els que detecten els estímuls lluminosos, es troben als ulls.
- Els **mecanoreceptors** són els receptors els quals l'estímul és mecànic com els de la pell, els músculs, les articulacions i els auditis.

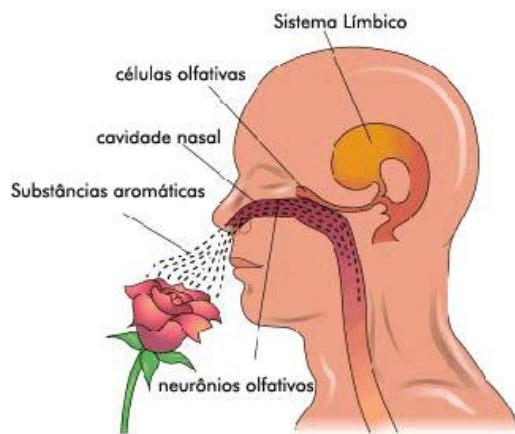


**Figura 3.** Un exemple de fotoreceptor: l'ull

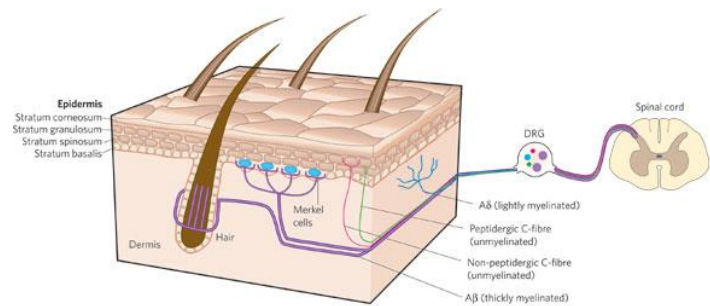


**Figura 4.** Un exemple de mecanoreceptor muscular

- Els **quimiorreceptors** que capten la informació dels canvis químics com del gust o l'olfacte.
- I els **termoreceptors** que detecten els canvis de temperatura com els receptors de la pell.



**Figura 5.** Un exemple de quimiorreceptor: l'olfacte



**Figura 6.** Un exemple de termoreceptor: la pell

#### 1.4. Òrgans efectors

Els òrgans efectors són els encarregats de donar resposta als estímuls del SN. Hi ha dos tipus d'efectors els efectors motors (músculs) i els efectors secretors (glàndules exocrines). Els motors poden ser músculs de fibra estriada i contracció voluntària o de fibra llisa i contracció involuntària. Els efectors estan directament estimulats per nervis anomenats nervis cranials si surten del crani o raquidis si surten de la medul·la. El conjunt d'aquests s'anomena Sistema Nerviós Perifèric (SNP). El Sistema Nerviós Voluntari innerva els músculs de contracció voluntària i el Sistema Nerviós Autònom o Neurovegetatiu als de contracció involuntària i a les glàndules exocrines.

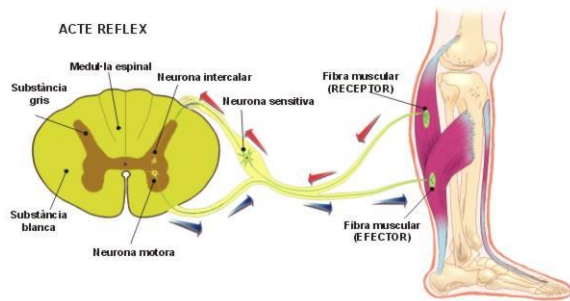
##### 1.4.1. Resposta al Sistema Nerviós Voluntari

La resposta pot ser un acte reflex o un acte voluntari.

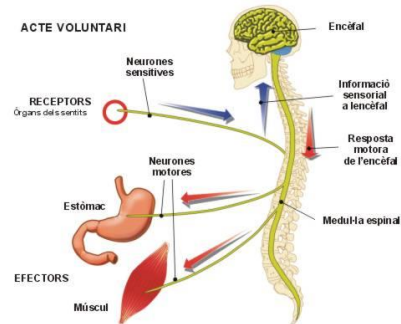
- L'**acte reflex** es dona quan la resposta és elaborada a la medul·la. Es tracta d'una resposta ràpida i inconscient que es donen en situacions de perill. La sensació de

dolor arriba al cervell, tractant-se d'una mena de curt circuit produït al circuit normal d'un acte voluntari per tal d'aconseguir una resposta més ràpida.

- En canvi, l'**acte voluntari** és el que dóna resposta al que s'elabora al cervell. En aquest cas hi ha consciència de la resposta.



**Figura 7.** Un exemple d'acte reflex



**Figura 8.** Un exemple d'un acte voluntari

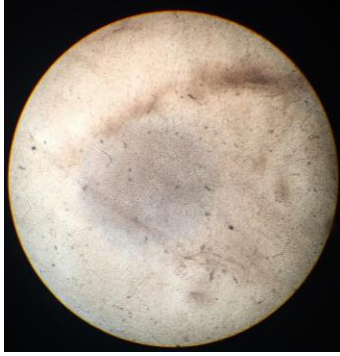
#### 1.4.2. Resposta al Sistema Nerviós Autònom o Neurovegetatiu

Aquest sistema controla les respostes que es donen independentment de la nostra voluntat com per exemple, el batec del cor, la respiració, la digestió, etc. Està constituït per alguns nervis cranials i alguns raquidis.

- En **situacions de perill**, provoca una resposta ràpida, com per exemple, augment del ritme cardíac, la dilatació de les pupil·les, etc.
- En les **situacions de repòs** provoca accions adequades a la relaxació com disminuir el ritme cardíac o la sudoració, la contracció de les pupil·les, etc.

## 2. CÈL·LULES NERVIOSES

El SN és un teixit i, com tots els teixits, està format per cèl·lules. Aquestes cèl·lules són molt diferents a la resta i s'anomenen neurones. També està format per un segon tipus de cèl·lules anomenades glies que són les encarregades de nodrir les neurones.



**Figura 9.** Imatge del teixit nerviós del cervell del conill. Fotografia: autores.

### 2.1. Sinapsis

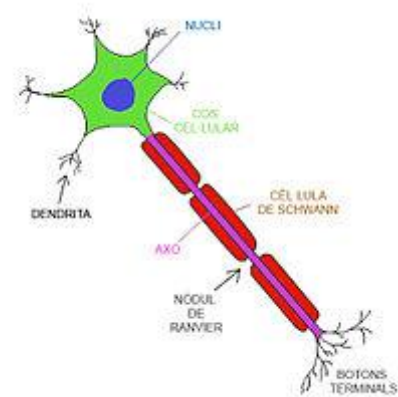
La informació de les neurones viatja per tot el SN i, per això, és necessari que es connectin entre si formant circuits. Ho fan a través de la sinapsis: un espai molt actiu que hi ha entre una neurona i una altre cèl·lula (no necessàriament neurona). La informació viatja des de les ramificacions de les dendrites fins el cos de la neurona on es processa la informació que seguidament passa a l'axó per "saltar" a l'altre cèl·lula.

Totes les cèl·lules presenten una càrrega elèctrica. La concentració de sals de l'interior i l'exterior és diferent, per això és necessària la membrana cel·lular que separa els dos medis. Quan la membrana sigui permeable, les concentracions s'igualaran passant els ions de les sals del medi més abundant al que menys. Això provocarà una corrent elèctrica. La sinapsis és el lloc on es produirà aquest impuls elèctric.

Les neurones modulen la seva membrana perquè hi pugui haver un intercanvi de sals i aconseguir la transmissió de l'impuls elèctric (osmosi). L'axó està envoltat per la beina de mielina que proporciona un major velocitat a la transmissió de l'impuls. La capa que l'envolta desapareix i l'axó adopta una forma de bulb que augmenta l'àrea de contacte amb la membrana de la següent cèl·lula, donant lloc a la sinapsi. Quan l'impuls elèctric arriba al final de l'axó s'alliberen els neurotransmissors (substàncies químiques que contenen la informació de la neurona), que seran reconeguts pels receptors de l'altre cèl·lula.

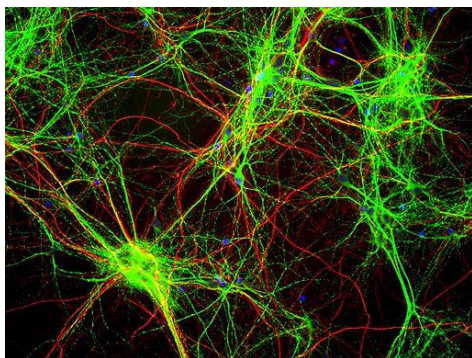
## 2.2. Les neurones

Les neurones són les cèl·lules més especialitzades del nostre cos que, juntament amb les glies, formen el teixit nerviós. Són molt abundants i amb formes molt diverses però algunes característiques comunes; per exemple, totes tenen el nucli situat a la part dilatada de la cèl·lula anomenada cos cel·lular o soma; allà també hi trobem el citoplasma. D'aquest en sorgeixen unes prolongacions curtes i ramificades que anomenem dendrites i, unes altres més llargues anomenades axons que, a través d'impulsos nerviosos envien informació dins les neurones o altres efectors.

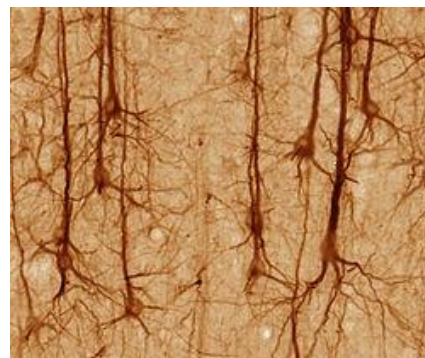


**Figura 10.** Imatge d'una neurona i les seves parts

Les neurones no es troben soles; les cèl·lules acompanyants o cèl·lules glials són les encarregades de nodrir-les, dona'ls-hi protecció i suport. Sabem que les neurones estan en contacte amb tot el cos. Aquestes no es divideixen quan l'individu és madur; excepte en algunes àrees concretes. Envoltant-les hi trobem les cèl·lules de Schwann que es comporten d'aïllant utilitzant la substància lipídica de les seves membranes, la mielina. L'impuls nerviós es transmet a salts ja que, la mielina no es una capa uniforme, té nòduls.



**Figura 11.** Imatge d'un cultiu de cèl·lules neuronals del ratolí



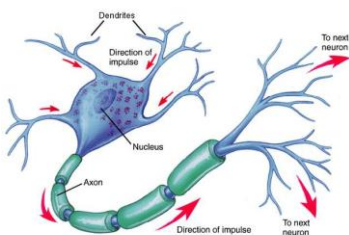
**Figura 12.** Imatge de les neurones del còrtex



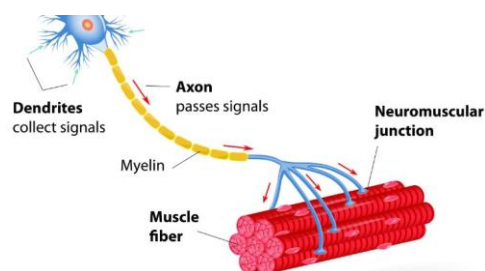
## 2.2.1. Tipus

2.2.1.1. Segons la seva funció les neurones poden ser:

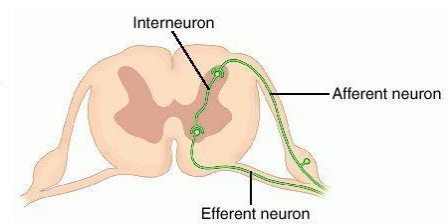
- **Sensitives o sensorials:** condueixen l'impuls nerviós des dels receptors cap al sistema nerviós central (medul·la i encèfal).
- **Motors:** les que condueixen l'impuls nerviós des del sistema nerviós central cap als músculs i les glàndules.
- **D'associació o interneurons:** connecten amb altres neurones però mai amb receptor sensorials o fibres musculars; per això, realitzen funcions més complexes: analitza i emmagatzema la informació sensorial i, també, actua en els actes reflexos.



**Figura 13.** Imatge d'una neurona sensitiva



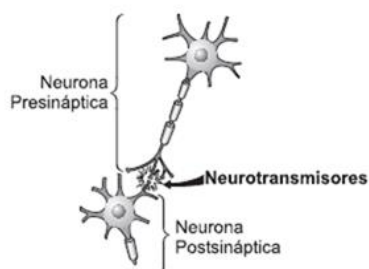
**Figura 14.** Imatge d'una neurona motora



**Figura 15.** Imatge d'una interneurona

2.2.1.2. Segons la transmissió del impuls nerviós:

- **Presinàptica:** conté el neurotransmissor i l'allibera a l'espai sinàptic perquè passi a una altre neurona.
- **Postsinàptica:** encarregada de rebre el neurotransmissor.

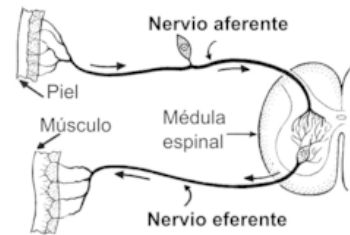


**Figura 16.** Imatge d'una neurona pre-sinàptica i una neurona post-sinàptica



### 2.2.1.3. Segons la direcció de l'impuls nerviós:

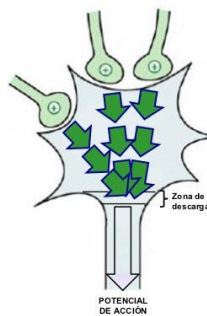
- **Aferents** (neurons sensorials o sensibles): transporten al SNC impulsos nerviosos de l'exterior o del mateix organisme.
- **Eferents** (neurons motores): transmeten les ordres del SNC als òrgans efectors com, per exemple, els músculs o les glàndules.



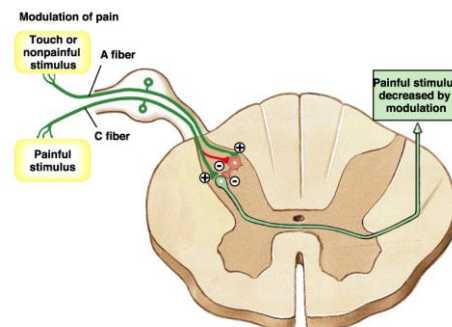
**Figura 17.** Exemple de transmissió entre una neurona aferent i eferent

### 2.2.1.4. Segons el tipus de sinapsi:

- **Excitadors:** en el resultat de la sinapsi, provoquen una resposta excitadora: incrementen la possibilitat de produir un potencial d'acció (impuls elèctric: és una ona de descàrrega elèctrica que viatja per la membrana cel·lular modificant la seva càrrega elèctrica).
- **Inhibidors:** en el resultat de la sinapsi, provoquen una resposta inhibidora: redueixen la possibilitat de produir un potencial d'acció.
- **Moduladors:** modular la resposta de la cèl·lula a un neurotransmissor principal.



**Figura 18.** Imatge d'una neurona inhibidora



**Imatge 19.** Imatge d'una neurona

### 2.2.1.5. Segons el neurotransmissor que alliberin:

- **Serotoninèrgiques:** transmeten el neurotransmissor Serotonina (5-HT) relacionat entre d'altres coses amb l'estat d'ànim.

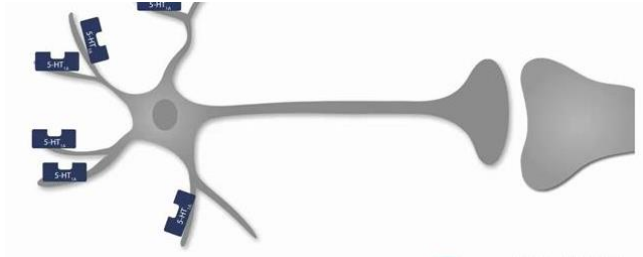


Figura 20. Imatge d'una neurona serotoninèrgiques

### 2.2.2. Parts

Les parts principals de les neurones són les dendrites, els axons i el cos cel·lular o soma.

- Les **dendrites** són les prolongacions nervioses de les neurones, encarregades de l'alimentació cel·lular i de rebre estímuls dels impulsos nerviosos i transmetre'ls al cos de la neurona (al soma). Aquestes presenten altres extensions més petites anomenades espines dendrítiques que actuen com a medi on s'hi produeix la sinapsis. Si aquestes pateixen algun trastorn, es poden desenvolupar problemes cognitius i provocar malalties; com per exemple, la Síndrome de Down. Les dendrites contenen mitocondris, vesícules membranoses, microtúbuls i neurofilaments. Disposen de quimiorreceptors que reaccionen amb els neurotransmissors de les neurones presinàptiques, fet que possibilita la transmissió de l'impuls nerviós, són les encarregades de conduir-lo.
- L'**axó** és una part de la neurona que té unes terminacions ramificades que condueixen impulsos nerviosos des del cos de la neurona fins a altres cèl·lules. A l'axó hi ha dos tipus de transport: parlem de l'anterògrad quan l'impuls va del soma fins les terminals de l'axó; en canvi, parlem de retrògrad quan l'impuls viatja de l'axó al soma. La mielina és la substància lipídica que el recobreix per fer més ràpides les connexions entre neurones i altres cèl·lules (sinapsi). Aquesta està formada per

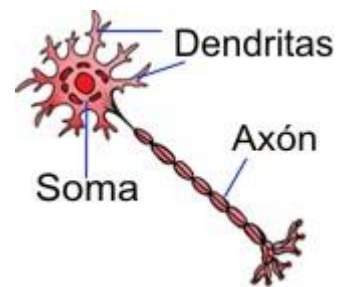


Figura 21. Imatge d'una neurona amb les parts indicades

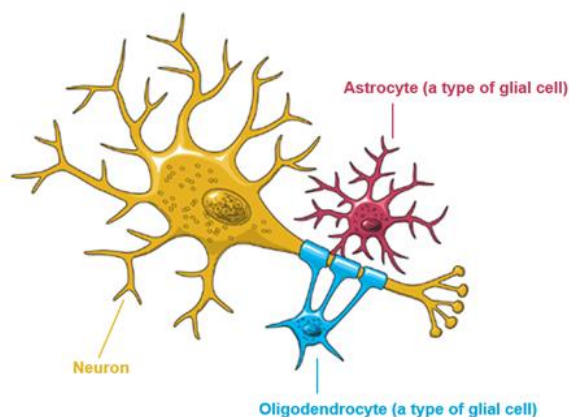
cèl·lules de Schwann, i entre elles hi ha un espai anomenat node de Ranvier (no hi ha mielina).

- **Cos cel·lular o soma** és el centre metabòlic de la neurona (lloc on es fabriquen les molècules i s'hi realitzen funcions per mantenir la neurona en vida). A l'interior s'hi troba nucli on es produeix l'energia necessària pel funcionament de la neurona. Aquest, però, no està capacitat per dur a terme la divisió cel·lular: és a dir, les neurones no es reproduïxen.

### 2.3. Les glies

Les cèl·lules glials o glies són unes cèl·lules més petites i nombroses que les neurones que formen part del SN, i a la vegada, constitueixen la major part de la massa del cervell. Aquestes no transmeten cap tipus d'impuls nerviós, sinó que són les encarregades de donar suport estructural i metabòlic a les neurones, aïllar-les i nodrir-les. Les mantenen donant-los unes condicions òptimes per a la supervivència, ja que les neurones no poden ser reemplaçades.

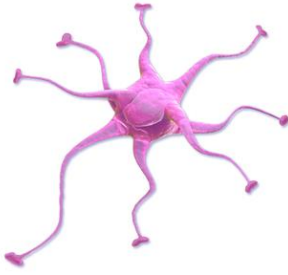
Diferenciem tipus de glies segons on estan situades, els astròcits, les microglies, els oligodendròcits i les cèl·lules endimàries formen part de l'anomenat neuròglia que és el conjunt de diferents tipus de glies que formen el Sistema Nerviós Central (SNC) i les cèl·lules de Schwann, les cèl·lules capsulars o satèl·lit i les cèl·lules de Müller al Sistema Nerviós Perifèric (SNP).



**Figura 22.** Vista simplificada d'una neurona i les cèl·lules glials.

En groc, una neurona. En blau, un oligodendròcit i en magenta, un astròcit.

### 2.3.1. Astròcits



**Figura 23.** Imatge d'un astròcit

Els astròcits són les cèl·lules glials més abundants al SNC. Aquestes s'anomenen així ja que tenen forma d'astre o estrella degut a les seves múltiples prolongacions. Es formen durant el desenvolupament de l'organisme a partir de cèl·lules de l'ectoderma, que és la capa germinativa que envolta els embrions del qual sorgeix el SN.

Aquestes cèl·lules es troben envoltant les membranes somàtica i dendrítica de les neurones proporcionant-los un suport físic i consistència. També actuen com a barrera aïllant la sinapsi, i per tant, impeding la difusió de diferents substàncies com ions o neurotransmissors. A més, estan units a vasos o capilars sanguinis. En aquest sentit compleixen una funció de barrera hematoencefàlica, que fa que el cervell es mantingui aïllat del que circula per la sang. També nodreixen les neurones ja que els nutrients que aquestes necessiten es troben a la sang, com la glucosa o l'àcid làctic. De manera semblant, recullen els productes de desfet de les neurones i els transporten a la sang perquè puguin ser eliminats.

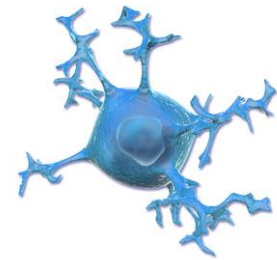
Quan es produeix una lesió al SNC, els astròcits proliferen, tenint com a funció principal omplir els buits generats per la lesió, i emeten unes prolongacions que netegen la zona lesionada mitjançant la fagocitosis, procés mitjançant el qual cèl·lules determinades engloben i destrueixen o digereixen elements molt diversos (bacteris, productes del metabolisme, cossos estranys, etc).

Hi ha tres tipus d'astròcit que es diferencien segons d'on provenen, és a dir, del tipus de cèl·lules neuroepiteliales a partir de les quals s'originen.

- Els **astròcits fibrosos** que es troben en zones formades generalment per axons mielinitzats. Es caracteritzen per tenir un baix nombre d'orgànuls.
- Els **astròcits protoplasmàtics** que se situen sobre la substància gris del cervell. Aquests tenen molts orgànuls i són el tipus d'astròcit més nombrós.
- I els **astròcits radials** que viatgen pel sistema nerviós.

### 2.3.2. Microglies

Les microglies són cèl·lules glials petites que es troben per tot el SNC. La estructura d'aquestes cèl·lules varia depenent de la seva funció, del lloc on es trobi i les senyals químiques que rebí de les neurones. S'originen a partir de cèl·lules progenitores localitzades a la medul·la. Algunes d'aquestes cèl·lules migren al cervell durant el desenvolupament intrauterí i, un cop allà, es diferencien com a microglia.



**Figura 24.** Imatge d'una microglia

Aquestes cèl·lules compleixen una funció principal de defensa immunitària i de fagocitació. En estat de repòs, aquestes cèl·lules són de mida petita i sense gaire importància. En canvi, quan es produeix una lesió o inflamació del teixit nerviós, aquestes augmenten de mida per convertir-se en fagòcits mòbils i, migrant a la zona afectada, fagociten les restes cel·lulars, fragments de mielina o neurones lesionades, així com fragments de teixits.

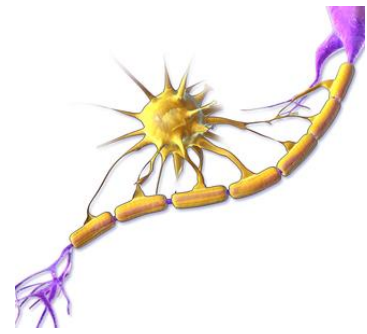
D'altre banda, també tenen la funció de mantenir l'equilibri del medi cel·lular del SN o la reparació de teixits. Mantenen la homeostasi, estat d'equilibri en un medi intern, enviant senyals a altres cèl·lules com les neurones, els astròcits o els limfòcits. En destaca la regulació del medi extracel·lular i la facilitat d'inflamar-se, ja que quan hi ha un teixit danyat, la inflamació inicia el procés de reparació cel·lular. A més, quan hi ha danys a la medul·la elimina les ramificacions neuronals afectades perquè se'n puguin crear de noves.

També té la capacitat de destruir bacteris, virus o infeccions mitjançant alliberaments de peròxid d'hidrogen ( $H_2O_2$ ) i òxid nítric (NO). Però a vegades aquesta resposta resulta excessivament agressiva per l'organisme danyant teixits sans i provocant més danys cerebrals.

Aquestes cèl·lules tenen un paper important en malalties neurodegeneratives com l'Alzheimer, la demència causada pel VIH i altres infeccions bacterianes com la meningitis.

### 2.3.3. Oligodendròcits

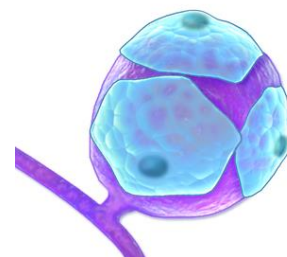
Els oligodendròcits són un tipus de cèl·lules glials que es troben només al SNC. Aquestes creen uns beines de mielina, substància lipídica, al voltant dels axons de les neurones. D'aquesta manera, els aïllen i fan que augmenti la velocitat de transmissió dels impulsos electroquímics. En alguns axons les beines de mielina estan separades i els espais que no estan mielinitzats s'anomenen nòduls de Ranvier. Aquests punts permeten la conducció dels impulsos neuronals.



**Figura 25.** Imatge d'un oligodendròcit

Hi ha dos tipus principals d'oligodendròcits que es diferencien principalment en les seves funcions ja que són molt semblats molecular i estructuralment.

- Els **oligodendròcits interfasciculars** formen part de la matèria blanca de l'encèfal i li donen el color característic. Quan parlem d'oligodendròcits, aquest tipus és el més habitual ja que s'ocupen de la formació de les beines de mielina. També tenen altres funcions, com la de l'acceleració de la transmissió neuronal. Els axons mielinitzats envien potencials a més velocitat que els que no ho estan. Un funcionament correcte del Sistema Muscular i Hormonal és donat per una bona conducció neuronal. A més aïllen les membranes cel·lulars prevenint la filtració d'ions a través de membranes cel·lulars. Tenen el paper important de mantenir l'estructura del SN, com la majoria de les cèl·lules glials. Els oligodendròcits també produeixen factors neurotròfics, unes proteïnes que afavoreixen a que les neurones es mantinguin actives impedit la mort cel·lular i promovent la diferenciació cel·lular necessària per la formació de neurones.
- Els **oligodendròcits satelital** es troben en la matèria gris ja que no estan implicats en la mielització. Tampoc estan adherits a les neurones fet que anul·la la funció d'aïllament. Tot i això, es troben a prop d'aquestes i compleixen la funció de mantenir l'equilibri homeostàtic del medi extracel·lular de les neurones.



**Figura 26.** Imatge d'un oligodendròcit satel·lital

#### 2.3.4. Cèl·lules endimàries

Les cèl·lules endimàries formen part de la neuroglia del SNC. Aquestes cèl·lules es formen a l'arrel del neuroepiteli embrionari del SN i formen el revestiment dels ventrícles de l'encèfal i del conducte endimari de la medul·la fet que fa que siguin cèl·lules epitelials. Es caracteritzen per tenir forma cilíndrica i per tenir molts mitocondris al seu citoplasma. En el seu interior tenen microvellositats i cilis mòbils que contribueixen al flux del líquid cefaloraquidi (LCR). Les que es troben als ventrícles cerebrals, pateixen modificacions que donen lloc a la formació de plexes coroidals que són els encarregats de formar el LCR.



**Figura 27.** Imatge d'una cèl·lula endimària

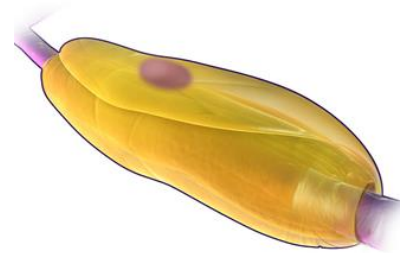
Les funcions de les cèl·lules endimàries són, principalment, en la formació i distribució del LCR, un filtrat del plasma que omple l'espai subaracnoïdal i les cavitats internes de l'encèfal. Actua com a amortidor per protegir el SNC dels traumatismes, proporciona elements nutricionals a l'encèfal i elimina metabolits.

Hi ha tres tipus de cèl·lules endimàries segons la seva localització encefàlica.

- Els **endimòcits** revesteixen els ventrícles de l'encèfal i el conducte central de la medul·la. Es caracteritzen per estar en contacte directe amb el LCR.
- Els **tanícits** revesteixen el tercer ventricle, concretament, es troben just a sobre de l'hipotàlem, glàndula hormonal situada al cervell. Es caracteritzen per tenir prolongacions basals molt llargues que travessen les cèl·lules d'una zona de l'hipotàlem anomenada eminència mitjana. Se'ls atribueix el transport de substàncies entre el tercer ventricle i l'eminència mitjana hipotalàmica.
- Les **cèl·lules epitelials coroidals** es troben als ventrícles cerebrals. Aquestes cèl·lules es caracteritzen per patir modificacions i formar plexes coroidals. Les unions entre aquestes cèl·lules són estretes i eviten la filtració del LCR als teixits adjacents i limita l'entrada d'altres substàncies dins d'aquest líquid.

### 2.3.5. Cèl·lules de Schwann

Les cèl·lules de Schwann són un tipus de glies que es troben al SNP. Aquestes cèl·lules van ser descobertes pel biòleg, metge i catedràtic d'universitat Theodor Schwann l'any 1938. La seva funció principal és acompanyar les neurones durant el seu creixement i desenvolupament. Es caracteritzen, igual que els oligodendròcits al SNC, per recobrir les prolongacions de les neurones (axons) amb beines de mielina.



**Figura 28.** Imatge d'una cèl·lula de Schwann

La principal propietat d'aquestes cèl·lules es que contenen mielina. Segons el diàmetre de l'axó en el que s'acoplen poden desenvolupar diferents funcions. Per exemple, quan l'axó té un diàmetre petit, es desenvolupa una capa de mielina que pot albergar diferents axons. En canvi, quan recobreixen axons de major diàmetre s'aprecien els nòduls de Ranvier. En aquest cas la mielina es compon de diferents capes que envolten l'axó en forma d'espiral.

Aquestes cèl·lules tenen diferents funcions, actuen com a aïllants elèctrics a través de les beines de mielina que s'encarrega d'envoltar l'axó i provocar una senyal elèctrica. D'altra banda, aquest tipus de cèl·lules també guien el creixement dels axons i són un element bàsic en la regeneració de lesions.

El desenvolupament de les cèl·lules de Schwann es caracteritza per presentar dues fases, la migratòria i la mielinitzadora.

- Durant la fase migratòria aquestes cèl·lules es caracteritzen per ser llargues i bipolars. Es componen per molts microfilaments però hi ha una absència de làmina basal de mielina.
- Després, les cèl·lules proliferen i el nombre d'axons per cèl·lula disminueix. Els de més diàmetre es segreguen i comencen a formar-se les làmines basals de mielina.

La proliferació d'aquestes cèl·lules durant el desenvolupament del SNP és intensa. Alguns estudis indiquen que aquesta proliferació depèn directament d'una senyal mitogènica que prové de l'axó en creixement. També proliferen quan hi ha una lesió del nervi degut a un traumatisme o quan hi ha un tumor de cèl·lules de Schwann com en el cas



de la neurofibromatosi, trastorn genètic del sistema nerviós que afecta al desenvolupament i creixement dels teixits nerviosos.

#### 2.3.6. Cèl·lules capsulars

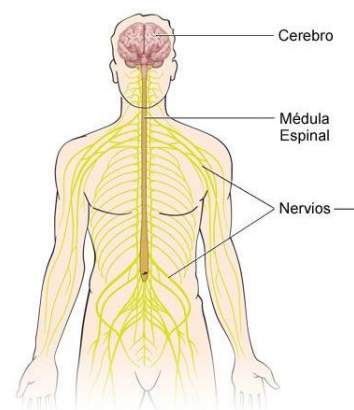
Les cèl·lules capsulars o satèl·lit són un tipus de cèl·lules glials al SNP que envolten els cossos neuronals als ganglis sensitius i autonòmics. Aquestes proporcionen nutrició, suport i protecció a les neurones ganglionàries cranials, espinals i autonòmiques del SNP.

#### 2.3.7. Cèl·lules de Müller

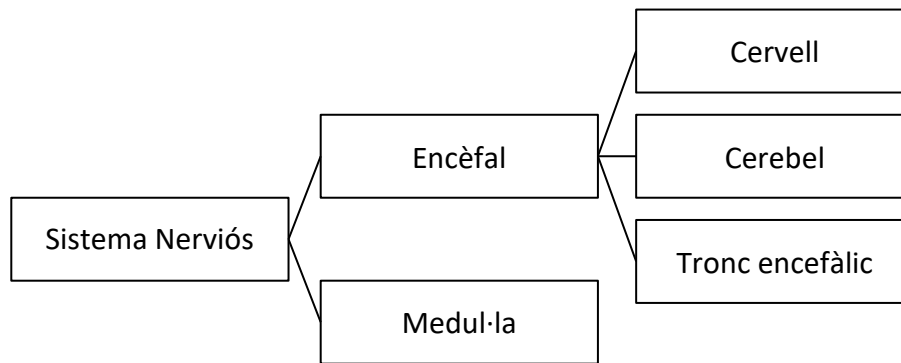
Les cèl·lules de Müller són un tipus de glies que es troben a la retina dels organismes vertebrats com a suport de les neurones d'aquesta. Alguns estudis han demostrat que aquestes cèl·lules, si hi ha algun tipus de lesió, poden diferenciar-se en fotoreceptors. També actuen com a col·lectores de llum a l'ull dels mamífers canalitzant la llum als fotoreceptors especialitzats.

### 3. SISTEMA NERVIÓS CENTRAL

El Sistema Nerviós Central (SNC) és el centre de control i coordinació del organisme, s'encarrega de rebre i interpretar els impulsos sensitius (estímul) i generar impulsos motors (resposta). Està constituït per l'encèfal i la medul·la, que estan protegits per ossos, crani i columna vertebral respectivament, i recoberts per tres membranes protectores anomenades meninges i un líquid amortidor, LCR.



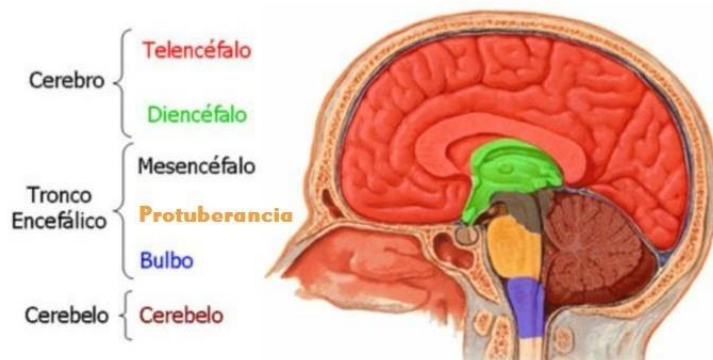
**Figura 29.** Imatge del SNC



**Figura 30.** Esquema del SNC

### 3.1. Encèfal

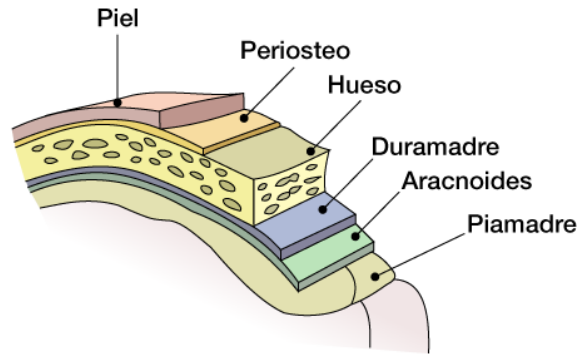
L'encèfal és la part central del SNC que es troba dins de la cavitat cranial. Controla gran part dels moviments i recull i emmagatzema la informació. Està format pel cervell, el cerebel i el tronc encefàlic.



**Figura 31.** Imatge de l'encèfal

Està envoltat de tres capes de protecció anomenades meninges, un teixit conjuntiu molt especialitzat.

- La **duramàter** és la capa més externa i dura de totes. Està adherida al crani i protegeix el cervell i dóna suport estructural al SNC. S'hi troben la major part dels vasos sanguinis més grans del cervell, i a més de protegir-los, permet que tinguin espai pel qual poden distribuir-se.
- La **meninge aracnoide** està situada a la zona intermitja entre les dues altres capes. És la més delicada i fràgil, també la més transparent. S'anomena així degut a la seva semblança amb la tela d'una aranya, és a dir, la seva configuració és de xarxa.
- La **piamàter**, la capa més interior, té una gran quantitat de vasos sanguinis i limfàtics i està unida a la superfície cerebral.



**Figura 32.** Imatge de les meninges

El funcionament de l'encèfal es produeix mitjançant l'acció dels dos tipus de cèl·lules que el formen, les neurones i les glies, ja que són les cèl·lules del SN. La informació es transmet per les diferents parts de l'encèfal i la medul·la mitjançant una llarga xarxa de neurones interconnectades. L'actuació d'aquest depèn del tipus d'estímul que rep. Per exemple, davant la percepció d'un estímul, com podria ser cremar-se o patir un cop a la mà, l'encèfal activa la xarxa que provoca una resposta imminent, retirar la mà. En canvi, un estímul visual, com per exemple llegir, genera una resposta molt més lenta.

L'encèfal té diferents funcions segons la part d'aquest que estiguem parlant. La funció principal és la de conduir i recollir la informació. La part inferior recull la informació de la medul·la i els impulsos són conduïts per les diferents regions de l'encèfal. En altres parts de l'encèfal, s'integra la informació obtinguda i es realitzen altres processos mentals com la regulació de la gana, la sed, el son, el desig sexual i els estímuls sensitius de les activitats més importants com el raonament, les emocions, els sentiments, la conducta, etc.

### 3.1.1. Cervell

El cervell és l'òrgan central del SN. És molt complex tant en estructura com en funcions i es troba a la part avantsuperior de l'encèfal. Degut a la seva importància, està protegit pel crani. La major part d'aquest està format per cèl·lules glials que constitueixen la majoria de la seva massa (aproximadament 1,5 kg).



**Figura 33.** Imatge de la cara superior del cervell del porc  
Fotografia: autores



**Figura 34.** Imatge de la cara inferior cervell del porc  
Fotografia: autores



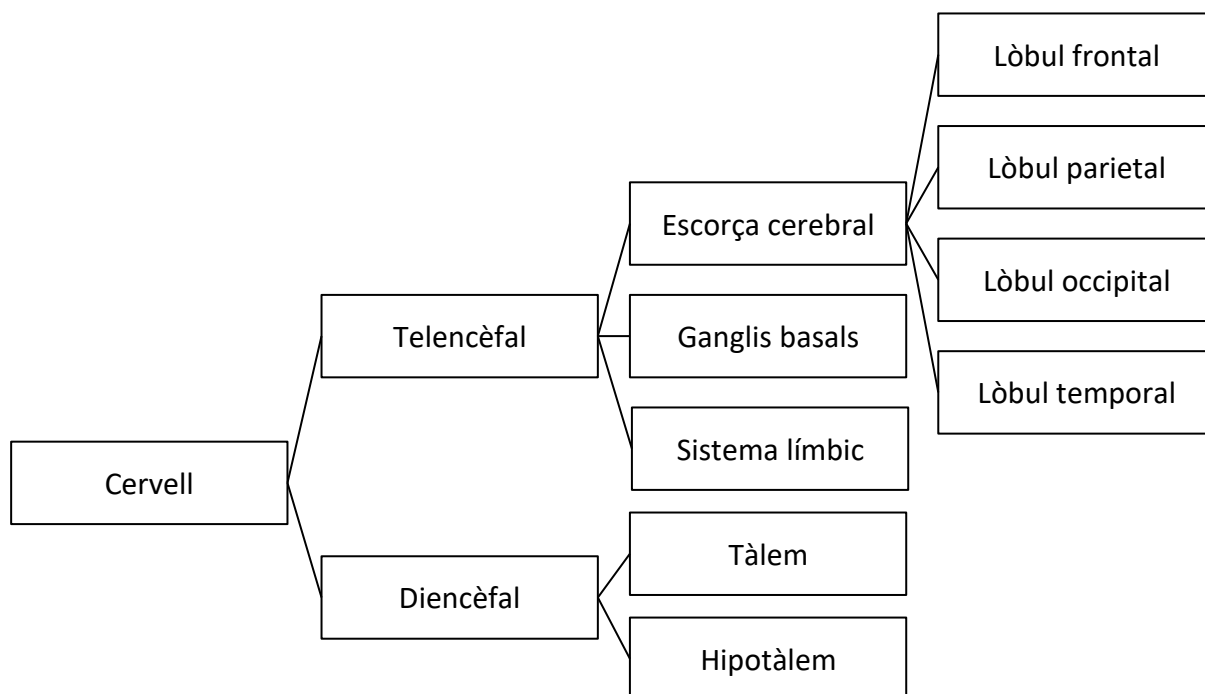
**Figura 35.** Imatge del cervell del porc per dins, després d'un tall horitzontal

El cervell és l'encarregat de controlar i regular les funcions de tot el cos, tant les involuntàries com les voluntàries.

El cervell funciona a través de la transmissió de la informació entre les neurones mitjançant els impulsos electroquímics amb la sinapsi. De la mateixa manera, es produeixen milers de connexions que ens permeten percebre, entendre i donar resposta a tots els estímuls.

El desenvolupament del cervell comença a l'etapa embrionària i acaba a la joventut. A partir de les quatre setmanes de la concepció, es comença a formar el tub neural del qual sorgiran el cerebel i la medul·la. Després mitjançant processos de proliferació i diferenciació cel·lular, es forma el cervell. Les neurones emigren a les diferents parts del cervell on es diferencien i s'especialitzen segons la seva funció. En el moment del naixement ja consta de totes les cèl·lules nervioses però no estan connectades. Durant els primers anys de vida, es formen aquestes connexions per la interacció amb l'entorn i els estímuls exteriors.

- Dels 0 als 12 mesos, només estan desenvolupats la medul·la i el tronc encefàlic. És per això que només es respon a estímuls reflexes i funcions bàsiques de supervivència com dormir, menjar o plorar. A mesura que es relacionen amb l'entorn es comencen a establir connexions.
- Als tres anys el cervell ja ocupa un 80% de la mida que assolirà i el sistema límbic i l'escorça ja estan desenvolupats. Això permet expressar emocions, contar i parlar.
- Els lòbuls frontals especialitzats en la conducta són els que triguen més a desenvolupar-se i no ho fan fins a la joventut. Passada aquesta, el cervell segueix patint canvis i formant neurones, per tant, també creant noves connexions neuronals.



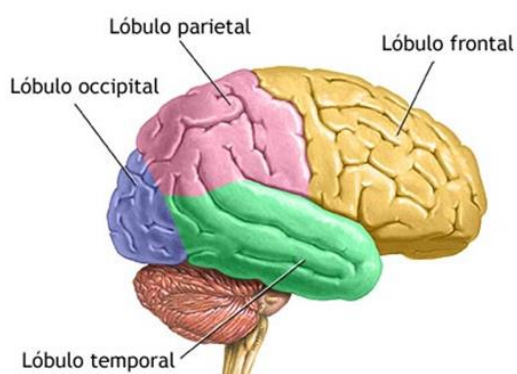
**Figura 36.** Esquema del cervell

El cervell està dividit en dues parts, el telencèfal i el diencèfal.

### 3.1.1.1. Telencèfal

El telencèfal és la part superior del cervell, ocupa la major part d'aquest i està format per l'escorça cerebral, els ganglis basals i el sistema límbic.

- **L'escorça cerebral o còrtex** és la part que recobreix la superfície dels hemisferis cerebrals. Aquesta part, integra la informació necessària per dur a terme els processos mentals més complexos. Està dividit en dos hemisferis que, alhora, estan dividits en diferents lòbuls.



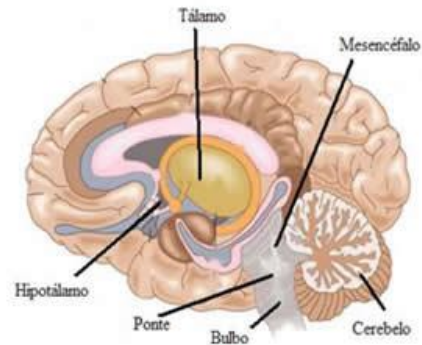
**Figura 37.** Imatge dels lòbuls del cervell

- El **lòbul frontal** és el més gran dels quatre. Té un paper molt important en el processament de les funcions cognitives com la coordinació, el control o la conducta. També fa possible l'articulació del llenguatge i la regulació de les emocions.
- El **lòbul parietal** es troba entre el frontal i l'occipital. S'encarrega de processar la informació dels sentits, com el tacte, la temperatura, el dolor, la pressió, etc. A més, rep la informació visual i associa aquestes dades amb altres provinents d'altres lòbuls.
- El **lòbul occipital** és el més petit dels quatre i es troba a la zona posterior del crani. Té un paper important en el reconeixement visual ja que és la primera zona a la que arriba aquest tipus d'informació. Aquest lòbul envia informació sobre la visió als altres lòbuls a través de dos canals de comunicació.
- Els **lòbuls temporals** de cada hemisferi es troben als costats del cervell disposats horitzontalment. Reben la informació d'altres lòbuls i tenen la principal funció de reconèixer patrons com en el reconeixement de rostres i veus, i també records de paraules, és per això que també que les seves funcions tenen a veure amb la memòria. Hi troben l'hipocamp i l'amígdala, i a com el lòbul temporal esta duplicat, també en tenim dos. L'hipocamp s'encarrega d'emmagatzemar i recuperar records i de l'aprenentatge, entre d'altres. Les amígdales són un conjunt de neurones que formen part del sistema límbic.
- Els **ganglis basals** són un grup de nuclis situats sota l'escorça cerebral i distribuïts de forma simètrica sota cada un dels hemisferis. Aquests ganglis ens permeten realitzar diferents activitats com parlar, escriure, etc.
- El **sistema límbic** és un conjunt d'estructures que no estan molt ben delimitades ja que es barregen amb moltes altres parts del cervell. Aquesta part està relacionada amb les emocions i la resposta a aquestes, és per això que és considerat el cervell emocional. Les amígdales, mencionades anteriorment, són una part molt important ja que està relacionada amb l'aprenentatge i la memòria emocional.

### 3.1.1.2. Diencèfal

El diencèfal és l'altre part del cervell que es troba situat sota el telencèfal. Està dividit en dues parts, el tàlem i l'hipotàlem.

- El **tàlem** és la part més gran del diencèfal. És el nucli que integra tota la informació que ens arriba a través dels sentits (menys la de l'olfacte). El tàlem envia la informació a altres àrees del cervell perquè puguin ser processades.
- L'**hipotàlem** està situat sota el tàlem i s'encarrega de que l'organisme es trobi en estat d'homeostasi, és a dir, en equilibri amb tots els sentits. A més té la capacitat de que diferents glàndules segreguin hormones, fet que ens indueix a estats de més o menys estrès, estats de sed i de gana, etc.



**Figura 38.** Imatge del tàlem i l'hipotàlem

### 3.1.2. Cerebel

El cerebel és una de les parts de l'encèfal que s'encarrega de coordinar els moviments voluntaris del nostre cos (funcions motores) i ajudar a mantenir l'equilibri i la postura. És així ja que es troba molt aprop de les principals vies motores i sensorials. Conté la informació que el còrtex cerebral envia a l'aparell locomotor (aparell encarregat del moviment del cos). Per contra, sí que afecta a alguns moviments més precisos; la gent que hi té danys ha de fer un esforç major i pensar més detalladament a l'hora de moure's.



**Figura 39.** Imatge del cervell del porc amb el cerebel Fotografia: autors

Aquest està envoltat, a l'igual que el cervell, per una escorça que el protegeix. Conté més del 50% de les neurones del cervell, tot i que, només és un 10% del volum total del cervell. Actualment s'ha descobert que el cerebel participa en processos cognitius complexos: emocions, llenguatge i memòria, entre d'altres.

Aquesta estructura es troba darrera el tronc encefàlic connectant amb ell, a l'altura de la protuberància (part central del tronc). El telencèfal i el diencèfal l'acullen a la part posterior; exactament, sota del lòbul occipital (lòbul cerebral situat a la part més posterior de l'hemisferi cerebral).

És semblant als altres òrgans de l'encèfal, ja que està cobert per una capa de cèl·lules que creen una superfície rugosa i amb plecs; aquests, però, més apretats i fins. Dividim l'escorça en dos hemisferis; a l'igual que el còrtex cerebral: hemisferi dret i esquerra. Entre aquests dos hemisferis hi trobem la vermis: una franja vertical que uneix les dues parts i les connecta. I, amb més detall, hi trobem els diferents lòbuls: l'anterior, el posterior i el floculonodular.

### 3.1.3. Tronc encefàlic

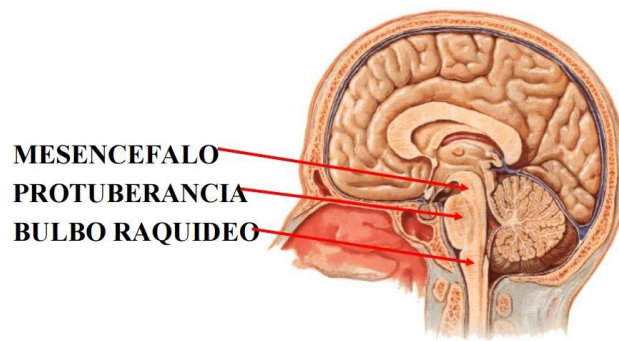
El tronc de l'encèfal és la part que connecta el diencèfal i el cerebel amb la medulla espinal. És a dir, està alineat amb les fibres neuronals que recorren a aquesta; per això és el que trobem més a prop del coll. La major part del nervis cranials surten d'ell.

Sabem que és la part més primitiva del nostre cervell, a vegades se l'anomena cervell reptilià. El tronc encefàlic, doncs, és l'encarregat de realitzar les funcions més bàsiques del SN per a la nostra supervivència: no permetre la mort davant de decisions errònies. Per exemple, regula i manté el ritme cardíac i el control automàtic de la respiració, actes involuntaris però fonamentals per la vida. És per això que si aquest és danyat pot provocar la mort.

Altres funcions menys importants podrien ser: el control del singlot, els esternuts i la tos, el vòmit, la succió, la deglució i la sensibilitat del dolor. La xarxa de neurones distribuïdes en ell, també tenen una funció determinada: regulen el cicle circadià (la son) i el funcionament de la consciència. A més a més, com hem dit abans, és la via de comunicació entre l'encèfal i la resta del cos.

El formen el mesencèfal, la protuberància i el bulb raquidi.





**Figura 40.** Imatge del tronc encefàlic

- El **mesencèfal** és la part superior del tronc encefàlic. Se'l coneix també com a "cervell mitjà". Connecta entre si la protuberància, el cerebel i el diencèfal. A través d'ell hi passa el LCR, encarregat de l'estabilitat mecànica del cos, la funció principal és la conducció i el control dels impulsos motors que van de l'escorça cerebral fins l'espina dorsal. També és responsable dels impulsos sensorials de la medul·la espinal. Per altre banda, hi ha regions d'aquest que s'associen a processos de la regulació de la son i la consciència; afegint-hi funcions que mantenen l'organisme en homeòstasi, com per exemple, regular la temperatura corporal. Dividim el mesencèfal en tres parts: tectum, tegment mesencefàlic i crus cerebri.
- La **protuberància anular** és la part central del tronc encefàlic. A dalt s'hi troba el mesencèfal, a sota el bulb raquidi i per darrera el cerebel. La protuberància permet la connexió entre el bulb i el mesencèfal i, entre el cerebel i la medul·la espinal. És coneguda també com a "pont de varoli", ja que és la part més sortida del tronc.
- El **bulb raquidi** és la part situada sobre la mèdul·la espinal i sota la protuberància anular. És una estructura molt resistent que controla i assegura les funcions vitals (respiració, digestió, regulació cardiovascular i arterial) per a la supervivència, mantenint-les actives inclús quan el cervell està aturat. També transmet estímuls sensorials des de la medul·la fins al cervell. En aquest s'hi troba una xarxa de neurones que quan el bulb rep informació dels sentits, permet que els estímuls adients s'activin per processar i emmagatzemar nova informació. Tot i que la seva funció principal és connectar la medul·la amb el bulb; intervé en la transmissió nerviosa.

### 3.2. Medul·la

La medul·la espinal és una part del SNC situada sota el bulb raquidi (és a dir la continuació d'aquest) fins a la zona lumbar (a la primera vèrtebra). Està dividida en 31 segments on hi trobem els nervis espinals que condueixen els senyals motrius i sensitius. És el punt de connexió entre el cervell i la resta de l'organisme. També s'encarrega

de transmetre la informació motora i sensorial, i de processar-la per a determinar si s'ha d'enviar la informació al cervell o intervenir ella mateixa provocant una actuació d'emergència. És a dir, reaccionant per actes reflexos. Està recoberta i protegida per la columna vertebral, pel LCR i per les meninges.

Hi ha dues zones més dilatades on es troben les connexions nervioses de les extremitats. A la cervical es connecten les extremitats superiors i a la lumbar, les inferiors.

Hi trobem la substància gris (a l'interior) i la substància blanca (a l'exterior).

- La **gris** és un conjunt de somes i nuclis de neurona que connecten els axons amb altres àrees. La seva forma ens recorda a unes ales de papallona. Aquesta substància té dues banyes diferents: la dorsal o posterior, i l'anterior o frontal.
- La **blanca** és una substància formada principalment per axons. Aquesta, es troba envoltant la substància gris.

Esta dividida en cinc regions, la cervical, la toràctica, la lumbar, la sacra i la del coxis. Aquestes es divideixen en tres columnes: la dorsal, la lateral i la ventral, segons la seva funció.

- La **dorsal** s'encarrega de transmetre informació

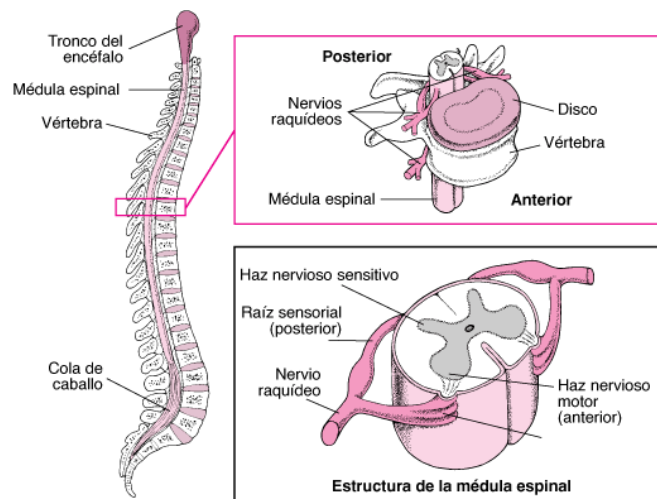


Figura 41. Imatge de la medul·la

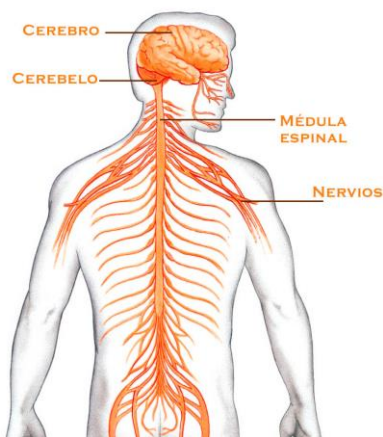


Figura 42. Imatge de la medul·la i les seves divisions

sensorial del cervell a la medul·la i al revés.

- La **lateral** i la **ventral** transmeten les ordres motores del cervell. La columna vertebral comença, a diferència de la medul·la, a la base del cap i acaba a la pelvis. No només protegeix, sinó que també serveix de suport del pes del cos. Està formada per una sèrie d'ossos units com si fossin blocs amb amortidors anomenats discos (minimitzen l'impacte entre les vèrtebres). Té forma de "S" i són les regions cervical, toràcica i lumbar.

#### 4. SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC

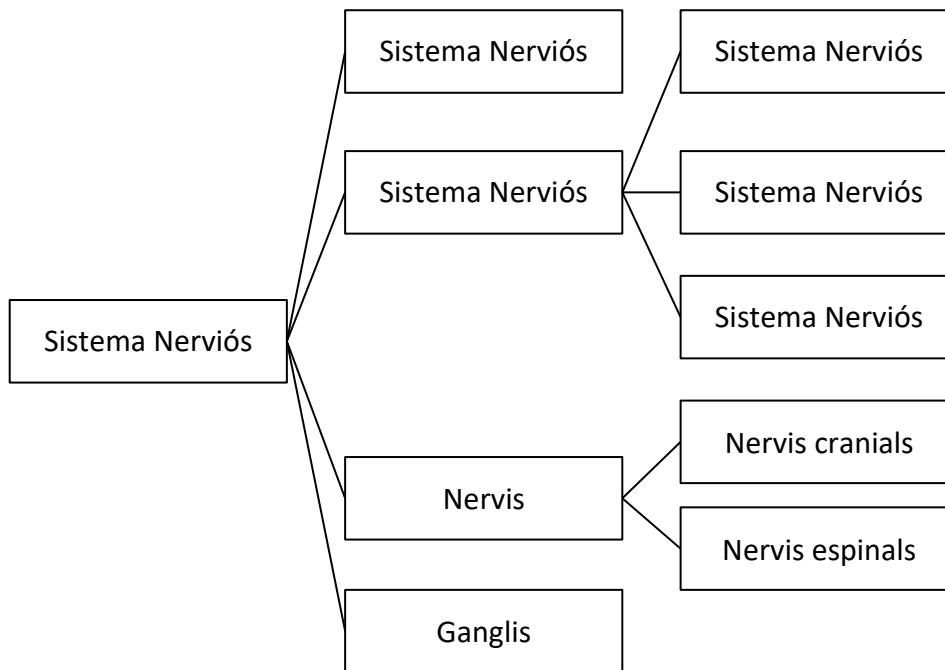


**Figura 43.** Imatge del SNP on també es poden observar la medul·la, el cervell i el cerebel

El Sistema Nerviós Perifèric (SNP) és un conjunt de nervis i ganglis que controlen les funcions motores i sensorials que s'encarreguen de transmetre la informació des del cervell i la medul·la a tot l'organisme. Està format per tots els nervis que ramifiquen des del cervell i la medul·la fins a totes les parts de l'organisme.

La funció principal del SNP és la de connectar el SNC amb els òrgans, les extremitats i la pell. Això permet que el cervell i la medul·la puguin rebre i enviar la informació a totes les àrees del organisme, d'aquesta forma es poden percebre els estímuls i produir-se les respostes.

El SNP es divideix en el Sistema Nerviós Somàtic i el Sistema Nerviós Autònom o Vegetatiu.



**Figura 44.** Esquema del SNP

#### 4.1. Sistema Nervios Somàtic

El Sistema Nervios Somàtic (SNS) permet la connexió entre el SNC i la resta de l'organisme. Està format per neurones sensibles que porten l'informació des dels receptors sensorials a tot l'organisme. Aquesta part del SNP es relaciona amb el control voluntari de les accions, com per exemple la contracció muscular o dels reflexes que permeten respostes automàtiques per part de les neurones.

El SNS té dues vies.

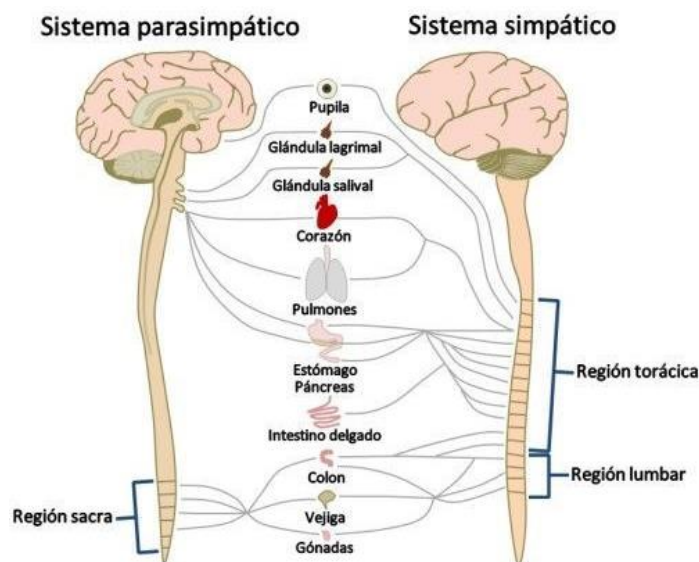
- Una d'entrada que es per on rep la informació que està relacionada amb la temperatura, el tacte, el dolor, la pressió, els sentits i la informació procedent dels músculs i tendons.
- I una via que respon a tots aquests estímuls amb una resposta voluntària que correspon a la contracció dels músculs.

## 4.2. Sistema Nervios Autònom

El Sistema Nervios Autònom (SNA) o Vegetatiu s'encarrega de connectar les neurones del SNC amb les de la resta de l'organisme. També, envia informació des de les diferents parts de l'encèfal fins als òrgans provocant una reacció específica, i alhora, emmagatzema informació sobre el seu estat i l'envia a l'encèfal on es processada.

La funció principal és la de controlar els processos inconscients i involuntaris, com la respiració, la circulació sanguínia o la digestió. S'encarrega de mantenir en forma tots els processos propis dels òrgans. A més, prepara l'organisme per certes situacions mesurades per l'entorn com la segregació de saliva o enzims digestius.

El SNA es divideix en el Sistema Nervios Simpàtic, el Sistema Nervios Parasimpàtic i el Sistema Nervios Entèric.



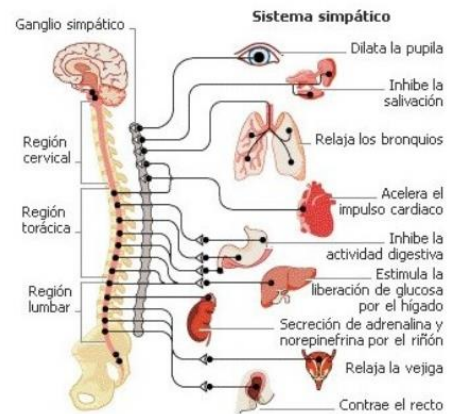
**Figura 45.** Imatge representativa del SN simpàtic i parasimpàtic

### 4.2.1. Sistema Nervios Simpàtic

El Sistema Nervios Simpàtic és l'encarregat de preparar l'organisme per donar resposta en situacions d'estímuls amenaçadors. Donar resposta a aquest tipus d'estímuls genera una gran despesa energètica ja que accelera el funcionament d'algunes parts de l'organisme i inhibeix altres a nivell hormonal. És el responsable de la regulació dels mecanismes homeostàtics dels organismes.

Segons les parts de l'organisme, el Sistema Nerviós Simpàtic realitza diferents accions.

- L'ull és l'encarregat de dilatar les pupil·les.
- A la boca, redueix la producció de saliva.
- La dilatació dels bronquis produïda pels pulmons.
- El cor augmenta la velocitat dels batecs.
- Oprimeix els vasos sanguinis.
- Estimula les glàndules sudorípares.
- El ronyó disminueix la producció d'orina.



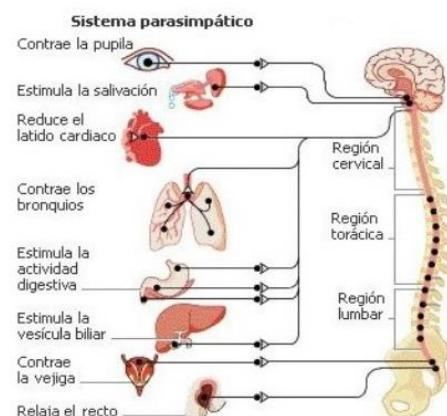
**Figura 46.** Imatge del SN simpàtic

#### 4.2.2. Sistema Nerviós Parasimpàtic

El Sistema Nerviós Parasimpàtic s'encarrega de que l'organisme torni a un estat de repòs i de calma després d'una gran despesa energètica. D'aquesta manera, permet recuperar energia regenerant l'organisme. Per tant, podem considerar que el Sistema Nerviós Parasimpàtic és l'invers al Sistema Nerviós Simpàtic ja que ambdós sistemes realitzen accions oposades entre si.

Aquest sistema també realitza diferents accions depenent de la part de l'organisme.

- L'ull és l'encarregat de contraure les pupil·les.
- Els pulmons contrauen els bronquis.
- A la boca, augmenta la producció de saliva.
- El cor disminueix la freqüència cardíaca.
- Augmenta els moviments i la contracció de l'estómac.
- Disminueix la tensió arterial.
- El ronyó, augmenta la producció d'orina.
- Augmenta la resistència de l'organisme a infeccions.
- Augmenta la circulació d'oxigen als òrgans vitals.



**Figura 47.** Imatge del SN parasimpàtic

### 4.2.3. Sistema Nervios Entèric

El Sistema Nervios Entèric és l'encarregat d'incorporar els nutrients a l'organisme. Els components d'aquest sistema formen un circuit que controla funcions de l'intestí, l'intercanvi de fluids, el flux sanguini i la secreció d'hormones intestinals.

Té diferents funcions, com determinar els patrons de moviment del tracte gastrointestinal. L'intestí prim depèn directament d'aquest sistema per dirigir els seus patrons de moviment. També s'encarrega de controlar la segregació d'àcid gàstric, regular la circulació de flux a través de l'epiteli de revestiment intestinal, modificar-la manera en que s'aprofiten els nutrients, interacciona amb altres sistemes com el Sistema Immunitari i el Sistema Endocrí i manté la barrera epitelial de l'intestí.

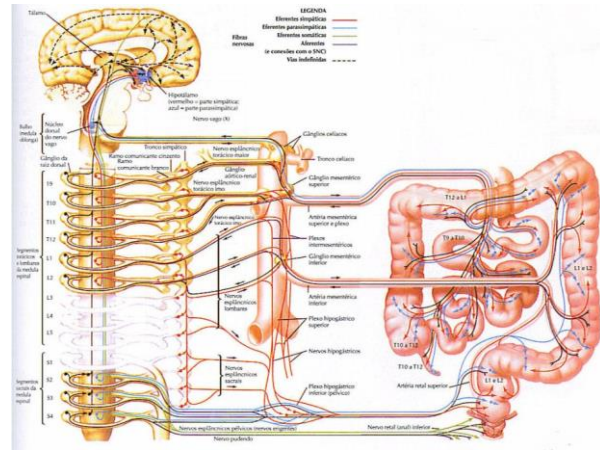


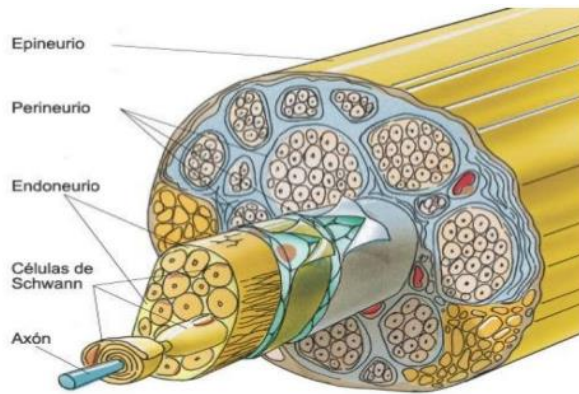
Figura 48. Imatge representativa del SN entèric

### 4.3. Nervis

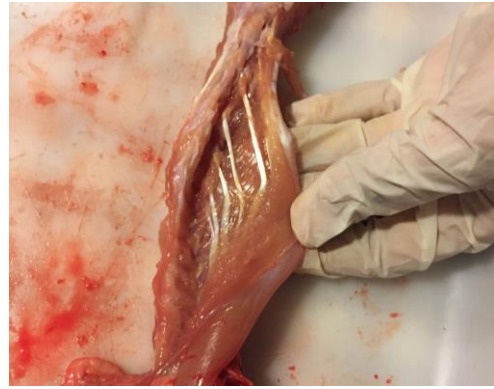
Un nervi és un conjunt de fibres agrupades que relacionen el SN. S'agrupen gràcies a un teixit connectiu que esta format per tres capes.

- L'**epineure** és la capa més externa que es troben en cèl·lules adiposes. Esta format per cèl·lules de connectiu i fibres de col·làgenes.
- El **perineure** és la capa més concèntrica que s'encarrega de recobrir cada un dels fascicles del nervi.
- L'**endoneure** es troba entre les fibres nervioses.





**Figura 49.** Imatge de l'estructura d'un nervi



**Figura 50.** Imatge dels nervis units a la medulla  
Fotografia: autores

El SNP està format per 12 nervis cranials i 31 nervis espinals o raquidis que poden ser sensitius o motors.

- Els **nervis sensitius** porten els estímuls i les sensacions des de tot l'organisme fins l'encèfal o la medulla.
- Els **nervis motors** són els nervis del moviment que porten ordres des dels centres nerviosos (encèfal i medulla) a tot l'organisme.

#### 4.3.1. Nervis cranials

Els nervis cranials s'originen al cervell i formen part del cap i el coll. Poden tenir una funció sensitiva, motora o ambdues. D'aquesta manera hi ha nervis que són exclusivament sensorials com per exemple aquells que detecten la informació de l'olfacte o la vista. D'altres, en canvi, són exclusivament motors com els dels músculs dels ulls. Els que tenen ambdues funcions són aquells implicats en el gust, per exemple.



- **Nervi olfactivu (I):** és un nervi sensorial que s'encarrega de portar els impulsos de l'olor al cervell.

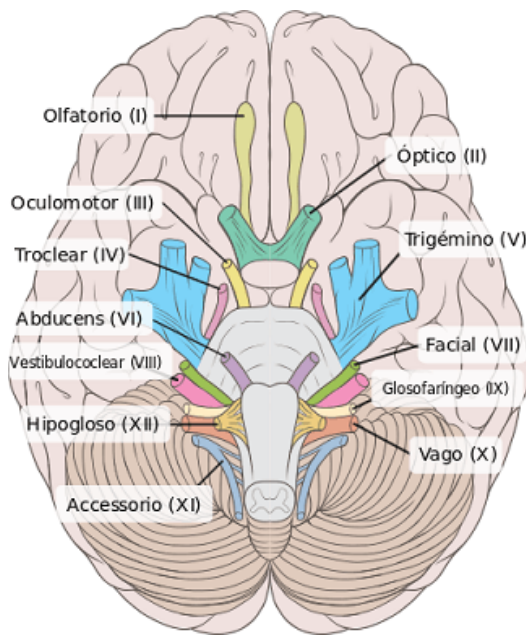


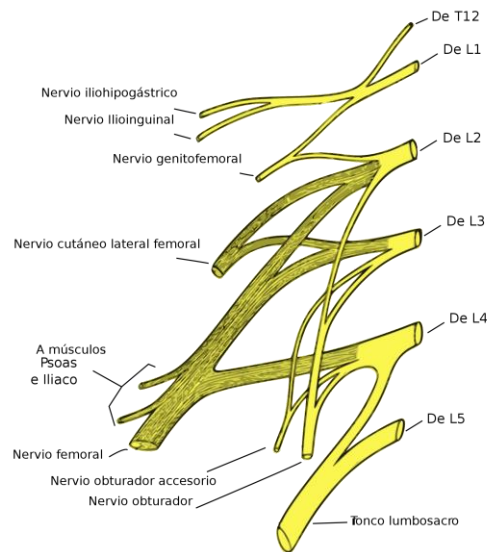
Figura 51. Nervis cranials

- **Nervi òptic (II):** aquest nervi és l'encarregat d'enviar els estímuls visuals al cervell.
- **Nervi oculomotor (III):** és l'encarregat de transmetre la informació dels músculs oculars externs.
- **Nervi patètic o troclear (IV):** aquest nervi motor transporta els impulsos al múscul oblic superior de l'ull.
- **Nervi trigemin (V):** aquest és un dels nervis mixtes. Produeix les sensacions del tacte, la temperatura i el dolor. En la seva funció motora, la seva funció es relaciona amb els músculs de la mandíbula i el timpà.
- **Nervi abducent (VI):** és un nervi mixt, tot i que principalment és motor. Porta els impulsos al múscul recte ocular extern.
- **Nervi facial (VII):** es tracta d'un nervi mixt que transporta les sensacions del gust de la llengua i controla diferents impulsos dels músculs de la cara.
- **Nervi auditiu (VIII):** és l'encarregat de transportar els impulsos auditius al cervell i controla les sensacions d'equilibri.
- **Nervi glossofaríngi (IX):** és un nervi mixt que porta la informació de la pell de l'orella i de les membranes mucoses de la faringe. Respecte a la funció motora, es relaciona amb el múscul de la faringe que ajuda a empassar.
- **Nervi vague (X):** aquest, també és un nervi mixt que transporta els impulsos des de la faringe, laringe i altres òrgans fins al cervell. D'altra banda, les fibres motores d'aquest nervi són les encarregades de transmetre la informació a l'intestí, el cor i a estructures respiratòries.
- **Nervi accessori espinal (XI):** té una funció exclusivament motora. S'associa als músculs de les vísceres toràciques, abdominals i dels músculs de l'esquena.

- **Nervi hipoglòs (XII):** és un nervi motor encarregat de transmetre els impulsos de la llengua i la gola.

#### 4.3.2. Nervis espinals o raquidis

Els nervis espinals es ramifiquen des de la medul·la fins a tot l'organisme. Hi ha 31 i es distribueixen en 8 cervicals (coll), 12 toràcics (pit), 5 lumbar (part baixa de l'esquena), 5 sacres (os sacre) i 1 coccigeo (coxis). Aquests nervis s'uneixen a la medul·la mitjançant dues arrels, una sensorial dorsal i una ventral.



**Figura 52.** Nervis raquidis o espinals

- Les **arrels sensorials** transmeten impulsos de dolor, temperatura, sentit de la posició i tacte relacionades amb les articulacions, els tendons i les capes externes de l'organisme. Envien informació sensorial del tronc i les extremitats a través de la medul·la fins al SNC.
- Les **arrels ventrals** són aquelles que tenen fibres motores i transmeten la informació sobre l'estat de les articulacions i controlen la musculatura.

#### 4.4. Ganglis

Un gangli és un conjunt de neurones que es troba situat a la perifèria. Normalment, els ganglis estan connectats formant una xarxa complexa anomenada plexe. Aquestes xarxes connecten diferents estructures de l'organisme.

## 5. EVOLUCIÓ DEL SISTEMA NERVIÓS

L'evolució biològica és el procés de transformació d'unes espècies en d'altres gràcies a l'acumulació de mutacions que van apareixent en els descendents després de llargs períodes de temps.

La complexitat lligada al SN dels animals ve determinada per l'evolució i les necessitats que ha desenvolupat cada organisme. És per això que trobem diferències molt importants entre els SN dels animals que estan més separats evolutivament. Podem veure que el SN tendeix a la complexitat en l'arbre evolutiu. És a dir, les espècies actuals han evolucionat a partir de les espècies més primitives i per això les primitives són més simples.

### 5.1. Organismes unicel·lulars

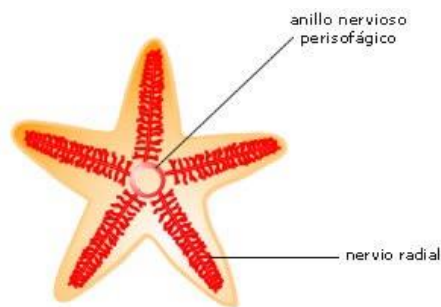
Els organismes **unicel·lulars** són tant simples que no tenen SN, però responen a estímuls.

### 5.2. Invertebrats

Són animals sense columna vertebral on, a mesura que ascendim en l'escala evolutiva, el seu SN és ja més complex.

- Els **porífers** són els invertebrats més senzills i no tenen SN. Per exemple les esponges.
- Els **cnidaris** són els primers organismes senzills que tenen cèl·lules nervioses. El seu SN és el més simple i menys evolucionat. Està constituït per una xarxa nerviosa on les neurones són capaces de conduir els impulsos nerviosos. En aquests organismes no existeix cap centre nerviós.
- Els **platihelminths** són els cucs amb cos pla i forma de cinta. Presenten ganglis cerebrals acumulats en una regió que connecten amb la resta del cos gràcies als nervis.
- Els **nematodes** són cucs cilíndrics no fragmentats que presenten un anell nerviós del qual en surten tots els nervis.

- Els **anèl·lids** són cucs dividits en anells que tenen un encèfal desplaçat cap a la part posterior del cos.
- Els **mol·luscs** ja comencen a tenir un SNP ben definit.
- Els **artròpodes** tenen els òrgans del sentit molt desenvolupats respecte als altres. També tenen un SN complex amb moltes neurones.
- Els **equinoderms** disposen d'un grup nombrós de cèl·lules nervioses distribuïdes en forma d'anell al centre, i en forma d'arrel als braços.



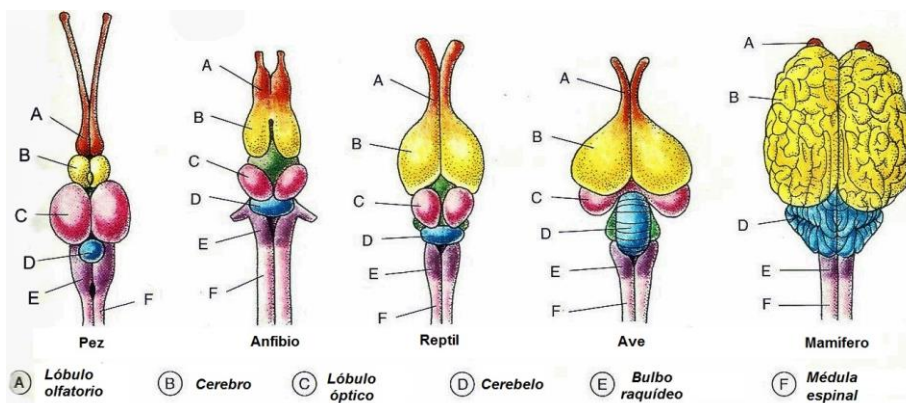
**Figura 53.** Imatge dels nervis dels equinoderms

### 5.3. Vertebrats

Classifiquem els vertebrats en cinc grups diferents: mamífers, ocells, rèptils, amfibis i peixos. A tots els vertebrats el cos està dividit entre cap, tronc i cua, tenen un endosquelet i unes extremitats articulades, un SN complex i la simetria és bilateral.

- Els **peixos** són animals aquàtics amb un cervell petit en relació al cos. A la part frontal hi trobem els lòbuls olfactors i a l'extrem posterior hi ha l'encèfal. L'òrgan sensorial més desenvolupat és el de l'olfacte, sobretot als peixos predadors.
- Els **amfibis** tenen un SN més complex que el dels peixos. Els lòbuls òptics han evolucionat molt respecte als anteriors, tenen parpelles i glàndules lacrimals. Posseeixen receptors tàctils i papil·les gustatives. El cervell encara és bastant simple, no té gaire sentit d'ubicació i d'equilibri.
- Els **rèptils** disposen d'un encèfal estret i allargat amb dos grans lòbuls olfactors i òptics. Tenen un cervell més gran que el dels esmentats anteriorment i, els òrgans sensorials molt desenvolupats menys el de l'oïda.

- El SN dels **ocells o aus** està format per l'encèfal, la medul·la espinal, el bulb raquídeo i els nervis cranials. La part més desenrotllada de l'encèfal és la que s'encarrega del vol i el cervell coordina el moviment. Tenen desenvolupada la vista i l'oïda, però no l'olfacte ni el tacte. Són més "intel·ligents" que els rèptils.
- Els **mamífers** tenen el SN més complex i el cervell més gran. Poden dur a terme moviments complexos, aprendre noves coses i memoritzar-les. Disposen d'una gran capacitat de percepció i resposta i tenen el cerebel molt desenvolupat.



**Figura 54.** SN dels animals vertebrats.

L'evolució de les diferents parts del SN és molt variada. Per exemple, en el SNP, els nervis evolucionen cada un depenent de les necessitats i tendint a la complexitat o la tendència a la senzillesa. En el SNC, en canvi, la majoria de les estructures s'han anat desenvolupant a través de les espècies tendint a la complexitat. A continuació, s'explica l'evolució d'algunes de les parts més importants i més diferents del SNC, com les meninges, la medul·la, el cerebel i el telencèfal.

### 5.3.1. L'evolució de les meninges

Les meninges dels vertebrats inferiors són molt diferents a les dels vertebrats superiors com els mamífers o els humans. L'avantpassat primitiu dels vertebrats possiblement tenia una capa indiferenciada. A partir d'aquesta capa es van desenvolupar dues capes, una cartilaginosa i una òssia, que va donar lloc als elements esquelètics del crani i la medul·la.

La meninge primitiva envolta l'encèfal i la medul·la en els vertebrats inferiors . Aquests també tenen una capa protectora del teixit meníngic, adipós i mucós. Es tracta d'una capa fibrosa que s'uneix a la meninge primitiva per lligaments de col·lagen. En els vertebrats més complexos o superiors també trobem aquesta capa situada entre la duramàter i la columna vertebral. Això és una suposada resta filogenètica del teixit amortitzador.

En els peixos aquesta capa està condensada i comprèn la duramàter dels vertebrats superiors. Les membranes més internes, l'aracnoide i la duramàter dels vertebrats superiors encara no està diferenciada en els peixos. Tampoc existeixen espais subcranials, i per consegüent, el LCR es troba limitat per diferents cavitats.

En els rèptils i amfibis es poden diferenciar dues capes. La més externa i dura, paquimeninge i la interna, la leptomeninge.

En les aus, la capa més dura és la que està més diferenciada (paquimeninge) i la leptomeninge encara no està diferenciada en l'aracnoide i la piamàter.

En els mamífers placentaris l'aracnoide i la piamàter estan totalment desenvolupades. Com ja hem vist, la piamàter és la més interior que s'adhereix a l'encèfal i l'aracnoide que es troba al mig entre les dues capes. Trobem que a la part exterior de la duramàter no té un origen meníngic.

### 5.3.2. Evolució de la medul·la

La medul·la sorgeix a partir de la diferenciació d'una meninge molt primitiva que es va dividir en una capa cartilaginosa i una òssia.

En els cefalocordats, animals cordats molt semblants i propers als vertebrats, la medul·la disposa, bàsicament, un canal central envoltat per la substància gris.

En els vertebrats, rèptils, amfibis, peixos, aus i mamífers, la medul·la està més desenvolupada. Dóna estructura a l'organisme. De la medul·la surten nervis que es ramifiquen per tot l'organisme . És molt semblant en tots els grups animals (es pot veure a la pàg. 28).

### 5.3.3. Evolució del cerebel

No existeix el cerebel en els cefalocordats. Tot i ser els organismes més semblants als vertebrats, són uns organismes molt primitius i senzills.

En els vertebrats més primitius, s'estén com una petita protuberància als lòbuls laterals. En els peixos trobem protuberàncies laterals, dorsals i ventrals. Les formes són molt variades depenent de l'espècie fins al punt que en algunes és asimètric.

Els amfibis només tenen un parell d'aurícules i un nòdul. Com a excepció, les granotes tenen un cos i una part dorsal que s'estén dins del cos com una gran estructura.

Els rèptils i les aus, són semblants als amfibis. Tenen un cos del cerebel central i lateral. La part lateral és major en els rèptils amb potes.

En els mamífers apareix la posició lateral dels hemisferis del cerebel, és a dir, la presència del cerebel en els dos hemisferis del cervell. Aquesta posició està lligada a la coordinació i està més desenvolupada en primats, i en la seva totalitat, en humans. (veure el cerebel pàg. 25)

### 5.3.4. Evolució del telencèfal

L'evolució del telencèfal és diferent a l'evolució de les altres parts del SNC. Aquesta part del SN no ha evolucionat progressivament com les altres parts que hem vist anteriorment, sinó que cada classe de vertebrat ha desenvolupat especialitzacions diferents en l'estructura del telencèfal.

El telencèfal no és una porció intrínseca de primitiu tub neural com ho són el bulb raquídi, el mesencèfal o el diencèfal. Gràcies a l'observació de la formació embrionària, podem veure que el telencèfal deriva d'expansions laterals en els extrems del tub neural. L'absència de telencèfal als cefalocordats suggereix que és una estructura secundàriament desenvolupada i que no és una part del tub neural original.

La configuració general del telencèfal és el resultat del creixement diferencial de les diferents estructures. Aquesta diferenciació d'estructures selectives del telencèfal caracteritza cada una de les classes de vertebrats.

## 6. MALALTIES DEL SISTEMA NERVIÓS

El SN engloba moltes parts diferents del organisme. És per això que hi ha moltes malalties que, d'una manera o altre, tenen a veure amb aquest sistema. Tot i això, quan es parla de malalties del SN, se sol pensar en les malalties relacionades amb el cervell i les que afecten generalment a l'encèfal. Però el SN no és només això sinó que avarca molts més.

Algunes de les malalties principals del SN són l'epilèpsia, els tumors, l'esclerosi múltiple, les neuràlgies, l'Alzheimer, la neuritis, el Parkinson i la meningitis.

### 6.1. Epilèpsia

L'epilèpsia és un trastorn del SN, en concret del cervell. Afecta a infants i adults ja que pot aparèixer a qualsevol edat. Un grup de cèl·lules tenen un excés de descàrregues elèctriques i transporten els senyals de manera sobrepassada. L'anomenada crisi epilèptica pot suposar diferents símptomes com els espasmes, convulsions, pèrdues de coneixement, confusió, etc. Quan no hi ha un control de les crisis, pot suposar efectes negatius al SN i com a conseqüència, lesions cerebrals permanents, invalidesa o discapacitats.

La malaltia pot estar causada per:

- Un traumatisme cranioencefàlic.
- Pot ser hereditària.
- Malformacions congènites.
- Exposició a tòxics, tant en la gestació com en edat adulta.
- Anòxia cerebral, manca d'oxigen al cervell.
- Tumors cerebrals.
- Malalties degeneratives o infeccioses.
- Trastorns metabòlics.

Tot i això, l'epilèpsia és un trastorn tractable amb fàrmacs específics per a cada cas i edat.

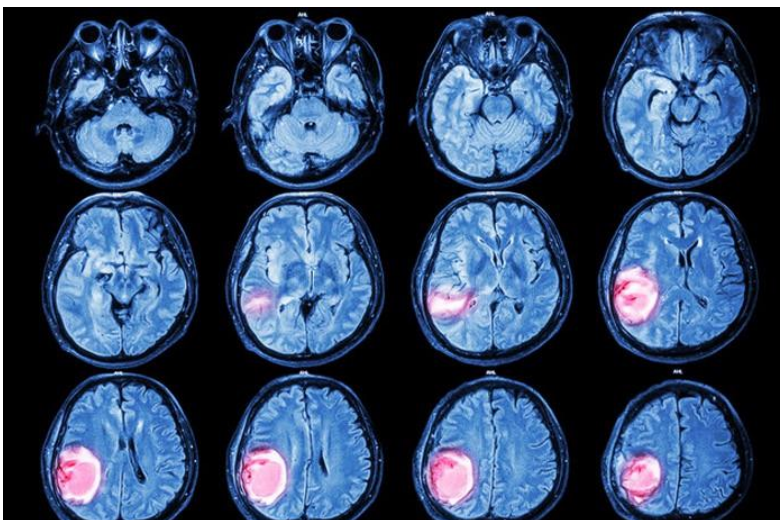


**Figura 55** . Imatge que representa les sobrecàrregues elèctriques



## 6.2. Tumors

Els tumors cerebrals són deguts al creixement anormal de les cèl·lules de teixit nerviós. Aquests poden ser benignes o malignes, depenent de si hi ha cèl·lules cancerígenes o no. També es distingeixen segons si s'originen al cervell, primaris, o si s'originen a una altre part de l'organisme i arriben al cervell a causa d'una metàstasi, metàstàtics. Poden suposar símptomes com problemes d'equilibri, nàusees, incapacitat de la parla, debilitat, convulsions, mals de cap, problemes de memòria, etc, depenent del lloc on estigui situat el tumor.



**Figura 56.** Imatge de l'evolució d'un tumor

Els tractaments, com els símptomes, són variats i depenen del tumor. La cirurgia, la quimioteràpia o la radiació són alguns dels tractaments més freqüents.

## 6.3. Escleriosi múltiple

L'escleriosi múltiple (EM) és una malaltia neurodegenerativa i crònica del SNC. Afecta a la mielina que s'inflama i es desprèn. Aquesta es destrueix i produeix una cicatriu (esclerosi). Això provoca la difícil conductivitat dels impulsos elèctrics i aquests s'alteren i es produeixen els símptomes. Aquests són:

- Debilitat, fatiga i tremolor.
- Pèrdua de control de braços i cames.
- Alteració de la sensibilització o dolor.

- Trastorns urinaris i visuals.

Aquests símptomes poden deixar seqüeles i discapacitats incurables tot i que no sempre.

Les causes de l'EM són desconegudes però hi ha investigacions que indiquen que l'origen de la malaltia es troba l'actuació del sistema immunològic contra la mielina. Tot i això, se sap que no és hereditària ni està causada per cap factor físic ni psíquic ni per cap traumatisme.



Figura 57. Representació de l'EM

#### 6.4. Neuràlgies

Una neuràlgia és un mal molt intens que produeix un nervi danyat. Aquest nervi pot estar a qualsevol part de l'organisme però els més comuns són a la cara i al coll. Aquest dany pot ser causat per malalties com la diabetis o l'EM, per una infecció herpètica o altres infeccions, pressió sobre el nervi, traumatismes, per l'edat, etc.

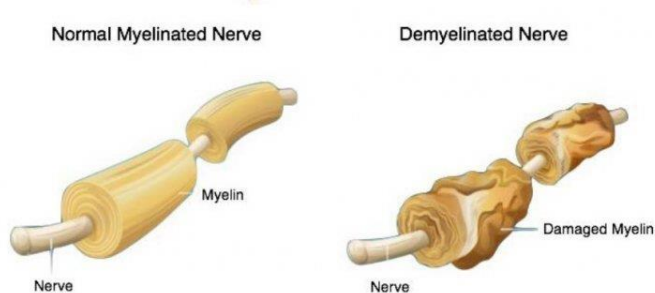


Figura 58. Imatge d'un nervi envoltat de mielina i un nervi envoltat per mielina danyada

El tractament depèn del tipus de neuràlgia i del causant d'aquesta. Per exemple, la intervenció quirúrgica per disminuir la pressió sobre el nervi, control de la glucosa en el cas de la diabetis, analgèsics per disminuir el mal, etc.

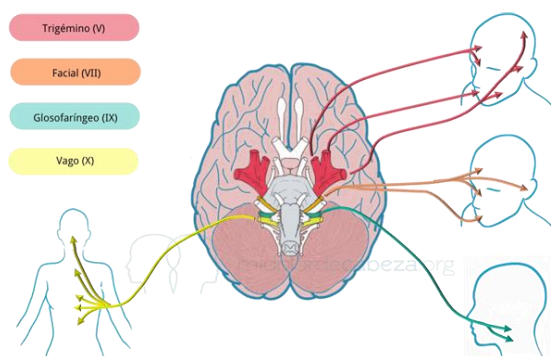
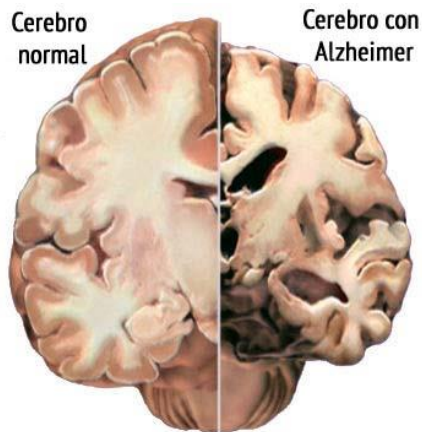


Figura 59. Representació del mal causat per diferents

## 6.5. Alzheimer

L'Alzheimer és un tipus de demència que afecta principalment a la gent gran. La demència és un trastorn cerebral que afecta a les capacitats motrius i psíquiques de l'organisme. Es tracta d'una malaltia degenerativa, incurable i terminal. El símptoma més comú és la pèrdua de memòria. Els símptomes en etapes més avançades són la irritabilitat, la confusió i l'agressivitat, canvis d'humor, pèrdua de sensibilitat, etc.



**Figura 60.** Representació d'un cervell sense la malaltia

Es desconeix la causa de la malaltia però hi ha diferents hipòtesis que s'estan estudiant encara que cap és segura. De la mateixa manera, no hi ha un tractament totalment eficaç. Hi ha tractaments amb fàrmacs per als símptomes cognitius de la malaltia que retarden la seva evolució, i alguns que tracten els símptomes psíquics com l'agressivitat. També hi ha tractaments no farmacològics que consisteixen en l'estimulació a base de teràpies.

## 6.6. Neuritis

La Neuritis és la inflamació d'un o més nervis. Aquesta pot produir mal, formigueig o sensació de calor al punt de semblar que t'estàs cremant. En casos extrems, pot causar la paràlisi de la zona del nervi afectat o la pèrdua de sensibilitat.

Les causes d'aquesta malaltia són:

- Pressió o dany d'un nervi.
- Falta de nutrients.
- Presència de tòxics.
- Alteracions metabòliques.

El tractament d'aquesta malaltia sol ser natural a base d'ingerir nutrients o vitamines.

## 6.7. Parkinson

El Parkinson és una malaltia neurodegenerativa del SN que afecta a l'àrea de coordinació i els moviments. Consisteix en un procés crònic de degeneració i mort progressiva de les neurones. Els símptomes més freqüents són:

- Tremolor.
- Bradicinesia o moviments lents
- Rigidesa muscular
- Trastorns posturals

Aquesta malaltia pot ser hereditària, provocada per la mutació d'un gen, tot i que és un cas molt poc freqüent o també pel consum de substàncies nocives en excés, com la cocaïna. Tot i això les causes d'aquesta malaltia són bastant desconegudes.

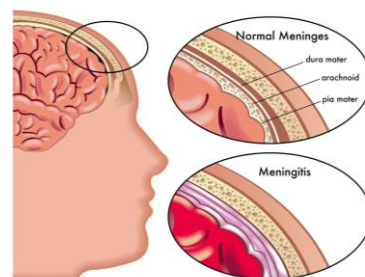
Es pot tractar tant farmacològicament com quirúrgicament. En el primer cas, ajuda a la disminució dels símptomes i en el segon quan no hi ha una resposta per part del pacient als fàrmacs.

## 6.8. Meningitis

La meningitis és la infecció del SNC que té com a conseqüència la inflamació de les meninges. Aquesta infecció pot ser bacteriana, vírica o causada per un fong. Els símptomes són:

- Febre alta.
- Mals de cap.
- Vòmits.
- Somnolència
- Pèrdua del coneixement.
- Al·lucinacions.

Si la causa de la meningitis és bacteriana té un tractament amb antibiòtic i de la mateixa manera si és vírica tot i que també se li proporcionen líquids de manera intravenosa al pacient.



**Figura 61.** Representació de les meninges normals i les meninges afectades per la meningitis

## 6.9. Paràlisi

Una paràlisi és la pèrdua de mobilitat i sensibilitat en una regió del cos produïda per un traumatisme o una lesió. Depenent del lloc de la medul·la que s'hagi produït el traumatisme, la paràlisi afecta a unes zones determinades del cos.

Les causes del traumatisme poden ser molt diverses, com un accident laboral o de cotxe. A més aquesta malaltia no té tractament ja que al ser un trencament de la medul·la i les seves connexions en un punt no s'hi pot fer res.

**BLOC II:**  
**PART PRÀCTICA**

## **DISSECCIÓ DE LA SÍPIA (*Sepiida*)**

### **INTRODUCCIÓ**

DATA	20/07/2017
HORA INICIAL	11:41
HORA FINAL	13:04

**OBJECTIUS** Trobar el SN de l'organisme per tal de poder observar-lo tant microscòpicament com macroscòpicament i poder veure que el SN tendeix a la complexitat en l'arbre evolutiu.

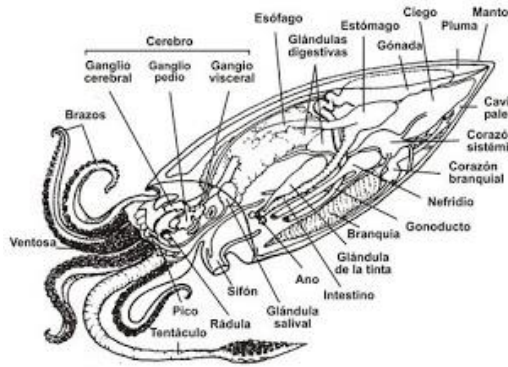
### **MATERIAL**

MACROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fotografia de l'anatomia de la sípia</li><li>- Safata de dissecció</li><li>- Bisturí</li><li>- Estisores</li><li>- Pinces</li><li>- Cinta mètrica</li><li>- Guants</li><li>- Sípia</li></ul>
MICROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bisturí</li><li>- Portaobjectes</li><li>- Cobreobjectes</li><li>- Microscopi</li><li>- Blau de metilè (tinció)</li></ul>

### **METODOLOGIA**

#### MACROSCÒPICA

- Col·loquem la sípia a la safata de dissecció i la comparem amb la fotografia de les parts de la sípia per saber on es troba aproximadament el SN.



**Figura 62.** Fotografia de l'anatomia de la sípia



**Figura 63.** *Sepiida*  
Fotografia: autors

- Procedim a la dissecció de la sípia utilitzant el bisturí per fer un tall vertical. Extraiem l'ós de la sípia que ocupa gran part d'aquesta. Aquest ós està fet de carbonat de calci i és porós. És capaç de modificar la capacitat de flotació de la sípia quan s'omple o es buida de gas o líquid i permet a la sípia nadar a major o menor profunditat.



**Figura 64.** Imatge del tall vertical de la sípia. Fotografia: autors



**Figura 65.** Imatge de l'ós de la sípia. Fotografia: autors



**Figura 66.** Imatge de la sípia després de l'extracció de l'ós. Fotografia: autors



- Utilitzant les estisores realitzem un altre tall vertical per tal de deixar tota la part interna de la sípia al descobert per poder extreure el SN.



**Figuras 67 i 68.** Imatge del tall vertical a la sípia.  
Fotografia: autors

**Figura 69.** Imatge de la sípia oberta.  
Fotografia: autors

- U  
n cop tenim la sípia oberta procedim a l'extracció del SN. El SN de la sípia es troba concentrat en una espècie d'esfera, molt petita, de color blanc.



**Figures 70 i 71.** Imatges de l'interior de la sípia.  
Fotografia: autors

**Figura 72.** Imatge del SN de la sípia.  
Fotografia: autors

- Finalment mesurem la mida del SN de la sípia per poder-lo comparar amb els altres SN.



**Figura 73.** Imatge del SN de la sípia i la seva mida indicada per la cinta mètrica. Fotografia: autores

#### MICROSCÒPICA

- Utilitzant el bisturí, realitzem uns talls molt prims del SN de la sípia per tal de tenir tres mostres. Col·loquem els talls als portaobjectes i els tenyim amb la tinció blau de metilè per a obtenir una millor visió de les cèl·lules neuronals. I, finalment ho tapem amb el cobreobjectes.



**Figura 74.** Imatge de les mostres del SN de la sípia sobre els portaobjectes abans de la tinció amb el blau de metilè. Fotografia: autores

- Per últim, mirem les mostres amb el microscopi i observem el teixit nerviós i les neurones a 4x, 10x i 40x (x, augments).

## RESULTATS

### MACROSCÒPICA

Observem que el SN de la sípia és una petita esfera blanca, de 1,5cm aproximadament. Aquest es troba al cap com els organismes més complexes ja que és on està més protegit.



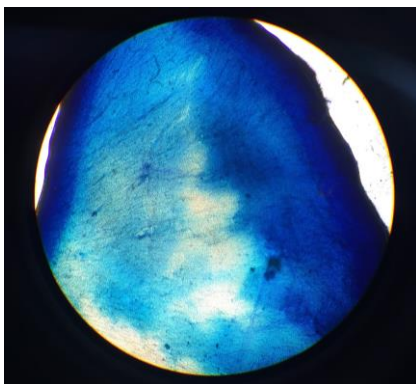
**Figura 75.** Imatge del SN de la sípia.  
Fotografia: autores



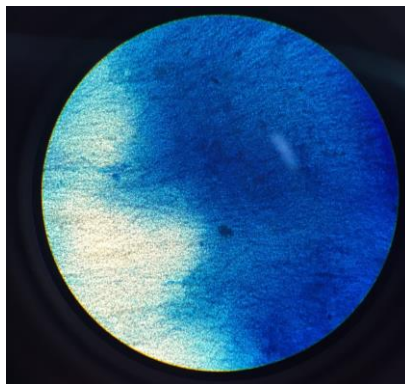
**Figura 76.** Imatge del SN de la sípia on es pot observar la seva mida gràcies a la cinta mètrica. Fotografia: autores

### MICROSCÒPICA

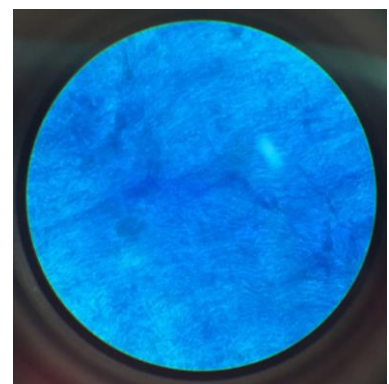
Podem observar que gràcies a la tinció amb el blau de metilè s'aprecien perfectament moltes de les neurones del teixit marcades amb un color més fosc que aquest.



**Figura 77.** Imatge de la mostra de SN tenyida amb blau de metilè vista amb el microscopi a 4x.  
Fotografia: autores



**Figura 78.** Imatge de la mostra de SN tenyida amb blau de metilè vista amb el microscopi a 10x.  
Fotografia: autores



**Figura 79.** Imatge de la mostra de SN tenyida amb blau de metilè vista amb el microscopi a 40x.  
Fotografia: autores

## **CONCLUSIONS**

### MACROSCÒPICA

La sípia és un dels animals més antics que existeixen, per tant, és un dels menys complexos. Això ho podem observar tant en la seva anatomia com en el seu SN. Després d'estudiar el SN dels organismes més complexos podem comparar-lo amb el de la sípia. Com ja hem vist en els organismes més complexos el SN s'expandeix per tot l'organisme a través dels nervis que connecten amb la medul·la i aquesta, alhora, connecta amb el SNC. En el cas de la sípia és un sistema molt senzill que ocupa 1,5cm, equivalent a un petit centre nerviós.

### MICROSCÒPICA

Podem observar la presència de neurones al teixit nerviós de la sípia gràcies a la tinció ja que quan ho vam mirar sense no es podien apreciar. Veiem que tot i que macroscòpicament sigui un SN poc complex, també està format per neurones com tots els SN.

## **DISSECCIÓ ORADA (*Sparus aurata*)**

### **INTRODUCCIÓ**

DATA	08/09/2017
HORA INICIAL	11:43
HORA FINAL	13:05

**OBJECTIUS** Trobar el SN de l'organisme per tal de poder observar-lo tant microscòpicament com macroscòpicament i poder veure que el SN tendeix a la complexitat en l'arbre evolutiu.

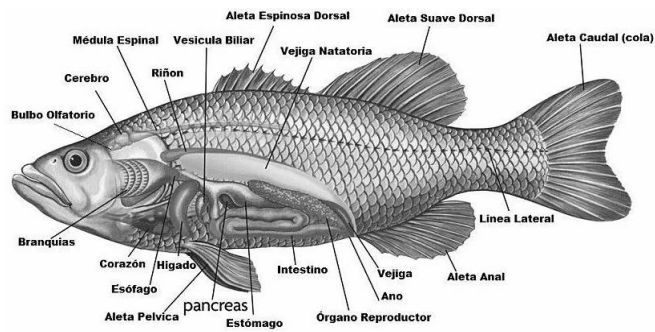
### **MATERIAL**

MACROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fotografia de l'anatomia de l'orada</li><li>- Safata de dissecció</li><li>- Bisturí</li><li>- Estisores</li><li>- Pinces</li><li>- Cinta mètrica</li><li>- Guants</li><li>- Orada</li></ul>
MICROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bisturí</li><li>- Portaobjectes</li><li>- Cobreobjectes</li><li>- Microscopi</li></ul>

### **METODOLOGIA**

#### MACROSCÒPICA

Disposem l'orada a la safata de dissecció i la comparem amb la fotografia de l'anatomia del peix.



**Figura 80.** Fotografia de l'anatomia de l'orada.



**Figura 81.** Imatge de la *Sparus aurata*. Fotografia: autors

- Un cop localitzat el cervell de l'orada i la medul·la, fem un tall vertical a la part inferior de l'orada per tal d'obrir-la i separar-la en dues parts per poder extreure'n la medul·la i el cap.



**Figura 82.** Imatge del tall vertical a la part inferior de l'orada. Fotografia: autors



**Figura 83.** Imatge de l'orada dividida per la meitat on es pot observar la medul·la. Fotografia: autors



**Figura 84.** Imatge del cap de l'orada unit a la medul·la. Fotografia: autors

- Busquem els nervis connectats a la medul·la i intentem trobar el cervell de l'orada.

## MICROSCÒPICA

- Amb l'ajuda del bisturí, extraïem mostres dels nervis de l'orada, les col·loquem als portaobjectes i les cobrim amb els cobreobjectes.





**Figura 85.** Imatge de les mostres de nervis de l'orada. Fotografia: autores

- Finalment, observem les mostres amb el microscopi a 4x, 10x i 40x.

## RESULTATS

### MACROSCÒPICA

En aquest cas, no vam poder trobar el cervell de l'orada ja que és molt petit i difícil de veure, és per aquest motiu que no l'hem pogut mesurar. Tot i això, podem veure perfectament els nervis units a la medul·la molt semblant al cas del conill. També són de color blanc ja que estan fets de mielina però són molt més prims que els del conill.

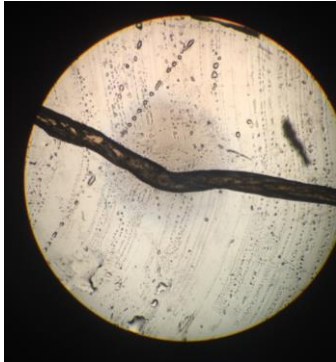


**Figura 86.** Imatge dels nervis de l'orada. Fotografia: autores

## MICROSCÒPICA

Només vam poder analitzar microscòpicament dos dels nervis de l'orada ja que no vam trobar el cervell.

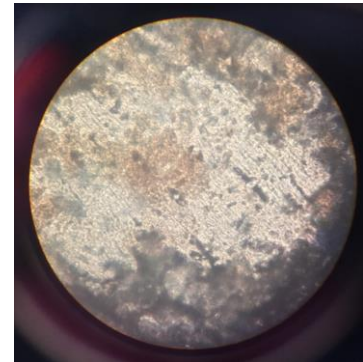
Llavors, vam observar amb el microscopi dos dels nervis que vam trobar units a la medul·la a 4x, 10x i 40x. Els nervis de l'orada són casi iguals als del conill vists des del microscopi.



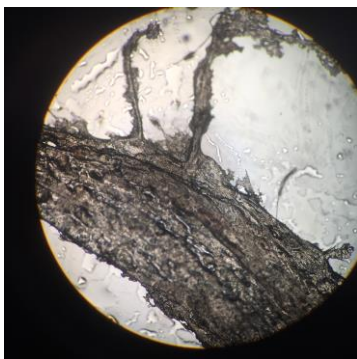
**Figura 87.** Imatge d'un nervi de l'orada a 4x. Fotografia: autores



**Figura 88.** Imatge d'un nervi de l'orada a 10x. Fotografia: autores



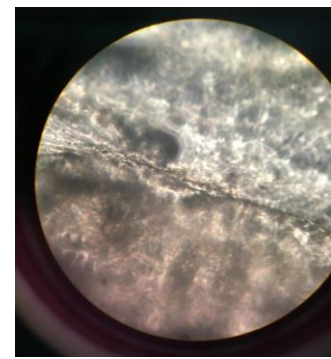
**Figura 89.** Imatge d'un nervi de l'orada a 40x. Fotografia: autores



**Figura 90.** Imatge d'un nervi de l'orada a 4x. Fotografia: autores



**Figura 91.** Imatge d'un nervi de l'orada a 10x. Fotografia: autores



**Figura 92.** Imatge d'un nervi de l'orada a 40x. Fotografia: autores



## **CONCLUSIONS**

### **MACROSCÒPICA**

Trobar el cervell de l'orada ha estat una tasca complicada que no hem pogut dur a terme. Aquest és molt petit i molt difícil d'extreure. Tot i això hem pogut observar les unions dels nervis amb la medul·la i aquesta amb el cap. Podem trobar certes semblances amb la medul·la del conill i la unió amb els nervis.

### **MICROSCÒPICA**

Els nervis de l'orada estan formats per una espècie de filaments que concorda amb l'estructura dels nervis estudiada.

## **DISSECCIÓ CONILL (*Oryctolagus cuniculus*)**

### **INTRODUCCIÓ**

DATA	31/08/2017
HORA INICIAL	17:52
HORA FINAL	19:06

**OBJECTIUS** Trobar el SN de l'organisme per tal de poder observar-lo tant microscòpicament com macroscòpicament i poder veure que el SN tendeix a la complexitat en l'arbre evolutiu.

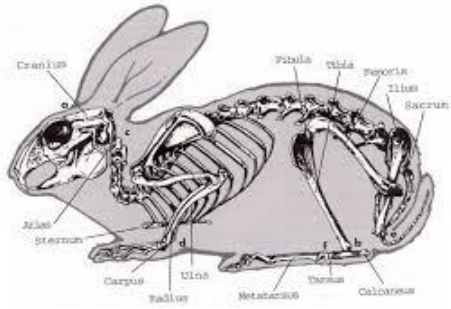
### **MATERIAL**

MACROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fotografia de l'anatomia del conill</li><li>- Safata de dissecció</li><li>- Bisturí</li><li>- Estisores</li><li>- Pinces</li><li>- Cinta mètrica</li><li>- Guants</li><li>- Conill</li></ul>
MICROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bisturí</li><li>- Portaobjectes</li><li>- Cobreobjectes</li><li>- Microscopi</li></ul>

### **METODOLOGIA**

#### MACROSCÒPICA

- Col·loquem el conill sense pell a la safata de disseccions i el comparem amb la fotografia de l'anatomia del conill.



**Figura 93.** Fotografia de l'anatomia del conill



**Figura 94.** *Oryctolagus cuniculus*. Fotografia: autors

- Un cop sabem on es troben el cervell i la medul·la, separem la medul·la i el crani de la resta del cos per tal de tenir només el SNC. A més també deixem alguns dels nervis que arriben fins la medul·la, així després els podrem observar amb el microscopi.

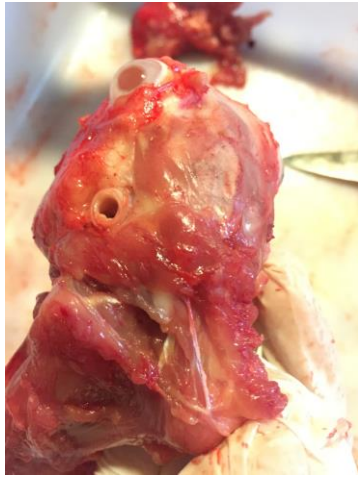


**Figura 95.** Imatge del conill sencer sense pell. Fotografia: autors

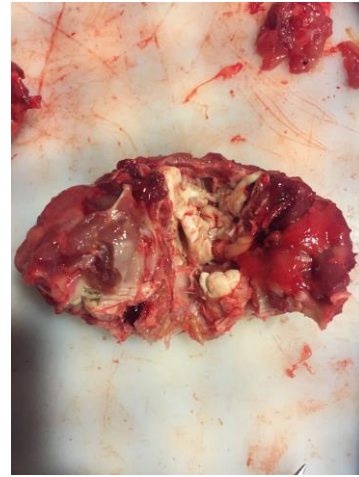


**Figura 96.** Imatge del crani i la medul·la del conill. Fotografia: autors

- Un cop observada la unió entre el crani i la medul·la els separem i intentem trobar el nervi òptic, que connecta els ulls amb el cervell. Dividim el crani en dues parts per tal d'extreure el cervell.



**Figura 97.** Imatge del nervi òptic del conill. Fotografia: autores



**Figura 98.** Imatge del crani del conill dividit en dues parts. Fotografia: autores

- Extraïem el cervell del crani i el mesurem per poder-lo comparar, en mida, amb els altres cervells de les altres disseccions.



**Figura 99.** Imatge del cervell del conill. Fotografia: autores

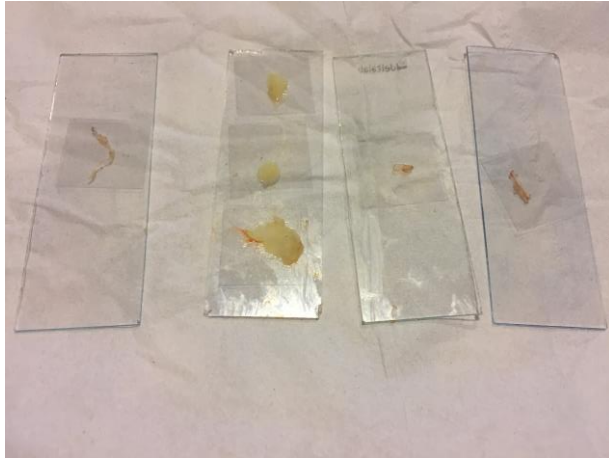


**Figura 100.** Imatge de les cavitats cranials del cervell del crani del conill. Fotografia: autores

## MICROSCÒPICA

- Amb el bisturí, realitzem uns talls molt prims al cervell del conill i els posem a sobre dels portaobjectes. A més, agafem tres mostres dels nervis, un dels quals el nervi òptic, per poder-lo analitzar també al microscopi. Tapem les mostres amb el

cobreobjectes. En aquest cas no fem servir el tint de blau de metilè ja que sense aquest ja podem apreciar les neurones del teixit.



**Figura 101.** Imatge de les mostres del cervell i els nervis del conill. Fotografia: autores

- Finalment observem les mostres amb el microscopi a 4x, 10x i 40x.

## RESULTATS

### MACROSCÒPICA

Podem observar que el cervell del conill és bastant petit, uns 3 cm aproximadament, que està en proporció amb el seu cap i crani que també són bastant petits. A més, podem veure els nervis del conill de color blanc ja que aquests, com ja hem estudiat, estan formats de mielina que és una substància blanca que envolta els axons.



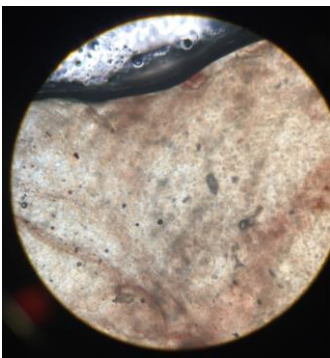
**Figura 102.** Imatge del cervell del conill on es pot apreciar la mida gràcies a la cinta mètrica.  
Fotografia: autores



**Figura 103.** Imatge dels nervis del conill on es pot observar el seu color blanc degut a la mielina. Fotografia: autores

#### MICROSCÒPICA

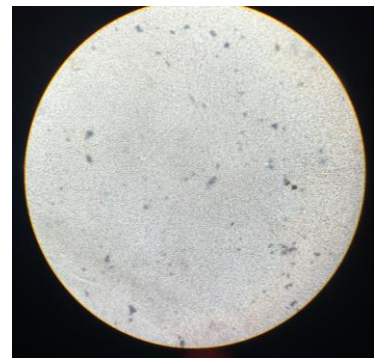
Podem observar amb certa facilitat les neurones del teixit nerviós del cervell del conill sense la necessitat d'utilitzar el blau de metilè. A més podem observar perfectament el nervi, format per axons.



**Figura 104.** Imatge del teixit nerviós del cervell del conill a 4x. Fotografia: autores

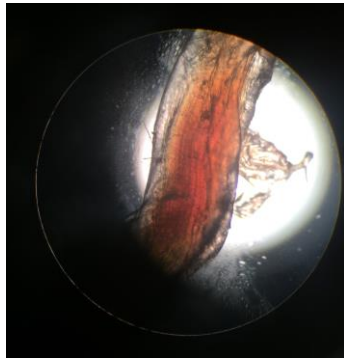


**Figura 105.** Imatge del teixit nerviós del cervell del conill a 10x. Fotografia: autores

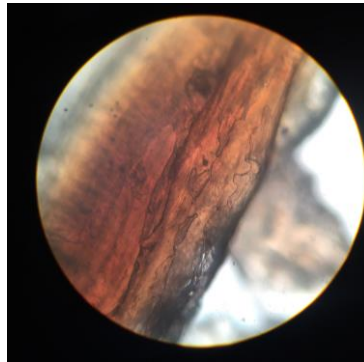


**Figura 106.** Imatge del teixit nerviós del cervell del conill a 40x. Fotografia: autores

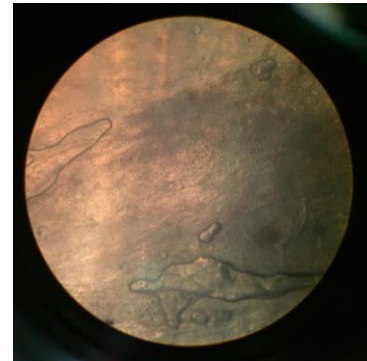




**Figura 107.** Imatge del nervi òptic del conill a 4x.  
Fotografia: autors



**Figura 108.** Imatge del nervi òptic del conill a 10x.  
Fotografia: autors



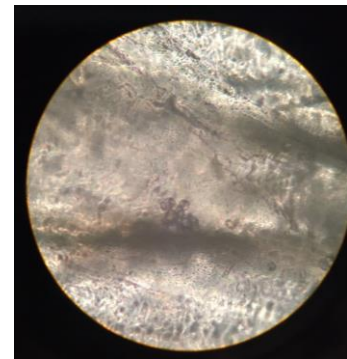
**Figura 109.** Imatge del nervi òptic del conill a 40x.  
Fotografia: autors



**Figura 110.** Imatge d'un nervi del conill a 4x. Fotografia: autors



**Figura 111.** Imatge d'un nervi del conill a 10x.  
Fotografia: autors



**Figura 112.** Imatge d'un nervi del conill a 40x.  
Fotografia: autors

## CONCLUSIONS

### MACROSCÒPICA

Podem observar que el conill és un organisme més complex i presenta l'estructura estudiada de la medul·la, els nervis i el cervell. Podem demostrar que els nervis són blancs a causa de la seva cobertura la mielina, i també podem demostrar que estan units a la medul·la que està unida al cervell. D'aquesta manera podem comprovar les connexions del SN que fan possible la sinapsis.

### MICROSCÒPICA

Podem observar que el cervell i els nervis del conill estan formats per teixit nerviós ja que podem veure amb claredat les neurones que el formen.

## **DISSECCIÓ DEL PORC (*Sus scrofa domestica*)**

### **INTRODUCCIÓ**

DATA	13/09/2017
HORA INICIAL	10:12
HORA FINAL	11:11

**OBJECTIUS** Trobar el SN de l'organisme per tal de poder observar-lo tant microscòpicament com macroscòpicament i poder veure que el SN tendeix a la complexitat en l'arbre evolutiu.

### **MATERIAL**

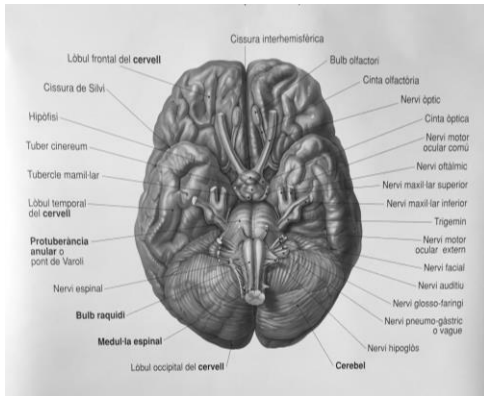
MACROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fotografia de l'anatomia del cervell</li><li>- Fotografia de l'anatomia del cervell per dins</li><li>- Safata de dissecció</li><li>- Bisturí</li><li>- Estisores</li><li>- Pinces</li><li>- Cinta mètrica</li><li>- Guants</li><li>- Cervell de porc</li></ul>
MICROSCÒPICA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bisturí</li><li>- Portaobjectes</li><li>- Cobreobjectes</li><li>- Microscopi</li></ul>

### **METODOLOGIA**

#### MACROSCÒPICA

- Col·loquem el cervell del porc a la safata de dissecció i el comparem amb la fotografia de l'anatomia del cervell.





**Figura 113.**  
Fotografia de  
l'anatomia del  
cervell



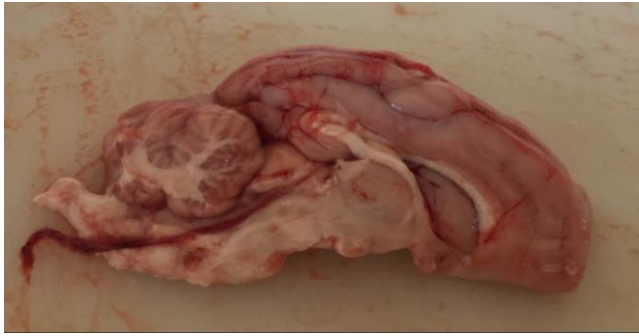
**Figura 114.** Imatge del  
cervell del  
*Sus scrofa domestica*.  
Fotografia: autors

- Mesurem el cervell del porc amb la cinta mètrica.

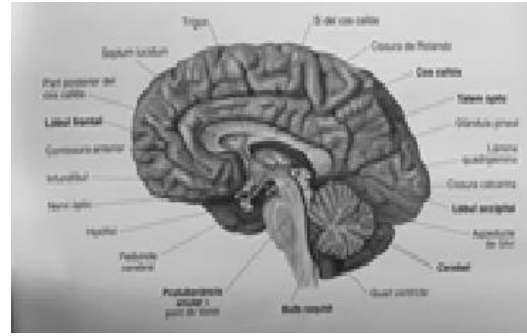


**Figura 115.** Imatge del cervell  
del porc amb una cinta mètrica  
on es pot observar la seva  
mida. Fotografia: autors

- Realitzem un tall vertical amb el bisturí per poder visualitzar el cervell per dins, dividint-lo en dues parts i el comparem amb la fotografia de l'anatomia del cervell.

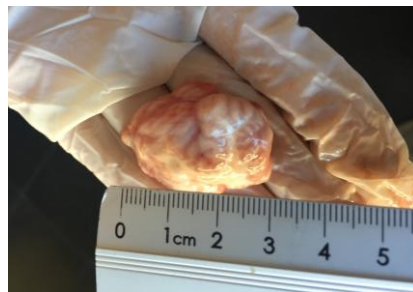


**Figura 116.** Imatge del cervell del porc per dins, després d'un tall horitzontal. Fotografia: autores



**Figura 117.** Fotografia de l'anatomia del cervell humà

- Amb l'ajuda de les estidores i el bisturí separem el cerebel i el mesurem amb la cinta mètrica.



**Figura 118.** Imatge del cerebel del porc amb la cinta mètrica que indica la seva mida. Fotografia: autores

### MICROSCÒPICA

- Amb el bisturí fem uns talls molt prims al cervell i al cerebel del porc. Col·loquem les mostres als portaobjectes i les tapem amb els cobreobjectes.
- Observem les mostres amb el microscopi a 4x, 10x i 40x.

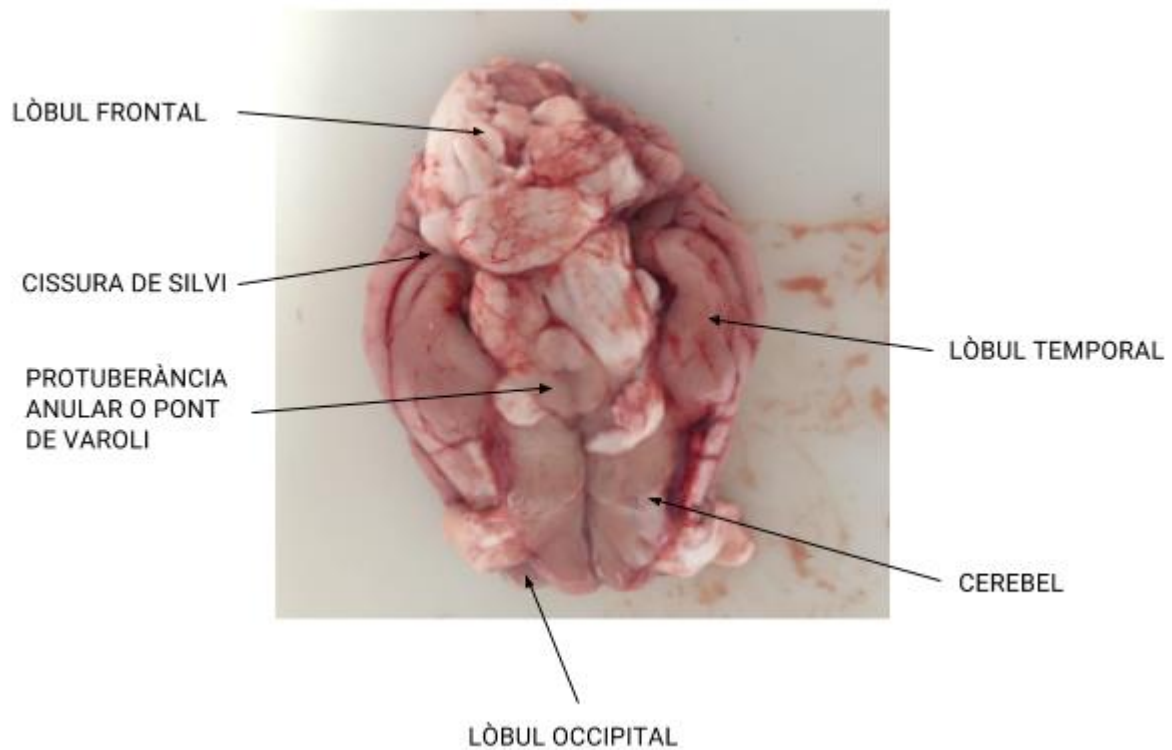


**Figura 119.** Imatge de les mostres del cervell del porc. Fotografia: autores

## RESULTATS

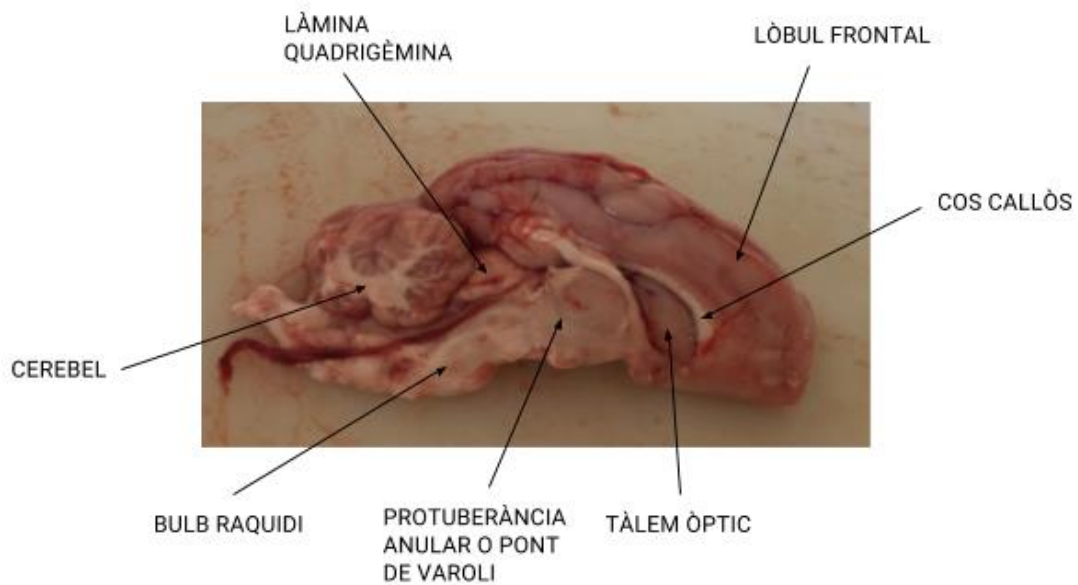
### MACROSCÒPICA

Podem veure que el cervell del porc mesura uns 9cm. Hem pogut diferenciar diferents parts del cervell del porc gràcies a la fotografia de la seva anatomia.



**Figura 120:** esquema de les parts externes del cervell del porc. Fotografia: autors

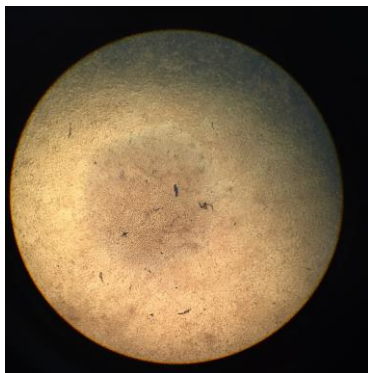
- També, després de realitzar el tall vertical, hem pogut reconèixer diferents estructures del cervell per dins.



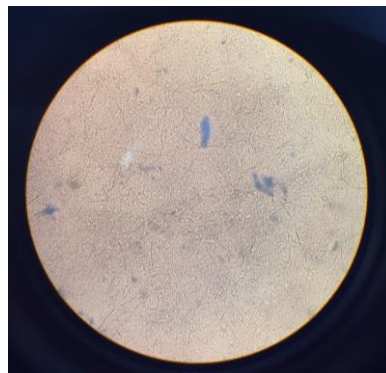
**Figura 121:** esquema de les parts internes del cervell del porc.  
Fotografia: autors

### MICROSCÒPICA

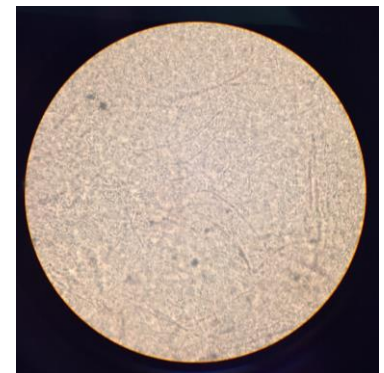
Hem pogut observar les neurones del teixit nerviós del cervell i el teixit nerviós del cerebel a 4x, 10x i 40x.



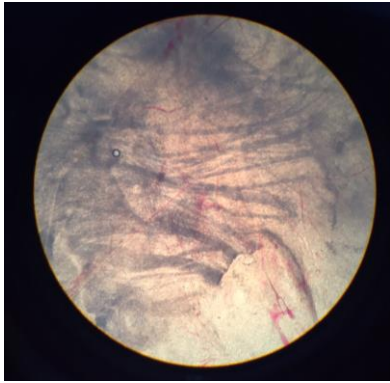
**Figura 122.** Imatge del teixit nerviós del cervell del porc.  
Fotografia: autors



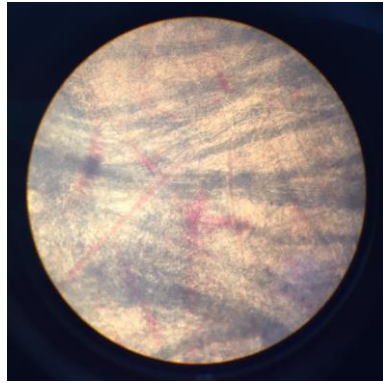
**Figura 123.** Imatge del teixit nerviós del cervell del porc.  
Fotografia: autors



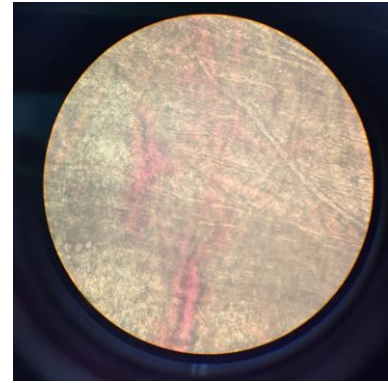
**Figura 124.** Imatge del teixit nerviós del cervell del porc. Fotografia: autors



**Figura 125.** Imatge del teixit nerviós del cerebel a 4x.  
Fotografia: autors



**Figura 126.** Imatge del teixit nerviós del cerebel a 10x.  
Fotografia: autors



**Figura 127.** Imatge del teixit nerviós del cerebel a 40x.  
Fotografia: autors

## CONCLUSIONS

### MACROSCÒPICA

Hem fet servir el cervell del porc perquè és el més semblant al cervell humà. Això ho podem afirmar ja que trobem gran part de les parts del cervell de la fotografia de l'anatomia del cervell humà al cervell de porc disseccionat. Les parts que no hem identificat són bàsicament els nervis i les parts del bulb raquidi ja que, no era una dissecció del porc sencer, sinó que només del cervell. Tot i això, hem estat capaces de trobar moltes de les parts assenyalades més importants.

### MICROSCÒPICA

Podem veure que al teixit nerviós del porc hi ha neurones, tot i que no formen tot el teixit, probablement cèl·lules de la glia. Trobem que al teixit del cerebel s'observen unes línies blanques que podem veure macroscòpicament.

**BLOC III:**  
**CONCLUSIONS**  
**GENERALS**



Demostrar la nostra hipòtesi no ha estat una tasca gens fàcil. Al principi del treball vam formular-nos una pregunta: “el Sistema Nerviós tendeix a la complexitat en l’arbre evolutiu?”. A hores d’ara podem dir que és certa, tot i que no és una veritat absoluta ja que, hi ha algunes parts, com les neurones i els nervis, que han mantingut característiques invariables. La funció i estructura de les neurones és igual en totes les espècies i, si més no, molt similar. El que canvia són les connexions o relacions sinàptiques que són cada vegada més complexes. D’aquesta manera, amb l’evolució dels organismes, augmenta la diferenciació i complexitat alhora d’interpretar estímuls i elaborar respostes. Aquestes connexions, contràriament, formen vies més senzilles, més ràpides i directes. Això demostra que l’evolució no té perquè tendir a la complexitat en tots els aspectes, sinó que canvia per tal de fer les coses més funcionals, adaptant-se al medi natural.

Com ja hem explicat anteriorment (*pàg. 36*), l’evolució és un procés de canvis en les formes de vida. Aquests canvis que es produeixen són especulacions ja que no hi ha una observació directa. Tot i això, si s’estudia l’evolució dels SN tal i com hem fet nosaltres, s’hi poden observar infinites modificacions en l’estructura de cada espècie.

Tal i com se’ns mostra en la taula següent, les espècies han anat desenvolupant el seu cervell al llarg del temps.

SÍPIA

CONILL

PORC

Sistema  
Nerviós /  
Cervell



Mida



**Figura 128.** Taula de mesures.  
Fotografies: autors

Aquest ha estat un treball d'homologia del SN entre diferents organismes, de menys a més complexos. En general, els mamífers i els peixos presenten unes estructures bastant homòlogues. Ambdós grups són vertebrats i per això presenten més similituds entre els seus SN que amb la sípia, un cefalòpode invertebrat.

Podem veure que tot el SN de la sípia mesura només 1,5 cm. Tenint en compte que la sípia és un animal invertebrat que pertany al grup dels mol·luscs, concorda amb la hipòtesi inicial de l'evolució del SN. És un organisme animal dels més antics a l'arbre evolutiu, per tant, el seu SN és molt primitiu.

En el cas de l'orada, encara que no trobéssim el cervell, també en podem extreure conclusions. L'orada és un organisme vertebrat i està més evolucionat que la sípia ja que trobem que té cervell, medul·la i els nervis que connecten tot el cos amb el cervell, una estructura més elaborada. Tot i això, no gaire més ja que el seu cervell és tant petit que ens va ser impossible trobar-lo.

D'altra banda, el cervell del conill és més gran, 3 cm, el doble que tot el SN de la sípia. El conill és un animal molt més complex que la sípia, per tant, també ho és el seu cervell i la resta del SN. Al conill també podem veure l'existència de la medul·la i dels nervis, molt més grans que els de l'orada.

Finalment, sabem que el cervell del porc és el més complex de tots. El porc és un dels animals més evolucionats i més semblants als humans. El seu cervell és comparable



amb l'humà com hem pogut comprovar a la dissecció. A més, encara que nosaltres no ho hàgim pogut veure, el porc també té medul·la i nervis que van per tot l'organisme.

Com hem pogut comprovar, els cervells més evolucionats tenen un major volum cerebral i això implica més complexitat i, alhora, més intel·ligència. En el nostre treball hem comparat quatre cervells de quatre famílies diferents d'animals. La sípia pertany a la família dels cefalòpodes, un dels grups d'animals més antics a l'arbre evolutiu, tal i com hem esmentat anteriorment. Els cefalòpodes no tenen cervell però sí que podem veure que el seu SN és molt petit. Seguidament trobem l'orada, que és un animal aquàtic amb un cervell molt petit en relació al cos. L'orada correspon al grup dels peixos, els animals vertebrats més antics. Finalment, tenim el conill i el porc, dos mamífers que presenten un cervell d'un ampli volum cerebral ja que, són els animals més recents de la història evolutiva.

Normalment relacionem la intel·ligència amb la mida i la complexitat del cervell. Els mamífers (el conill i el porc) tenen l'encèfal més complex, per tant, són més intel·ligents. Però no sempre tenir més volum cerebral significa tenir més avantatges, hi ha algunes espècies que els hi és més avantatjós tenir-lo petit perquè els permet consumir menys oxigen i menys glucosa. Per exemple, les tortugues de les Illes Galápagos poden estar en immersió durant més d'una setmana ja que, com que el seu cervell és molt petit necessiten menys energia i glucosa i, per consegüent, menys oxigen. En canvi, altres animals amb l'encèfal més gran, no aguanten tant temps sota l'aigua. Per exemple, el dofí només pot estar-hi cinc minuts. És a dir, més complex no vol dir millor, i primitiu, no vol dir tenir més desavantatges sinó que les estructures estan més generalitzades.

Les tortugues fa dos-cents milions d'anys que habiten a la Terra, no es poden considerar un fracàs evolutiu, sinó s'haguessin extingit. És més, si la presència d'oxigen a la Terra disminuís, la tortuga podria sortir de l'aigua per viure-hi i, el dofí, no. Així doncs, una espècie inferior tindrà una situació més favorable que altres de més complexes, és a dir, li resultarà més fàcil adaptar-se al medi. L'especialització pot ser un desavantatge en front dels canvis sobtats del medi.

**BLOC IV:**  
**FONTS D'INFORMACIÓ**

## **ABREVIATURES**

SN - Sistema Nerviós

SNC - Sistema Nerviós Central

SNP - Sistema Nerviós Perifèric

LCR - Líquid cefaloraquidi

NT - Neurotransmissor

SNS - Sistema Nerviós Somàtic

SNA - Sistema Nerviós Autònom o Vegetatiu

EM - Esclerosi Múltiple

## **1. WEBGRAFIA**

<http://www.xtec.cat/~rvillanu/nervios/nervios.htm>

<https://www.oercommons.org/authoring/2993-les-c%C3%A8l-lules-nervioses/view>

<https://sites.google.com/site/treballghandinervios/3-les-cel-lules-del-sistema-nervios-guines-son-com-funcionen-tipus>

<https://www.psicoactiva.com/blog/las-celulas-gliales-tipos-funciones/>

<https://es.slideshare.net/mredon6/el-sistema-nervis>

<https://blog.cognifit.com/es/sistema-nervioso-sn/>

<http://www.xtec.cat/ceipalber/ciencia/nervis/neurones.htm>

[http://agrega.educacion.es/repositorio/14062013/46/es\\_2013061412\\_9103939/SistemaNervioso/la\\_glia.html](http://agrega.educacion.es/repositorio/14062013/46/es_2013061412_9103939/SistemaNervioso/la_glia.html)

<http://eluniversodelaneurociencia.blogspot.com.es/2015/06/las-celulas-ependimarias.html>

<http://eluniversodelaneurociencia.blogspot.com.es/2015/01/la-glia.html>

<https://ciencianeural.wordpress.com/tag/celulas-satelite/>

<https://www.lifeder.com/celulas-ependimarias/>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/oligodendrocitos>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/astrocitos>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/microglia>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/tipos-de-neuronas>

<http://neuroanatomia.info/epndimo.html>

<https://www.lifeder.com/celulas-de-schwann/>

<http://funcionde.com/dendritas/>

<http://www.neuroscientificallychallenged.com/glossary/axon/>

<https://rincondemente.wordpress.com/2012/02/20/cuerpo-celular-o-soma/>

<http://apunts.galeon.com/anatomia/cerebel.htm>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/tronco-del-encefalo-funciones>

<http://www.anatolandia.com/2013/10/caracteristicas-partes-funciones-encefalo.html>

<http://conceptodefinicion.de/sinapsis/>

[http://www.ditutor.com/estadistica\\_2/relacion\\_funcional.html](http://www.ditutor.com/estadistica_2/relacion_funcional.html)

<https://definicion.de/sinapsis/>

<https://definicion.de/sinapsis/>

<https://neuropediatra.org/2014/06/04/sinapsis-neuronal/>

<http://salud.ccm.net/faq/12672-axon-definicion>

<http://sistemanerviosohumano.weebly.com/estructura-neuronal.html>

<https://www.lifeder.com/cerebelo/>

<http://conceptodefinicion.de/mesencefalo/>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/mesencefalo>

<http://www.xtec.cat/ceipalber/ciencia/nervis/encefal.htm>

<https://www.lifeder.com/bulbo-raquideo/>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/meninges>

<http://www.anatolandia.com/2013/10/caracteristicas-partes-funciones-encefalo.html>

<http://bibliotecavirtual.diba.cat/documents/10934/5119284/cervell.pdf/33900b33-a81e-481f-9013-dd3d39e51dbe>

<https://psicologiamente.net/tags/cerebro>

<https://www.psicoactiva.com/atlas/diencefalo.htm>

<https://www.cognifit.com/es/cerebro>

[http://www.oupe.es/es/mas-areas-educacion/secundaria/biologia-y-geologia/proyadarvebiologiaygeologiavalencia/Galeria%20documentos/bio3%20eso\\_val\\_mec\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/mas-areas-educacion/secundaria/biologia-y-geologia/proyadarvebiologiaygeologiavalencia/Galeria%20documentos/bio3%20eso_val_mec_interiores.pdf)

<https://psicologiamente.net/neurociencias/medula-espinal>

<http://www.paxala.com/el-sistema-nervioso-periferico/>

<https://www.lifeder.com/sistema-nervioso-periferico/>

<https://blog.cognifit.com/es/sistema-nervioso-sn/>

[http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Sistema\\_nervioso/Sistema\\_nervioso\\_somatico.html](http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Sistema_nervioso/Sistema_nervioso_somatico.html)

<https://psicologiamente.net/neurociencias/sistema-nervioso-periferico>

<http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecanicaii/mecII-lab00.pdf>

<https://psicologiamente.net/neurociencias/sistema-nervioso-parasimpatico>

<https://www.lifeder.com/sistema-nervioso-enterico/>

<http://www.xtec.cat/ceipalber/ciencia/nervis/nervis.htm>

<http://decs.es/anatomia/ganglios-sensoriales/>

<https://neuropediatra.org/2014/06/04/sinapsis-neuronal/>

<http://canalsalut.gencat.cat/ca/detalls/article/epilepsia>

<https://medlineplus.gov/spanish/braintumors.html>

<https://es.healthline.com/health/neuralgia>

[http://canalsalut.gencat.cat/ca/detalls/article/Esclerosi\\_multiple](http://canalsalut.gencat.cat/ca/detalls/article/Esclerosi_multiple)

<http://www.home-remedies-for-you.com/es/remedy/Neuritis.html>

<https://www.michaeljfox.org/understanding-parkinsons/living-with-pd/topic.php?causas>

<http://www.fedesparkinson.org/index.php?r=site/page&id=25&title=Diagn%C3%B3stico&idm=39>

<http://www.webconsultas.com/categoria/salud-al-dia/meningitis>

<http://www.cuidateplus.com/enfermedades/infecciosas/meningitis.html#causas>

<https://www.psicoactiva.com/blog/la-filogenesis-del-sistema-nervioso/>

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/teoria-evolucion-biologica>

<https://tgomez.webs.ull.es/guefam/FAMEvolucionsistemanervioso.htm>

<https://sites.google.com/site/microorganismoszafra/clasificacion-de-los-seres-vivos>

<https://lescienenciasdelanaturadellido.wordpress.com/2009/09/20/0-classificacio-dels-animals-cordats/>

<https://www.anipedia.net/peces/sistema-nervioso-peces/>

<https://sistemanerviosovertebrados.wordpress.com/>

## ENLLAÇOS FOTOGRAFIES

<https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&dcr=0&biw=1366&bih=659&tbm=isch&q=sistema+nervioso&sa=X&ved=0ahUKEwigo6Db-ZDXAhUIKMAKHdTtDY4QhyYIlw#imgrc=BmHB8cjko7ytyM:esquema SN>

[https://www.google.es/search?q=FOTORECEPTORS&client=firefox-b-ab&dcr=0&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjm2sDF\\_ZDXAhUDbxQKHakJA\\_oQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=659#imgrc=piB028JH\\_g7vsM:](https://www.google.es/search?q=FOTORECEPTORS&client=firefox-b-ab&dcr=0&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjm2sDF_ZDXAhUDbxQKHakJA_oQ_AUICigB&biw=1366&bih=659#imgrc=piB028JH_g7vsM:)

<https://www.google.es/search?q=sensory+nerve&client=firefox-b-ab&tbm=isch&tbs=rimg:CbF87piLmlolljgwafDcJFFkrQuMSSmi6Al3355VcRXkmnyRYTksEMO6RmPxA9VlnhTSZPvy8IP8InPF8GDEKIOHiCoSCTBp8NwkUWStEWBrwXxKfsKdKhJJC4xJKaLoCXcRXdLlv3bCOY8qEgnfnVxFeSafBHEiSYU7uOj0CoSCZFhOSwQw7pGEeXJQSikoli 1KhIJY 1ED1WWeFNIRx-L 1o70dxnMqEgk->

[\\_1LyU 1wicxEaKcNbecuKaSoSCcXwYMQog4eIEcfi 16O9HcZz&tbo=u&sa=X&ved=0ahUKEwjiMe3 5DXAhWE1xQKHSjNDLEQ9C8IHw&biw=1366&bih=659&dpr=1#imgdii= L7FqhYvwwTszM:&imgcr=v0FvdvNI48HBvM:](https://www.google.es/search?q=sensory+nerve&client=firefox-b-ab&tbm=isch&tbs=rimg:CbF87piLmlolljgwafDcJFFkrQuMSSmi6Al3355VcRXkmnyRYTksEMO6RmPxA9VlnhTSZPvy8IP8InPF8GDEKIOHiCoSCTBp8NwkUWStEWBrwXxKfsKdKhJJC4xJKaLoCXcRXdLlv3bCOY8qEgnfnVxFeSafBHEiSYU7uOj0CoSCZFhOSwQw7pGEeXJQSikoli 1KhIJY 1ED1WWeFNIRx-L 1o70dxnMqEgk-1LyU 1wicxEaKcNbecuKaSoSCcXwYMQog4eIEcfi 16O9HcZz&tbo=u&sa=X&ved=0ahUKEwjiMe3 5DXAhWE1xQKHSjNDLEQ9C8IHw&biw=1366&bih=659&dpr=1#imgdii= L7FqhYvwwTszM:&imgcr=v0FvdvNI48HBvM:)

[https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&ei=UUDzWbmnLcOoUarxkaAO&q=quimiorreceptores&oq=quimireceptores&gs\\_l=psy-ab.3.0.0i13k1l10.516616.520301.0.522202.15.15.0.0.0.0.133.1821.1j14.15.0...0...1.1.64.psy-](https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&ei=UUDzWbmnLcOoUarxkaAO&q=quimiorreceptores&oq=quimireceptores&gs_l=psy-ab.3.0.0i13k1l10.516616.520301.0.522202.15.15.0.0.0.0.133.1821.1j14.15.0...0...1.1.64.psy-)

[ab..0.15.1813...0j0i67k1j0i5i30k1j0i24k1j0i10i24k1.0.DFY8DZ1r6-E#imgdii=N cl7M8NCa 4uM:&imgcr=wV6peQmmuFfY1M:](https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&ei=UUDzWbmnLcOoUarxkaAO&q=quimiorreceptores&oq=quimireceptores&gs_l=psy-ab.3.0.0i13k1l10.516616.520301.0.522202.15.15.0.0.0.0.133.1821.1j14.15.0...0...1.1.64.psy-ab..0.15.1813...0j0i67k1j0i5i30k1j0i24k1j0i10i24k1.0.DFY8DZ1r6-E#imgdii=N cl7M8NCa 4uM:&imgcr=wV6peQmmuFfY1M:)

[https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&ei=rUPzWeGwKsz1UlzgwLAF&q=thermoreceptors+of+the+skin+&oq=thermoreceptors+of+the+skin+&gs\\_l=psy-ab.3...46548.51235.0.52242.13.13.0.0.0.0.145.1311.9j4.13.0...0...1.1.64.psy-](https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&ei=rUPzWeGwKsz1UlzgwLAF&q=thermoreceptors+of+the+skin+&oq=thermoreceptors+of+the+skin+&gs_l=psy-ab.3...46548.51235.0.52242.13.13.0.0.0.0.145.1311.9j4.13.0...0...1.1.64.psy-)

[ab..0.2.278...0i19k1j0i30i19k1j0i5i30i19k1j0i13i30k1j0i8i13i30k1.0.GdP I9Gbg5Y#imgcr=Ghy7ZSn4FHmd-M:](https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&ei=rUPzWeGwKsz1UlzgwLAF&q=thermoreceptors+of+the+skin+&oq=thermoreceptors+of+the+skin+&gs_l=psy-ab.3...46548.51235.0.52242.13.13.0.0.0.0.145.1311.9j4.13.0...0...1.1.64.psy-ab..0.2.278...0i19k1j0i30i19k1j0i5i30i19k1j0i13i30k1j0i8i13i30k1.0.GdP I9Gbg5Y#imgcr=Ghy7ZSn4FHmd-M:)

<http://www.aula2005.com/html/cn3eso/12efectores/12efectors.htm>  
<http://www.aula2005.com/html/cn3eso/12efectores/12efectors.htm>

foto disseccio del conill

<http://yourbrainhealth.com.au/stem-cells-can-help-repair-brain/>

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Neurona>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Neuron>

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=Zo z8WbqWCNCogAbA5JCABQ&q=neuronas+sensitives&oq=neuronas+sensitives&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=Zo z8WbqWCNCogAbA5JCABQ&q=neuronas+sensitives&oq=neuronas+sensitives&gs_l=psy-)

[ab.3..0i24k1.7170.11693.0.12002.21.20.1.0.0.0.116.1685.17j3.20.0...0...1.1.64.psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=Zo z8WbqWCNCogAbA5JCABQ&q=neuronas+sensitives&oq=neuronas+sensitives&gs_l=psy-ab.3..0i24k1.7170.11693.0.12002.21.20.1.0.0.0.116.1685.17j3.20.0...0...1.1.64.psy-)

[ab..0.21.1685...0j0i67k1j0i10i19k1j0i19k1j0i30i19k1j0i5i30i19k1j0i10i30k1j0i30k1j0i5i10i30k1j0i5i30k1j0i8i10i30k1j0i8i30k1.0.039pRztYCes#imgdii=SPr1JtgSaoUOSM:&imgcr=uwHazO zixsEJM:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=Zo z8WbqWCNCogAbA5JCABQ&q=neuronas+sensitives&oq=neuronas+sensitives&gs_l=psy-ab..0.21.1685...0j0i67k1j0i10i19k1j0i19k1j0i30i19k1j0i5i30i19k1j0i10i30k1j0i30k1j0i5i10i30k1j0i5i30k1j0i8i10i30k1j0i8i30k1.0.039pRztYCes#imgdii=SPr1JtgSaoUOSM:&imgcr=uwHazO zixsEJM:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=lv 8Wfr3N4iDgAbJirroCA&q=neuronas+motores&oq=neuronas+motores&gs\\_l](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=lv 8Wfr3N4iDgAbJirroCA&q=neuronas+motores&oq=neuronas+motores&gs_l)

=psy-

[ab.3.0i24k1.22359.23663.0.23813.7.7.0.0.0.0.96.567.7.7.0....0...1.1.64.psy-ab..0.7.567...0j0i30k1j0i8i10i30k1j0i8i30k1.0.iucn0MnvQis#imgdii=xHHj6SW9X89c6M:&imgrc=-xzeoi38jwmGSM:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=0oz8WdzJL6WKgAby74voDw&q=interneuronas&oq=interneuronas&gs_l=psy-ab.3.0i30k1l5i0i5i30k1l3i0i24k1.2078.2378.0.2548.4.4.0.0.0.115.362.3j1.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.4.362...0i10i19k1.0.2hzgMszG88#imgrc=RcE-dYJfjV51tM:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=0oz8WdzJL6WKgAby74voDw&q=interneuronas&oq=interneuronas&gs\\_l=psy-ab.3.0i30k1l5i0i5i30k1l3i0i24k1.2078.2378.0.2548.4.4.0.0.0.115.362.3j1.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.4.362...0i10i19k1.0.2hzgMszG88#imgrc=RcE-dYJfjV51tM:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=co78WfSRHIHTgAa0w4LgCw&q=neurona+presinaptica+y+postsinaptica&oq=neurona+presinaptica+y&gs_l=psy-ab.3.0i30k1j0i5i30k1.9446.14053.0.16060.2.2.0.0.0.88.169.2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..0.2.169...0.bGIMRo0eDPE#imgrc=BvrrpjhbRJJFM:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=co78WfSRHIHTgAa0w4LgCw&q=neurona+presinaptica+y+postsinaptica&oq=neurona+presinaptica+y&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=g478WdGhGYrMgAbprquYAg&q=neurona+aferentes+y+eferentes&oq=neurona+aferentes+y&gs_l=psy-ab.3.0i30k1j0i5i30k1.9446.14053.0.16060.2.2.0.0.0.88.169.2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..0.2.169...0.bGIMRo0eDPE#imgrc=BvrrpjhbRJJFM:)

[ab.3.0i30k1j0i5i30k1.9446.14053.0.16060.2.2.0.0.0.88.169.2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..0.2.169...0.bGIMRo0eDPE#imgrc=BvrrpjhbRJJFM:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=g478WdGhGYrMgAbprquYAg&q=neurona+aferentes+y+eferentes&oq=neurona+aferentes+y&gs_l=psy-ab.3.0i30k1l2.242126.243867.0.245522.10.10.0.0.0.129.886.8j2.10.0....0...1.1.64.psy-ab..0.10.886...0i19k1j0i30i19k1j0i8i30k1.0.2Qf5P0dUH8#imgrc=J6_gam4rTzXn2M:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=g478WdGhGYrMgAbprquYAg&q=neurona+aferentes+y+eferentes&oq=neurona+aferentes+y&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=sJP8Wfb3PMWTgAaYqbCAAw&q=neurona+moduladora&oq=neurona+moduladora&gs_l=psy-ab.3.0i30k1.171539.173013.0.174271.4.4.0.0.0.97.330.4.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.4.330...0j0i10i30k1j0i19k1j0i30i19k1j0i10i30i19k1.0.8rkCyzZuFeo#imgrc=q-oKJWQcrflpKM:)

[ab.3.0i30k1l2.242126.243867.0.245522.10.10.0.0.0.129.886.8j2.10.0....0...1.1.64.psy-ab..0.10.886...0i19k1j0i30i19k1j0i8i30k1.0.2Qf5P0dUH8#imgrc=J6\\_gam4rTzXn2M:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-ab..0.5.439...0j0i67k1j0i30i19k1j0i8i30i19k1.0.uX0LAbR5iS4#imgrc=aFMDep78j_h7LM:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=sJP8Wfb3PMWTgAaYqbCAAw&q=neurona+moduladora&oq=neurona+moduladora&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-ab..0.4.330...0j0i10i30k1j0i19k1j0i30i19k1j0i10i30i19k1.0.8rkCyzZuFeo#imgrc=q-oKJWQcrflpKM:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i30k1.171539.173013.0.174271.4.4.0.0.0.97.330.4.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.4.330...0j0i10i30k1j0i19k1j0i30i19k1j0i10i30i19k1.0.8rkCyzZuFeo#imgrc=q-oKJWQcrflpKM:)

[ab.3.0i30k1.171539.173013.0.174271.4.4.0.0.0.97.330.4.4.0....0...1.1.64.psy-ab..0.4.330...0j0i10i30k1j0i19k1j0i30i19k1j0i10i30i19k1.0.8rkCyzZuFeo#imgrc=q-oKJWQcrflpKM:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-ab..0.5.439...0j0i67k1j0i30i19k1j0i8i30i19k1.0.uX0LAbR5iS4#imgrc=aFMDep78j_h7LM:)

[https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-ab..0.5.439...0j0i67k1j0i30i19k1j0i8i30i19k1.0.uX0LAbR5iS4#imgrc=aFMDep78j_h7LM:)

[ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-ab..0.5.439...0j0i67k1j0i30i19k1j0i8i30i19k1.0.uX0LAbR5iS4#imgrc=aFMDep78j_h7LM:)

[ab..0.5.439...0j0i67k1j0i30i19k1j0i8i30i19k1.0.uX0LAbR5iS4#imgrc=aFMDep78j\\_h7LM:](https://www.google.es/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=X5T8WYSFMoiZgAbI7ITYBg&q=neurona+serotoninergicas&oq=neurona+serotoninergicas&gs_l=psy-ab.3.0i19k1.308760.309572.0.311110.5.5.0.0.0.115.439.4j1.5.0....0...1.1.64.psy-ab..0.5.439...0j0i67k1j0i30i19k1j0i8i30i19k1.0.uX0LAbR5iS4#imgrc=aFMDep78j_h7LM:)

[https://www.google.es/search?q=dendritas&rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz6raopcjXAhWE66QKHZP7BB](https://www.google.es/search?q=dendritas&rlz=1C1CAFB_enES680ES680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz6raopcjXAhWE66QKHZP7BB)

[https://www.google.es/search?q=dendritas&rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz6raopcjXAhWE66QKHZP7BB](https://www.google.es/search?q=dendritas&rlz=1C1CAFB_enES680ES680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz6raopcjXAhWE66QKHZP7BB)

[https://www.google.es/search?q=dendritas&rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz6raopcjXAhWE66QKHZP7BB](https://www.google.es/search?q=dendritas&rlz=1C1CAFB_enES680ES680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz6raopcjXAhWE66QKHZP7BB)





## ESQUEMA DEL SNC

[https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=YkgQWpqzBNDWkwXslqTACg&q=telencefalo&oq=telencefalo&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=YkgQWpqzBNDWkwXslqTACg&q=telencefalo&oq=telencefalo&gs_l=psy-)

<ab.3..0i67k1j0j0i30k1l8.775383.779137.0.779448.15.14.1.0.0.0.471.2201.0j5j2j1j1.9.0....0...1.1.64.psy->

[ab..5.8.1835...0i13k1j0i13i30k1.0.OPGgNZ\\_kG4U#imgrc=D9KaopENhXyAAM](ab..5.8.1835...0i13k1j0i13i30k1.0.OPGgNZ_kG4U#imgrc=D9KaopENhXyAAM)

:

[https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=00YQWoKRL8uP0gWsy5KICA&q=meninges&oq=meninges&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=00YQWoKRL8uP0gWsy5KICA&q=meninges&oq=meninges&gs_l=psy-)

<ab.3..0l2j0i30k1l8.239490.241202.0.241412.8.8.0.0.0.0.217.814.0j4j1.5.0....0...1.1.64.psy->

<ab..3.5.811...0i67k1j0i10k1.0.5rFHNo0MUY#imgrc=MgLteqHdSfk2XM>:

cervell del porc

cervell del porc inferior

cervell del porc per dins

esquema del cervell

[https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=YkgQWpqzBNDWkwXslqTACg&q=telencefalo&oq=telencefalo&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=YkgQWpqzBNDWkwXslqTACg&q=telencefalo&oq=telencefalo&gs_l=psy-)

<ab.3..0i67k1j0j0i30k1l8.775383.779137.0.779448.15.14.1.0.0.0.471.2201.0j5j2j1j1.9.0....0...1.1.64.psy->

[ab..5.8.1835...0i13k1j0i13i30k1.0.OPGgNZ\\_kG4U#imgdii=V-vxNx3i36xlkM:&imgrc=D9KaopENhXyAAM](ab..5.8.1835...0i13k1j0i13i30k1.0.OPGgNZ_kG4U#imgdii=V-vxNx3i36xlkM:&imgrc=D9KaopENhXyAAM):

[https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=pUwQWq3RLsbGwQKxq7zlBw&q=talamo+e+hipotalamo&oq=talamo+e+&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=pUwQWq3RLsbGwQKxq7zlBw&q=talamo+e+hipotalamo&oq=talamo+e+&gs_l=psy-)

<ab.3.0.0i19k1j0i30i19k1l4j0i5i30i19k1l3j0i8i30i19k1l2.12501.15183.0.16440.9.9.0.0.0.0.249.1462.0j3j4.7.0....0...1.1.64.psy->

[ab..2.7.1459...0j0i67k1j0i30k1.0.ZmEP2cPn994#imgrc=i3aB4Ft\\_DDRc3M](ab..2.7.1459...0j0i67k1j0i30k1.0.ZmEP2cPn994#imgrc=i3aB4Ft_DDRc3M):

cerebel porc

[https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=t0wQWu-fBsjTwAKUxlbwBQ&q=tronco+encef%C3%A1lico&oq=tronco+en&gs\\_l=psy-](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=t0wQWu-fBsjTwAKUxlbwBQ&q=tronco+encef%C3%A1lico&oq=tronco+en&gs_l=psy-)

<ab.3.0.0j0i30k1l9.437801.439579.0.441458.9.9.0.0.0.0.269.1202.1j3j3.7.0....0...1.1.64.psy->

<ab..2.7.1199...0i67k1.0.tH9kaOJ3XbE#imgrc=kia7u5mAG1GqTM>:

[https://www.google.es/search?q=MEDULA&rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi0plyRprXAhWqKcAKHTVsBOg](https://www.google.es/search?q=MEDULA&rlz=1C1CAFB_enES680ES680&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi0plyRprXAhWqKcAKHTVsBOg)

[Q AUIcigB&biw=1280&bih=694#imgrc=zYyndbm9-SErZM:](#)

[esquema snp](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=MEoRWtDqOsSkUY_BheAG&q=sistema+nervioso+periferico&oq=sistema&gs_l=psy-ab.3.3.0j0i67k1l6j0l3.682905.684218.0.687590.7.7.0.0.0.0.153.689.5j2.7.0...0...1.1.64.psy-ab..0.7.688....0.5qJWQsgfkik#imgrc=NZydlgz4KUOMBM:</a></p></div><div data-bbox=)

[\[<https://es.slideshare.net/leosarapura/sistema-nervioso-autonomo-dra-bustos>\]\(https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=DVERWvrHC8b7UoHNtRg&q=sistema+nervioso+simpatico&oq=sistema+nervioso+sim&gs\_l=psy-ab.3.0.0l2j0i30k1l8.19591.20038.0.21116.3.3.0.0.0.0.121.328.1j2.3.0....0...1.1.64.psy-ab..0.3.326...0i67k1.0.be9C2wdc5hA#imgrc=UYR8Fi\_Q17rU-M:</a></p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=WE8RWteOE8bWUeaRtYAE&q=sistema+nervioso+autonomo&oq=sistema+nervioso+a&gs_l=psy-ab.3.0.0j0i30k1l9.433589.434247.0.435814.3.3.0.0.0.0.119.303.1j2.3.0....0...1.1.64.psy-ab..0.3.301...0i67k1.0.5oxjpPMavLY#imgrc=2fVUSrLDSfv3iM:</a></p></div><div data-bbox=)

[\[\\[ab..1.6.694....0.rhRtKnAc22U#imgdii=bVdgJGks0A21UM:&imgrc=JHb5TGnpP7SKZM:\\]\\(https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=VlQRWoiIM8jfU5HfgZgK&q=nervios+espinales&oq=nervios+es&gs\\_l=psy-ab.3.0.0j0i30k1l3j0i5i30k1j0i30k1l5.290299.290740.0.292422.3.3.0.0.0.0.99.186.2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..1.2.184....0.UAF\\_E7sJrZQ#imgdii=Yl1xpmKTttDEaM:&imgrc=e0rvUzThUF\\_j\\)\]\(https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=l1ERWsCdJ4SvU5LiucgP&q=nervios&oq=nervios&gs\_l=psy-ab.3..0l3j0i67k1j0l6.510003.511351.0.512058.7.7.0.0.0.0.150.697.2j4.6.0....0...1.1.64.psy-</a></p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=8U4RWuatJMXzUtXKs_gP&q=sistema+nervioso+enterico&oq=sistema+nervioso+en&gs_l=psy-ab.3.0.0j0i30k1l9.92925.97797.0.99140.11.11.0.0.0.0.396.1470.5j3j1j1.10.0...0...1.1.64.psy-ab..1.10.1466...0i67k1.0.RAGbO17T_w#imgdii=vy89-rNyl8WnYM:&imgrc=1SfESxYsnvOYsM:</a></p></div><div data-bbox=)

<https://www.lifeder.com/sistema-nervioso-periferico/>  
[https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB\\_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=VlQRWoiIM8jfU5HfgZgK&q=nervios+espinales&oq=nervios+es&gs\\_l=psy-ab.3.0.0j0i30k1l3j0i5i30k1j0i30k1l5.290299.290740.0.292422.3.3.0.0.0.0.99.186.2.2.0....0...1.1.64.psy-](https://www.google.es/search?rlz=1C1CAFB_enES680ES680&biw=1280&bih=694&tbm=isch&sa=1&ei=VlQRWoiIM8jfU5HfgZgK&q=nervios+espinales&oq=nervios+es&gs_l=psy-ab.3.0.0j0i30k1l3j0i5i30k1j0i30k1l5.290299.290740.0.292422.3.3.0.0.0.0.99.186.2.2.0....0...1.1.64.psy-ab..1.2.184....0.UAF_E7sJrZQ#imgdii=Yl1xpmKTttDEaM:&imgrc=e0rvUzThUF_j)

j

[https://www.google.es/search?q=sistema+nervios+invertebrats&safe=strict&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifja6Hi87XAhVDnRQKH5DQAQ\\_AUICigB&biw=1024&bih=653#imgrc=tv4I91nwdGGSgM](https://www.google.es/search?q=sistema+nervios+invertebrats&safe=strict&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifja6Hi87XAhVDnRQKH5DQAQ_AUICigB&biw=1024&bih=653#imgrc=tv4I91nwdGGSgM)

[https://www.google.es/search?q=sistema+nervioso+vertebrados&safe=strict&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwui1a-Yis7XAhVD1RQKHTu1Bc0Q\\_AUICigB&biw=1024&bih=653#imgrc=NgCO0uTlGadEkM](https://www.google.es/search?q=sistema+nervioso+vertebrados&safe=strict&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwui1a-Yis7XAhVD1RQKHTu1Bc0Q_AUICigB&biw=1024&bih=653#imgrc=NgCO0uTlGadEkM):

## **2. BIBLIOGRAFIA**

Harvey B. Sarnat, Martin G. Netsky. *EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO*. H. Blumes Ediciones.

Peter N. R. Usherwood. *SISTEMAS NERVIOSOS*. Ediciones Omega, S.A. - Casanova, 220 - Barcelona - 36.

F. Villeneuve, Ch. Désiré (traduit per Juan Caldés Casals). *ZOOLOGIA - LAS CIENCIAS NATURALES*. Montaner Ediciones, S.A. Editores Barcelona.

El llibre de biologia per a segon de Batxillerat. *BIOLOGIA*. Grup Promotor Santillana.