

# RITA, LA NEURONA

La que té més marxa de tot Barcelona



Autor: Andrés Medrano  
Il·lustració: Sònika

# RITA, LA NEURONA

La que té més marxa de tot Barcelona

Conèixer  
Barcelona



Ajuntament de Barcelona

**Edita: Ajuntament de Barcelona**

**Consell d'Edicions i Publicacions  
de l'Ajuntament de Barcelona**

Carles Martí, Enric Casas, Alfredo Jorge Juan,  
Jordi Martí, Joan Conde, Glòria Figuerola,  
Víctor Gimeno, Màrius Rubert, Joan A. Dalmau,  
Carme Gibert, José Pérez Freijo.

**Comissionat de l'Alcaldia per a la Promoció  
i la Difusió de la Cultura Científica, ICUB**  
Vladimir De Semir

**Director de Comunicació i Qualitat**  
Enric Casas

**Cap del Departament d'Imatge  
i Producció Editorial**  
José Pérez Freijo

**Directora de Promoció de Cultura Científica,  
ICUB**  
Gemma Revuelta

**Assessors de la publicació:**

**Cap del programa de Coneixement de la  
Ciutat, Institut Municipal d'Educació de  
Barcelona**

Esteve Barandica

**Servei de Promoció Educativa, Institut  
Municipal d'Educació de Barcelona**

Maria Molins

**Investigadora del Centre de Regulació  
Genòmica**

Mara Dierssen

**Cap Editorial**

Marta Passola

**Coordinació Editorial**

Bibiana Bonmatí

**Disseny gràfic i maquetació**

Beatriz González

**Edició i impressió**

Departament d'Imatge i Producció Editorial  
Municipal

**Amb la col·laboració de:**

Departament d'Innovació Universitats i Empresa,  
Comissionat per a Universitats i Recerca  
(Generalitat de Catalunya)

Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales

**En el marc de:**

Barcelona Ciència 2007

© **de l'edició:** Institut de Cultura de Barcelona,  
Ajuntament de Barcelona

© **del text:** Andrés Medrano

© **de la il·lustració:** Sònika

ISBN: 978-84-9850-011-0

D.L. B-16.838-2007

imprès en paper ecològic

Ajuntament  de Barcelona

Passeig de la Zona Franca, 60

08038 Barcelona

tel. 93 402 31 31

[www.bcn.cat/publicacions](http://www.bcn.cat/publicacions)

## Un viatge a l'interior del cervell

L'any 2007 celebrem a Barcelona el programa de difusió cultural Barcelona Ciència 2007. Per això, al llarg de l'any hi ha programat un munt d'activitats amb les quals volem acostar la ciència a tothom, però molt especialment a les persones més joves.

Aquest programa cultural va arrencar el dia del centenari de la concessió del premi Nobel a Santiago Ramón y Cajal, el guardó més prestigiós que pot rebre un científic, per la seva teoria de les neurones. Rita, la neurona és un homenatge a aquest científic.

Però és també un homenatge a la ciutat, perquè Cajal va viure a Barcelona entre els anys 1887 i 1892 i és aquí on va desenvolupar la seva teoria. Ho va poder fer perquè la ciutat tenia "ambient". Hi havia científics —metges sobretot— que investigaven, xerraven i es trobaven. Avui també és així, i en tots els camps de la ciència. I és important que això s'escampi, perquè molts joves s'hi interessin i siguin, en el futur, científics, descobridors o simplement ciutadans immersos en el gran procés innovador del segle XXI, un segle en el qual la ciència té molta influència i en tindrà cada vegada més.

D'altra banda, des de fa quatre anys se celebra a Barcelona la Setmana Mundial del Cervell, durant la qual s'organitzen activitats arreu de la ciutat. L'objectiu és parlar sobre com s'investiga el cervell, quins descobriments s'estan fent i quines són les malalties més comunes (des de les addiccions fins a les demències, passant per tot el ventall de les malalties degeneratives). A les escoles, el personal que treballa als diferents centres d'investigació de la ciutat —que són molts— fa xerrades per explicar els secrets del cervell.

L'any 2005, tot recordant la visita d'Einstein a Barcelona i amb motiu de l'Any Mundial de la Física, l'Ajuntament va publicar el conte Take, el fotó. ¿Us en recordeu? Explicava el món de les partícules subatòmiques, és a dir, de la matèria. De la mateixa manera, el conte Rita, la neurona recorda l'estada de Santiago Ramón y Cajal a la ciutat i ens explica alguns dels secrets del cervell humà.

El cervell és encara un gran desconegut, però tenim la confiança que en els propers anys desvetllarem els seus misteris, gràcies al treball dels futurs científics i científiques que sortiran d'entre vosaltres.

Jordi Hereu. L'Alcalde de Barcelona

7

Dins del cap

11

Una neurona amb ritme

17

El primer missatge

25

Descobrim Ramón y Cajal

31

Cultiu de neurones a Barcelona

39

La Rita, de concert

45

La memòria i el “rap”

53

Les emocions també són al cervell

59

Festa per a la Rita!

65

Qui és qui?

# Dins del cap



Tenir una idea. Això és el començament de tot. Va caldre una idea per inventar coses tan importants com la roda o el pa amb tomàquet. Abans de trucar a un amic, d'escriure una carta o de llegir un llibre, hem de pensar a fer-ho. Primer ens fa falta imaginar, pensar, veure el que no hi és, per després fer-ho realitat.

La part del nostre cos que ens permet tenir les idees, el que ens fa humans, és el **cervell**. A més, ell és el responsable que decidim si volem portar les idees a terme o no.

El cervell està connectat a la resta del cos i en rep totes les dades. Algunes són prou importants i llavors les emmagatzema a la **memòria**. Altres vegades la informació ens impulsa a actuar. Per exemple: si del peu arriba un senyal de dolor, el nostre cervell posa en marxa totes les habilitats i parts del cos perquè ens traquem una pedreta de la sabata.

Potser has sentit també alguna vegada que el cervell és com un gran ordinador, doncs no en facis cas: és molt més que un ordinador! Els ordinadors no poden crear nous circuits, canviar les connexions dels cables, prescindir dels xips que no són útils i adaptar-se al món. El nostre cervell, en canvi, sí que pot. És una eina increïble que ens permet adaptar-nos al nostre entorn, conèixer el que ens envolta i modificar-ho si convé.

Tot això ho sabem gràcies als científics. Gent com tu o com jo, però que dediquen bona part dels seus cervells a intentar esbrinar com funciona el món que ens envolta. Els científics descobreixen moltes coses noves cada dia, però encara queda molta feina per fer. Un d'aquests grans cervells va ser el de Santiago Ramón y Cajal, el qual va aconseguir, després de molts estudis,

esbrinar què fa que el cervell funcioni. Ell va ser el descobridor de les neurones i a més a més, aquest descobriment el va fer a Barcelona!

Les neurones són nervioses, mai no estan tranquil·les i sempre, sempre, parlen, no callen mai. Però el nostre cervell és així, com més missatges i més contactes tinguin les nostres neurones més bé funciona i així podem pensar, recordar, somiar, entendre, imaginar, sentir... I un munt de coses més. La Rita és una d'aquestes neurones i aquesta és la seva història.

# Una neurona amb ritme

Voldria anar-me'n a algun altre lloc, però no em puc moure. Tinc enveja d'altres cèl·lules, com per exemple, els glòbuls blancs, els quals poden viatjar per tot el cos, i no paren. Entren i surten, viuen aventures, lluiten contra els microbis... En canvi, jo sempre m'estic al mateix lloc i a sobre ni tan sols entenc del tot el que faig. Sóc una **neurona**.

– Has de ser pacient i fer bé la teva feina. Les neurones no ens dediquem a viatjar.

Això és el que sempre em diu l'Eduard, quin pal de tio! És el meu germà i fa ràbia de tan ben educat que és. L'altre dia em va tornar a recordar:

– Som un equip, hem de treballar plegats —insisteix l'Eduard, sempre donant lliçons—. Més de 65.000 neurones com tu i com jo tenim la missió de fer arribar els sons que arriben a l'orella cap a l'interior del cervell. Allà, altres equips de neurones treballen per interpretar el que vol dir cada cosa.

L'Eduard és bon noi, però també molt pesat. D'acord, hem de fer la nostra feina. Dintre del cos cada mena de cèl·lula té una missió diferent. Una cèl·lula del múscul ha d'estar sempre preparada per si cal encongir-se o estirar-se. Altres cèl·lules tenen feines ben mogudes, com ara els glòbuls vermells de la sang, que es passen el dia amunt i avall per tot el cos portant oxigen.

Nosaltres, les neurones, acostumem a tenir feines una mica més interessants. Ens comuniquem contínuament les unes amb les altres, però tot i això, a mi el que m'agrada és la música, i el que realment vull fer és ser cantant de "rap". He dedicat aquesta cançó a l'Eduard:

♪♪ Pam-Pum-Patum  
Ei, tio, que fas aquí,  
amb aquestes ulleres  
fas cara d'adormit  
Patum-Pum-Pam  
Busco una sortida, busco rebel·lió,  
estic cansada de la mateixa cançó  
Pam-Pum-Patum ♪♪

Ui! Perdoneu que encara no m'hagi presentat. És que em començo a enrotllar i perdo el fil. Em dic Rita, tinc catorze anys i uns pocs mesos i sóc una neuro-  
na de l'oïda.

Les meves amigues no m'entenen, almenys la majoria. La Sílvia sí que és una bona amiga, és una cèl·lula glial. Aquestes cèl·lules i les neurones tenim una relació molt estreta. Mai se separa del meu costat. Avui no podia més i li he dit:

– Escolta Sílvia, sempre m'estan dient el que he de fer i ja n'estic cansada. Tinc més de catorze anys i encara no he fet res important. Jo em vull dedicar a cantar, a cantar i a ser feliç.

– Segur que ho podràs fer, endavant Rita! —m'ha dit la Sílvia—, no deixis d'intentar cada dia aprendre nous ritmes i cançons. Encara que, com a neuro-  
na, has de fer la teva feina i transmetre els missatges, sempre hi haurà temps per fer el que t'agrada. Saps que pots comptar amb mi i amb totes les altres cèl·lules.



– No ho sé. Crec que les altres cèl·lules no m’entenen. A més, sempre hi ha molta feina —li he contestat.

I és veritat. Nosaltres, les neurones, tenim moltes coses a fer. Ens enviem missatges contínuament les unes a les altres. Són com una mena de SMS, però, en lloc de lletres ens passem substàncies químiques que es diuen **neurotransmissors**. Jo els passo a la meva veïna i ella, quan les rep, passa el senyal a la seva, i així fem cadena fins fer arribar el missatge allà on calgui.

Per poder fer aquesta feina, les neurones tenim una forma especial. Per rebre els missatges tenim moltes entrades en forma de petites branquetes que s’anomenen **dendrites**. En podem tenir milers. Per les dendrites ens arriba la informació. A continuació, hem de passar el missatge i això ho fem a través d’una part allargada que es diu **axó**. L’axó és per on enviem el missatge a la neurona següent per mitjà d’impulsos elèctrics.

– Però no totes les neurones sou iguals —m’explica la Silvia—, la forma que teniu depèn molt de la feina que calgui fer. Com a exemple tens les neurones que s’encarreguen d’enviar les ordres de moviment als músculs. Viuen a la columna vertebral i els seus axons han d’arribar a totes les parts del cos. Les que arriben fins al peu tenen un axó de més d’un metre de llarg! Això és bestial per a una cèl·lula. Imagina que si aquesta neurona fos com una pilota de ping-pong, el seu axó hauria d’ésser tan llarg com quatre camps de futbol!

La majoria de les neurones viu al cervell. Sou més o menys cent mil milions. Però el que realment importa no és quantes neurones hi ha, si no les connexions que feu entre vosaltres. És com una ciutat, el més impor-

tant no és la quantitat de persones que hi viuen, sinó les connexions que tenen entre elles: si es fan trucades, s'envien missatges, parlen, es troben, si van a treballar, a col·legi o a comprar. Totes aquestes comunicacions són les que de veritat fan que la ciutat funcioni. Doncs al cervell li passa el mateix: el que li cal per poder pensar, recordar, imaginar... és que parleu entre vosaltres.

– Vaja! —li contesto— doncs, no et preocupis, perquè si hi ha una cosa que m'agrada és enviar i rebre missatges sense parar.

# El primer missatge



♪♪ Bum pap, pap burum!  
Visc a la Clara, a dintre del seu cap  
era molt petita i ara s'ha fet gran.  
Viu a Barcelona, quina gran ciutat,  
i ara us ho canto a ritme de "rap".  
♪♪ Bum pap, pap burum!

– Rita, vols deixar de donar la llauna amb els teus "raps"! —diu l'Eduard amb mala cara.

– Molt bé, ja callo, però podries ser una mica més comprensiu —li he hagut de contestar.

L'Eduard no té gaire bona oïda per a la música. Quan jo començo a cantar, a ell li és impossible seguir el ritme. Sembla mentida que siguem germans. Sí, i a més a més vàrem néixer junts. Això va ser fa molt de temps, quan la Clara encara era una minúscula boleta a dintre de la seva mare.

Totes les cèl·lules naixem quan una altra cèl·lula es divideix en dos. La nostra cèl·lula mare no era una neurona. Fins llavors, tant ella com totes les cèl·lules anteriors a ella només havien fet que dividir-se una vegada i una altra. Això havia causat que la Clara passés d'una sola cèl·lula a ésser una petita bola formada per desenes de milers de cèl·lules, totes molt semblants.

Arriba un moment que cal que es comencin a formar les parts del cos. Hi ha cèl·lules que passen a formar l'os, el múscul, la pell, i a nosaltres ens va

tocar ser neurones. Una cèl·lula agafa una feina o una altra depenent de la seva posició. Això és necessari perquè tot acabi posant-se al seu lloc.

Mentre la Clara es desenvolupava dintre de la seva mare, totes les cèl·lules buscàvem el nostre lloc i començàvem a ser diferents les unes de les altres. Les cèl·lules de la glia com la Sílvia ens ajudaven. Creixien també al voltant nostre; ens feien arribar el sucre per menjar i també ens acompanyaven perquè trobéssim el nostre lloc. Aquestes cèl·lules són molt importants per a nosaltres. De fet, al cervell hi ha com deu vegades més cèl·lules gials que neurones.

Tan aviat com ens van assignar la nostra identitat, ens vam començar a moure cap a la posició final que havíem d'ocupar. Totes les neurones estàvem, al començament, a l'esquena de l'embrió. Llavors, a partir d'allà, vam fer un petit viatge: unes van anar baixant esquena avall i formant l'espina dorsal i moltes altres vam anar cap a dalt. La nostra missió era formar el cervell.

Mentrestant, al voltant de les neurones de l'espina dorsal, es començà a formar la columna vertebral, els ossos que els serviren de protecció més endavant, quan la Clara hagués d'enfrontar-se al món exterior.

Un cop arribats a la nostra destinació, quedava la feina més important: fer connexions amb altres neurones. Cada cèl·lula es va haver de col·locar al seu lloc i començar a fer sortir dendrites, com si fossin branquetes d'un arbre. Posàvem les dendrites a tocar dels axons de les nostres veïnes, les quals els estiraven per posar-se'ls ben a prop.

És necessari que els axons d'unes neurones estiguin ben a prop de les dendrites d'unes altres, així ens podrem passar els missatges les unes a les altres.

Les neurones deixem anar neurotransmissors que fan de senyal perquè els axons de les altres les puguin trobar i s'estirin fins a estar-ne ben a prop. Aquestes connexions, nosaltres les anomenem **sinapsis**.

Totes les neurones que formàvem sinapsis amb d'altres, rebíem molt de sucre que ens portaven les cèl·lules de la glia i això ens feia cada cop més fortes. Si alguna neurona no feia el que havia de fer i no formava connexions, no rebia sucre i no es podia mantenir.

Semblava que només era qüestió de trobar un lloc i prou. Però llavors va arribar el primer senyal. Van ser com unes pessigolles que van començar per una de les meves dendrites, a un extrem del meu cos, i sense donar-me temps a saber què estava passant, em van recórrer tot el cos de banda a banda fins a la punta de l'axó. Quin gustet! Era una sensació molt agradable. Al començament no sabia què era, però de seguida es va repetir moltes vegades. Era el senyal elèctric que travessava el meu cos per primera vegada.

La veritat és que em va costar d'entendre, però l'Eduard, que havia sentit l'explicació d'unes neurones amb una mica més d'experiència, m'ho va aclarir.

– Mira, Rita, això de ser travessats per un senyal elèctric serà la nostra feina d'ara endavant. És la manera com els missatges que ens arriben a les dendrites puguin anar cap a la punta contrària del nostre cos, l'extrem de l'axó. I així els podem tornar a passar cap a les dendrites d'altres neurones, fent cadena.

– Però, per que són elèctrics?– li vaig demanar.

– Molt senzill —va dir l'Eduard—, cal que el senyal viatgi ràpid, i l'electricitat pot ser molt ràpida. El senyal elèctric viatja al llarg de l'axó a una gran velocitat. No es pot perdre ni un instant.

– És clar —li vaig contestar—, per això fem servir l'electricitat, perquè el senyal viatgi ràpidament de punta a punta del nostre cos.

– Sí Rita —va continuar l'Eduard—, els neurotransmissors els tenim a la punta de l'axó preparats per a ser alliberats tan aviat com arribi el senyal elèctric. Els hem fabricat i enviat allà, al llarg de tot el nostre cos cel·lular, com una maleta a una cinta transportadora. A l'arribar el senyal, són alliberats a la sinapsi. Allà la separació és tan i tan petita que no triga gens entre que surt de l'axó i la dendrita rep el senyal.

– És clar —li vaig contestar—, per això fem servir l'electricitat, perquè el senyal viatgi ràpidament de punta a punta del nostre cos.

– Sí, Rita —va continuar l'Eduard—, l'únic moment en què es fan servir substàncies químiques és quan el senyal passa d'una neurona a una altra, a la sinapsi. Però allà la separació és tan i tan petita que no triga gens entre que surt de l'axó i la dendrita rep el senyal.

– Sí. Ara ho entenc. Les neurones hem de transmetre la informació de manera molt ràpida. Si no, trigaríem massa a reaccionar davant els estímuls d'un perill i no podríem evitar-los a temps.

Mentrestant, calia estar preparats, s'apropava el moment decisiu: el naixement de la Clara. Recordo que va ser molt emocionant per a totes les neurones.

Quants sorolls nous de cop, la llum als ulls, l'aire entrant als pulmons per primera vegada. Un milió de noves sensacions cada dia que passava. Al començament tots anàvem una mica despistats. Les neurones de l'oïda rebíem els sons i els enviàvem a altres parts del cervell i dels ulls també arribaven llums i colors. Però no enteníem res, encara no sabíem distingir les formes ni compreníem les paraules. El que havíem hagut de treballat fins llavors no va ser res comparat amb el que ens esperava.

Tot i que no teníem gens clar el que passava al món que envoltava la Clara, nosaltres no paràvem de rebre i d'enviar senyals. A poc a poc aniríem entenent el que hi havia al món exterior.

Em recordo del pare de la Clara. Quan ella encara tenia pocs mesos, ell ja volia que parlés. Es posava al seu costat i li repetia una i mil vegades "*papa, papa, papa, papa...*" i així un dia i un altre. A nosaltres, les neurones de l'oïda, ens tenia ben avorrides! Allò era com ensenyar a parlar un lloro. La Clara encara era massa petita i no entenia les paraules, per tant, no podia dir "*papa*" i saber el significat d'aquella paraula, aquesta informació encara no estava emmagatzemada al seu cervell. Amb tot, un dia la Clara va dir alguna cosa semblant a "*papa*" i el seu pare va començar a fer salts d'alegria i a cridar tothom perquè vinguessin a veure com parlava la seva petita.

Durant els primers anys de la Clara, les seves neurones no paràvem de fer noves connexions. A poc a poc, al petit cervell de la Clara vam començar a entendre més coses. Aquesta gran activitat ens va mantenir vives i despertes, per això és tan important que els nens petits rebin estímuls, l'amor i el contacte de la gent que els envolta. Si a un nen ningú li fa cas durant els primers anys de la seva vida, patirà el risc de tenir un cervell poc despert. Però aquest no va ser

el cas de la Clara, perquè li arribaven estímuls sense parar. Caldria molta feina perquè a poc a poc la Clara anés fent del seu petit cervell tot just acabat de néixer una poderosa màquina per comunicar-se amb el món.

# Descobrim Ramón y Cajal



Com ja us he dit, allà on sóc arriben els senyals que entren per l'oïda de la Clara i és per això que sempre estic molt ben informada de totes les seves converses.

La Clara té catorze anys, viu a Barcelona i acaba de començar tercer d'ESO. És bona estudiant, però el que més li agrada és estar amb els seus amics i passar l'estona amb els videojocs. També li encanta mirar la tele, sobretot els programes de música i les sèries de dibuixos japoneses. Avui fan un capítol de Naruto i no se'l vol perdre, perquè li agraden molt els dibuixos manga. Però tot just al punt més emocionant del capítol, entra la seva mare:

- Clara, t'he dit mil vegades que prou de mirar la tele! Fes el favor d'anar-te'n a la teva habitació i estudia una mica, si us plau.

La Clara se'n va enfadada a la seva habitació. Quin rotllo! No li falta raó a la mare, té moltes coses per estudiar, però cal que sigui ara mateix?

En Pere, el germà de la Clara, que ha escoltat els crits, ha vingut a parlar amb ella.

- Hola Clara, com estàs?

- Com vols que estigui? La mare m'ha tornat a dir el que he de fer, com sempre. Ja sóc prou gran, jo, per saber com organitzar el meu temps. Ja sé que he d'estudiar, però ara em venia de gust mirar la tele.

- Va, Clara, no t'enfadis amb la mare, que potser té una mica de raó. Et diré, però, que mirar la tele no sempre és dolent. Sabies que jo vaig decidir ser científic mirant la tele?

- Com? —va fer ben sorpresa la Clara.

- Sí, vaig veure una sèrie que explicava la vida d'un científic que es deia **Santiago Ramón y Cajal**, i llavors vaig decidir que em dedicaria a la ciència. Volia ser com ell i fer grans descobriments i és per això que vaig estudiar biologia.

- Qui era aquest senyor? Fes-me'n cinc cèntims, home.

- Doncs era un científic aragonès que va néixer fa més de 150 anys. Llavors no es coneixien tantes coses com ara sobre el funcionament del nostre cos. Ell va estudiar molt i molt. No parava de treballar per conèixer millor com estava fet el nostre **sistema nerviós**. Ho va fer tan bé que va acabar guanyant el **premi Nobel** de Medicina fa cent anys.

- El Nobel? —li demana la Clara—, això és molt important, oi?

- És el premi més important que pot rebre un científic, —li contesta el seu germà Pere— i en Ramón y Cajal se'l va mereixer. Va descobrir que el sistema nerviós és compost per cèl·lules separades unes de les altres que ell va anomenar neurones. A més, era un gran dibuixant i fotògraf. Al laboratori on treballa, hi tinc un llibre fantàstic amb els seus dibuixos. T'agradaria venir demà amb mi a veure'l? Així també veuràs el meu laboratori.

- Sí, i tant que sí. Podem anar-hi amb bici aprofitant que serà diumenge —li contesta la Clara, que ara ja torna a somriure.

- Vaja! Doncs si que va ser important aquest home —comento.

– Sí, Rita —explica la Sílvia—, a partir d’aquest gran científic es va aprendre molt sobre com funcioneu, vosaltres, les neurones. Sembla que fins llavors els científics pensaven que els nervis i el cervell no estaven formats per cèl·lules separades entre elles. El científics creien que éreu com canonades. Com una xarxa contínua, igual que el sistema sanguini, però en lloc de transportar sang, el que, segons ells, passava per aquests tubs eren impulsos elèctrics.

Al començament ningú es creia el que deia en Ramón y Cajal. Això passa sempre que algú diu una cosa nova o diferent del que pensa la majoria. Els grans professors de tota Europa no volien admetre que un nouvingut vingués a canviar-los els esquemes. Però el científic aragonès no es va rendir. Va treballar molt i exposava amb perseverança les seves idees a tothom qui el volia escoltar.

– I no es va desanimar mai? —li pregunto encuriosida.

– Mai! —contesta la Sílvia—. Estava convençut que tenia raó. Allò que afirmava ho havia vist amb els propis ulls i no es deixava desanimar per ningú. En Ramón y Cajal era d’un poble d’Aragó, però per poder fer el seu treball científic li va caldre anar a les grans ciutats. I què millor que venir a Barcelona! Va treballar a la Universitat de Barcelona i s’hi va estar del 1887 al 1892. Van ser els anys decisius per a la seva feina, perquè aquí va elaborar la seva “Teoria de la Neuron”. Va afirmar que les neurones sou cèl·lules independents, i que formeu les unitats fonamentals del sistema nerviós. A més va establir que el senyal entra per les dendrites i surt per l’axó. Va deixar clar que entre l’axó d’una neurona i la dendrita de la següent hi ha un petit espai. Per tot això li van donar el premi Nobel l’any 1906, fa una mica més de cent anys.

Tota aquesta explicació de la Sílvia m'ha inspirat un altre "rap":

♪♪ Ramón y Cajal, quin home tan genial  
No importava quin dia era, només feia que pensar.  
No donava el braç a tòrcer, no el podien fer callar.  
I sempre dibuixant, i sempre imaginant. ♪♪

♪♪ Ramón y Cajal, quin home tan genial!!  
Era tanta la insistència i les proves que mostrà  
que el gran premi Nobel li van haver de donar.  
I sempre dibuixant, i sempre imaginant. ♪♪

# Cultiu de neurones a Barcelona



És diumenge i fa un sol fantàstic. Els dies com aquest, Barcelona és una ciutat més maca encara. Els diumenges, la gent normalment no treballa, però en Pere, el germà de la Clara, alguns diumenges va al laboratori. No para mai de treballar, com feia el seu ídol, en Ramón y Cajal. Avui ha aprofitat que és festa i, tal com va prometre a la seva germana Clara, l'ha convidat a anar amb ell al laboratori.

Han agafat les bicis, perquè els diumenges hi ha menys cotxes pels carrers i aquest dia tan esplèndid que fa cal aprofitar-lo. Només començar a baixar per la Rambla, han trencat per un carrer a la dreta. No era el camí habitual. Per què en Pere havia girat per allà? Es van ficar per un carrer ben estret, el carrer del Notariat, i de sobte en Pere va dir:

– **Atura't Clara. Mira aquesta placa a la paret!**

S'aturen i veuen un placa de marbre amb una inscripció que diu: “En aquesta casa va viure en S. Ramón y Cajal (1852-1934), aquí va descobrir la teoria de la neurona el 1888”. Vaja! O sigui que era veritat que aquest gran científic va viure un temps aquí a Barcelona i va descobrir grans coses de nosaltres, les neurones.

Després van tornar a la Rambla per continuar baixant cap on està el laboratori d'en Pere. Per a la Clara sembla molt fàcil anar en bici. Ja fa anys que en va aprendre, però tot i que al principi li va costar molt, ara ni tan sols hi ha de pensar per conduir-la. Pot cantar, parlar o pensar en qualsevol cosa mentre pedaleja. Al seu cervell, no li cal pensar per anar amb bici. De sobte sona la alarma:

– **Vigila Clara!** —cria el seu germà.

Totes les neurones de l'oïda ens posem en màxima alerta i a tota velocitat passem el so de la veu d'en Pere a altres parts del cervell. Allà la Clara reconeix els sons com a paraules.

Un gos que anava sense lligar ha passat tot just per davant de la Clara. Els ulls també envien el seu senyal. Al cervell de la Clara es produeix la integració dels senyals de l'oïda i dels ulls. Ràpid! S'ha de fer alguna cosa o la Clara caurà.

Sense que hagi passat ni un segon, les neurones de l'àrea motora del cervell envien instruccions de moviment a tot el cos. Els braços reben les ordres i giren el manillar. Oh! La bici es tomba i la Clara està a punt de caure, però no ho fa, gràcies **cerebel!**

El cerebel també ha entrat en acció i ha ajudat la Clara a mantenir l'equilibri. El cerebel és situat a la part de darrera del cervell. És format per milions de neurones que s'encarreguen de controlar l'equilibri, el moviment i la coordinació. Són molt ràpides. La Clara no ha caigut i ho ha d'agrair al crit del seu germà i a milions de neurones de moltes parts del seu cervell.

– Uf! Hem estat a punt! —em crida l'Eduard. A la Clara li ha anat d'un pèl que no anés a parar a terra.

– Sí. Ha faltat ben poc. Sort que totes les neurones hem estat ben ràpides.

– Ha estat una feina d'equip —diu l'Eduard, aprofitant com sempre l'ocasió per donar una lliçó—. Ha calgut que desenes de milers de neurones ens posés-sim en marxa i que tota la informació arribés en dècimes de segon al cervell

i que aquest hagi enviat les ordres oportunes en un instant. Això només ho podem fer treballant totes a l'hora i enviant la informació allà on cal.

– Ho heu fet molt i molt bé —ens diu la Sílvia—, aquí teniu una mica de sucre, que segur que us ve de gust.

Nosaltres, les neurones, mengem molta glucosa, que és una mena de sucre com el que es tira al cafè. I en mengem molt al llarg del dia, perquè ens cal molta energia. Hi ha cèl·lules que poden menjar també altres coses, però nosaltres, les neurones, només obtenim la nostra energia de la glucosa. Sort que no tenim dents, perquè si no hauríem d'anar molt sovint al dentista!

Al final hem arribat sans i estalvis al lloc on treballa en Pere. És un edifici molt gran, al costat de la platja. Quina sort treballar en un lloc així! En Pere explica a la seva germana que a Barcelona hi ha més llocs on altres científics estudien el sistema nerviós. Són biòlegs, químics o metges que investiguen en d'altres laboratoris instal·lats a les universitats i als hospitals.

L'edifici on treballa en Pere és ple d'habitacions espaioses on cada grup de científics estudia coses diferents. Finalment, arriben al laboratori on experimenta el seu grup. Els científics mai fan la seva feina en solitari, perquè necessiten formar part d'un equip. A més cal assabentar-se de la feina que fan els altres investigadors de la resta del món. De vegades, fins i tot han de viatjar a d'altres països per saber que fan allà els científics i treballar amb ells. Potser en Pere se n'anirà l'any que ve una temporada a un laboratori dels Estats Units.

La feina dels investigadors és semblant, en certa manera, a la de les neurones al cervell. El que fa cada investigador és important, però el que cal perquè el

seu treball sigui fructífer és que els investigadors facin connexions entre ells, que no treballin aïllats.

El laboratori és molt gran i està atapeït d'aparells, instruments i també molts tubs, flascons, ampolles i un munt d'altres coses per tot arreu. Si la mare d'en Pere i la Clara pogués veure aquest desordre, es posaria les mans al cap!

En Pere va estudiar a la universitat i després va començar a treballar al laboratori. Va iniciar el **doctorat** fa cinc anys. Aquesta és la primera etapa de formació d'un científic. Li calia aprendre a treballar al laboratori i per aquest motiu fa un estudi que permetrà conèixer una miqueta més d'algun aspecte científic. Quan acabi, serà "doctor en ciències", i a ell li falta ben poc per arribar al final.

En Pere ha tret un llibre molt gros que tenia en un calaix i l'ha deixat a la Clara. Quins dibuixos més macos! És un llibre amb els dibuixos que va fer en Ramón y Cajal. Estan fets amb tinta xinesa i sembla que hi ha com boles de les quals surten uns fils llargs i prims. Als dibuixos, sembla que s'hi vegin paisatges d'arbres amb moltes branques i sense fulles.

– Llavors això representa que som nosaltres, les neurones?

– Exactament, Rita —diu la Sílvia—, tots aquests dibuixos són els que feia en Ramón y Cajal quan mirava pel microscopi. Es va passar hores i hores mirant i dibuixant centenars d'esquemes com el que ara veu la Clara. Què et semblen? Us ha deixat afavorides?

La Sílvia estava a punt de contestar, quan de fora ens arriba una frase d'en Pere que capta tota la nostra atenció:

- Clara, vols veure neurones en cultiu? —demana en Pere a la seva germana.

- Sí, és clar que sí, que guai! —li contesta la Clara.

Llavors agafen un flascó ple d'un líquid vermellós, n'aboquen una mica i comencen a mirar-se'l amb un microscopi.

- Com? Què és això de neurones en cultiu? Les neurones estem dintre del cos. No estem en cultiu com les patates o les mongetes! No ho entenc. La Sílvia, que ha vist la cara de sorpresa que he fet, me'n dóna una explicació:

- Sí, Rita —ens comença a aclarir la Sílvia—, les neurones també es poden fer créixer fora del cos, això és el que en diuen fer un cultiu de cèl·lules. Agafen un flascó i hi introdueixen un líquid amb tot el que li cal a una cèl·lula per viure: aigua, sucre, sals i altres substàncies. Després hi posen cèl·lules glials i neurones que treuen de ratolins. Només cal deixar passar uns quants dies i les cèl·lules es comencen a dividir. Llavors els científics poden fer les seves proves amb aquestes cèl·lules.

- Veig que fins i tot fora del cos les neurones necessitem tenir cèl·lules glials al nostre costat —diu l'Eduard.

# La Rita, de concert



Avui estic gaudint com mai. Això sí que és música. Hem anat a un concert de hip-hop i la Clara ha vingut amb les seves amigues. Li ha costat molt convèncer la seva mare, però ha fet servir a fons el seu cervell, li ho ha demanat mil vegades, ha fet el més seductor dels seus somriures i al final ho ha aconseguit.

Som al Palau Sant Jordi, un pavelló molt gran que van fer aquí a Barcelona per als Jocs Olímpics de 1992, tot just l'any que va néixer la Clara, i jo també, és clar. A l'escenari, els cantants no paren d'improvisar, tothom mou els braços al ritme de la música, és com una onada que corre per tot el pavelló.

– Guau, quina música més guapa! Ara sí que m'ho estic passant bé. Pum, pa, pa, papum! Que no pari el ritme! Vinga, alegria! Eduard, Sílvia, a ballar tots!

– Rita no siguis pesada —em contesta l'Eduard—, prou feina tenim transmetent tots els sons que rebem, com per estar aquí saltant i fent ximpleries.

El cert és que estem realment enfeïnats, al cervell, amb tants estímuls. Però, com ens ho fem al cervell per captar les vibracions de l'aire? Com és possible que puguem entendre la informació que transmeten la música i les paraules,? Doncs això no cal que li ho preguntí a la Sílvia, aquest és el meu tema i jo mateixa us l'explicaré.

Tothom sap que la música, igual que la resta de sons, es transmet a través de l'aire fent-lo vibrar. Però un cop a les orelles, cal que funcionin moltes peces una darrera de l'altra perquè la informació arribi al cervell i aquest òrgan la pugui entendre.

La vibració de l'aire arriba a les orelles de la Clara i entra a l'interior pel conducte auditiu. Aquesta part, formada per l'orella i el conducte auditiu, és el que es coneix com a oïda externa. En aquest conducte, s'hi fabrica la cera, aquesta massa formada per substàncies químiques especials i que ens ajuda a mantenir net el conducte auditiu. Sabies que aquesta cera és molt pudent per als insectes? Potser és per això que les mosques no es fiquen dintre de les orelles.

Les vibracions entren pel conducte auditiu fins el  **timpà** . Aquí comença la part del recorregut que es coneix com a oïda mitjana. El timpà és una petita membrana molt sensible i quan de fora arriba una vibració també comença a vibrar, com ho fan la pell d'un tambor o els altaveus.

A continuació del timpà hi ha uns petits ossos, els més petits de tot el cos, que reben la vibració del timpà i la transmeten a una segona membrana que marca el començament de la tercera part del recorregut, l'oïda interna. Aquesta membrana envia la vibració cap a dintre, a un espai que té la mateixa forma que la closca d'un cargol i que és ple de líquid. Aquest líquid vibra, igual que l'aigua d'un llac quan hi tirem una pedra. Però atenció, que ara ve el moment important!. Les parets d'aquesta mena de closca estan recobertes d'un tipus especial de neurones, les quals reben la vibració del líquid i la passen a senyal elèctric, una informació que ja entenem la resta de neurones.

Quants passos perquè funcioni la oïda, oi? Però encara no ha acabat. Aquí es quan entrem en acció les neurones com l'Eduard i jo. Nosaltres enviem el senyal a una part del cervell que es diu  **còrtex auditiu** .  **Còrtex**  és el mot llatí per escorça, i al cervell, igual que als arbres, l'escorça n'és la part més externa. El còrtex, doncs, és la part més externa del cervell. És també la part del cervell que els humans tenen més gran respecte d'altres animals, sobretot el còrtex de la part del front.

Al còrtex, s'hi integra la informació que arriba de fora perquè la puguem entendre. La part que s'encarrega de rebre i processar els sons és el còrtex auditiu.

Quan aquesta part del cervell rep els sons, amb l'ajuda de les àrees de la memòria que recorden com sonen les paraules, pot reconèixer i entendre una conversa, o com avui al concert, la lletra d'una cançó.

El cervell, a més de les paraules, pot entendre el llenguatge de la música. Quan la música arriba al còrtex, la primera cosa que cal és que aquest còrtex la reconegui com a música. Això és fàcil per a la Clara, perquè ha sentit cantants de hip-hop centenars de vegades i el seu cervell reconeix de seguida aquesta mena de música. Potser si escoltés per primera vegada la música que fan a alguns països llunyans li costaria d'entendre que allò també és música. Recordem que és impossible reconèixer allò que no es coneix!

El següent pas és simplement experimentar el plaer de la música. El ritme és reconegut per la meitat esquerra del cervell de la Clara, o sigui l'**hemisferi cerebral** esquerre, i de la melodia se n'encarrega l'hemisferi dret. Per sort, tot això passa al seu cervell sense que la Clara hagi de pensar ni preocupar-se de res. Ella només està concentrada a cantar i ballar sense parar!

♪♪ La música ens travessa  
Corrent axons avall,  
les notes, les paraules.  
Tot el que ens fa ballar.

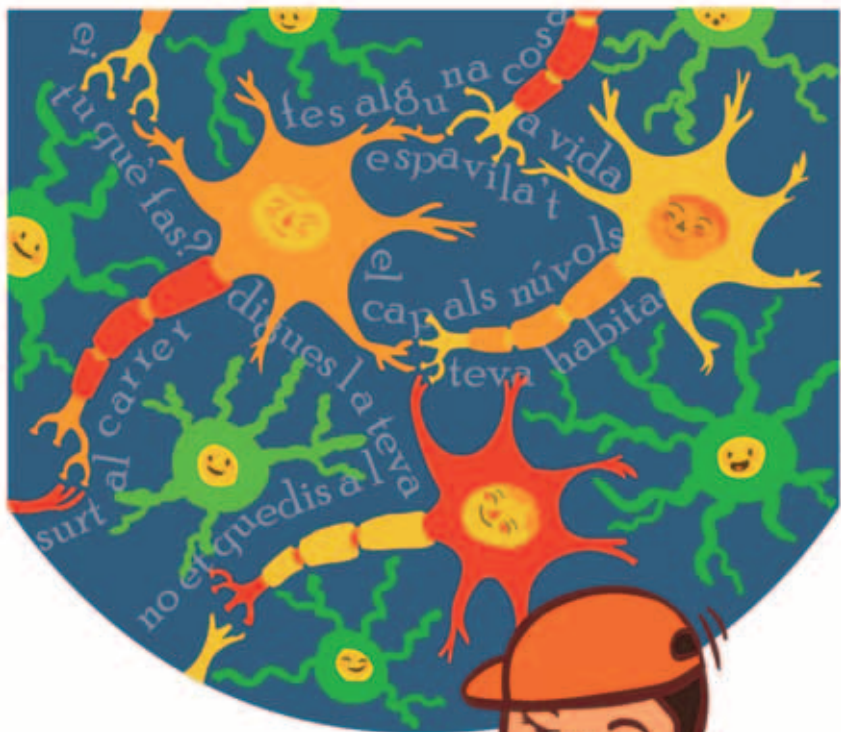
Les cames es belluguen  
comencen a saltar,

el ritme es fa missatge  
al cervell musical.

El còrtex escriu notes,  
Allà on arriben sons,  
i posa punts i comes  
al text de les cançons.

Jo tinc molta xerrera,  
les notes són colors.  
Sóc Rita la “rapera”,  
la boja del hip-hop. 🎵🎵

# La memòria i el “rap”



– Quina nit la d’ahir! Oi, Eduard?

– No ho sé, Rita, massa soroll per al meu gust.

– Soroll? Com pot ser possible que tinguis tan poc gust per la música? El concert d’ahir va ser una canya! Ei, escolta Eduard, que torna la música.

Efectivament, la Clara s’acaba de posar els cascos per escoltar amb el seu MP3 les cançons del grup que tocava ahir. Oh que bé, això sí que és una bona manera de començar el dia!

La Clara voldria cantar mentre escolta, però no es recorda de la lletra de la cançó. Llavors ha enviat un SMS a una amiga perquè li enviés la lletra. No ha passat ni un minut que la seva amiga ja li ha contestat amb un altre missatge. Allà posava una adreça d’internet on es poden trobar totes les lletres de les cançons d’aquest grup. La Clara memoritza un moment l’adreça i se’n va al seu ordinador per connectar-s’hi. Perfecte, ja ho té, imprimeix la lletra i ara pot anar cantant mentre escolta la cançó. Ho fa una vegada i una altra, i quan la cançó acaba, torna a començar.

Ja ha cantat la cançó més de deu vegades i l’Eduard està ben tip d’escoltar la mateixa cançó. Al final, a la Clara ja no li cal el paper: ha aconseguit memoritzar la lletra.

– Quina tortura! —diu l’Eduard—. Calia escoltar la cançó tantes vegades?

– A mi m’ha agradat molt —dic jo— , quin ritme! Oi, Sílvia?

– Home, no està malament, —ha contestat la Sílvia—. Ara la Clara s’ha après la cançó de memòria. Sabeu com ho hem aconseguit, això?

– Ens ho pots explicar, si us plau? —li diu l’Eduard, que està desitjant parlar de qualsevol cosa menys de música hip-hop.

– La Clara —comença la Sílvia— ha fet servir a fons el seu cervell per retenir la informació. Primer heu de saber que hi ha dos tipus de memòria. L’una és per a recordar les coses només un moment i l’altra per a recordar-les durant un temps llarg. Us recordeu que la Clara ha rebut un missatge de la seva amiga amb una adreça d’internet? Doncs la Clara ha llegit el missatge i aquesta informació ha estat al seu cervell només el temps necessari per poder picar l’adreça a l’ordinador. Si ara algú li demanés l’adreça, ja no se’n recordaria: ha fet servir el primer tipus de memòria. En canvi, si a la Clara li demanen ara per la lletra de la cançó, segur que se’n recorda, això és perquè ha fet servir el segon tipus de memòria, la memòria de llarga durada.

Quan la Clara ha cantat la cançó deu vegades seguides, ha fet passar la informació pel seu cervell totes les vegades. A més, li arribava informació des de més d’un lloc al mateix temps: de la vista i de l’oïda. El seu cervell ha estat integrant una cosa amb l’altra cada vegada.

Ara, quan la Clara escolti la música de seguida recordarà la lletra. Per això és tan fàcil recordar coses quan les cantem. Us recordeu quan la Clara va aprendre les taules de multiplicar? Oi que ho va fer cantant?

– Sí que me’n recordo —li dic—, allò sí que va ser pesat! Però encara no entenc com som capaços de guardar els records al cervell. On està la memòria?

– Doncs la memòria està a les neurones —diu la Sílvia davant de la nostra cara de sorpresa—, circuits de neurones. Cada cosa que les persones recorden ho fan gràcies a vosaltres.

Per exemple: la cançó que avui ha après la Clara ha activat unes quantes neurones, les quals s’han estat enviant missatges amb els seus axons i rebent-ne amb les seves dendrites. Com sempre feu les neurones. Aquestes connexions s’han fet més fortes. Cada cop que la Clara pensi en la cançó tornaran a funcionar les mateixes connexions entre neurones. I llavors quedaran més reforçades encara. Així funciona la memòria, fent que hi hagi unes combinacions axó-dendrita, o sigui unes sinapsis, reforçades. Només cal pensar en allò que volem recordar i tot el circuit es posa en marxa de nou i la persona ho recorda.

– Llavors, aquestes neurones sempre estan a punt per repetir la mateixa conversa? Que avorrit! —he dit.

– Sí, però això fa que no s’oblidi la informació. És com quan s’ha d’anar a comprar diverses coses i no t’ho pots apuntar. Cal anar repetint la llista mentalment fins a la botiga, fas la compra i pots oblidar-te’n. És una memòria de curta durada. De què serviria recordar la llista de la compra un cop ja s’ha fet? En canvi la lletra d’una cançó pot ser més útil, per això la Clara l’ha guardada a la memòria de llarga durada. Ei, escolteu! La Clara ja torna a cantar.

**Vols posar a prova  
la teva memòria?**

**Mira durant trenta segons  
aquests objectes i intenta  
memoritzar-los tots.**



**Quins éssers vius recordes?**

**Quins instruments  
musicals recordes?**

**Què més hi havia?**

**Ho has recordat tot?**

Hi ha maneres de memoritzar les coses més fàcilment. Un bon truc és relacionar els objectes amb una història. Per exemple: Aquest matí ha tocat el despertador, m'he aixecat i m'he posat les sabates i el barret. He marxat amb el cotxe, a la ràdio hi havia una música de flautes i violins....

**És molt més fàcil així,  
coses associades, coses recordades.**

# Les emocions també són al cervell



Avui és un dia molt important. El germà de la Clara, en Pere, ha d'exposar la seva tesi de doctorat. Ha d'explicar la feina que ha fet durant els darrers cinc anys davant de molta gent. A més, hi haurà uns investigadors amb més experiència que ell, que en acabat li faran preguntes i al final li posaran nota. Si tot va bé, quan acabi el dia, en Pere serà doctor. Per tot això, avui la Clara està molt i molt emocionada i ha sortit de casa a corre-cuita. Però només sortir, ha tornat a entrar a casa seva i ràpidament ha tancat la porta de cop. La raó és que ha començat a sentir bordar el gos de la seva veïna, i només començar a sentir-lo ha fet un xiscle, ha començat a tremolar i ha girat cua. A la Clara, si alguna cosa li fa por són els gossos. Però de què serveix tenir por?

La por, l'amor, l'odi... tot això són emocions. Sentiments molt forts que durant molt de temps la gent havia dit que es trobaven al cor, però no és així. Els sentiments i les emocions són també producte del cervell. Hi ha emocions agradables i altres no tant, com per exemple la por. Jo, la veritat és que no entenc de què serveixen les emocions negatives, com ara la por o l'odi.

– Sílvia —li he dit—, si jo pogués, saps què faria? Doncs canviaria el cervell de la Clara perquè mai més tingués por. No m'agrada que la Clara tingui tanta por quan veu un gos o el sent bordar. No té cap sentit que el cervell, aquest òrgan tan meravellós, que serveix per pensar i per fer servir la lògica, pugui provocar emocions tan absurdes.

– T'entenc, Rita. Quan la Clara té por, totes nosaltres ho passem una mica malament —diu la Sílvia—. La por fa que comenci a suar, el seu cor s'acceleri i fins i tot tremoli. Però tot això és necessari. Pensa que si no tingués por de res, llavors travessaria el carrer sense mirar, saltaria des de qualsevol alçada... Tot això seria molt perillós i al final prendria mal. La por serveix perquè les persones puguin evitar els perills.

– Potser la por és útil de vegades, però hi ha vegades que la Clara té por sense motiu i això no és lògic —li dic a la Sílvia.

– És que al cervell no tot és lògica, per sort! —contesta la Sílvia—. Les emocions no són coses sobre les quals sempre es pugui decidir. De fet, quan a l'oïda ens arriba el so d'un gos bordant, nosaltres enviem el missatge al cervell i la Clara reacciona amb por sense que la part que l'ajuda a raonar, el còrtex, hi pugui fer res. Són unes altres parts del cervell les que envien els senyals perquè el cor s'acceleri i comenci a suar.

La Clara, com totes les persones, pot sentir molts tipus d'emocions. Algunes us agraden molt, oi? L'altre dia al concert s'ho va passar molt bé i tots estàvem molt contents. O quan veu aquest amic seu, en Roger. Sabeu que de sobte la sang li comença a circular més ràpidament? Llavors ens arriba més glucosa i tots tan contents. I això tampoc té res a veure amb la lògica, oi?

– És veritat, Sílvia, tens tota la raó —diu l'Eduard, sempre tan pilota.

Tot just ara les emocions de la Clara ens estant fent passar una bona estona. Veure parlar el seu germà, la fa sentir orgullosa.

Mentre en Pere parla, nosaltres, les neurones del cervell de la Clara, no parem de rebre les seves paraules. La veritat és que n'hi ha moltes que no entenem. Les fem arribar al còrtex i allà equips d'altres neurones busquen a la memòria, però és inútil. Són moltes paraules noves i desconegudes que la Clara no havia sentit mai. Tampoc no les podem relacionar amb d'altres que haguem après. Això fa que la Clara acabi per no entendre moltes de les explicacions científiques que està donant el seu germà.

Però a la Clara li és ben bé igual, ha vingut a veure el seu germà, no li importa gaire si l'entén o no. Els qui ho han d'entendre tot, i a més els ha de semblar bé, són els senyors i senyores que li posaran la nota. Atenció, que sembla que en Pere ja està acabant.

—No vull oblidar la figura del meu inspirador —diu en Pere mentre tothom guarda silenci—, *Santiago Ramón y Cajal*, a qui, ara fa ja més de cent anys, li van fer justícia donant-li el premi Nobel. Com ell bé deia: “Les idees no duren gaire. Cal saber què fer-ne”. És per això que cada dia s’ha de treballar per aconseguir allò que volem i no esperar que caigui fet del cel.

Al final, tot ha anat molt bé. Han posat molt bona nota al Pere i l’han felicitat. Ara mateix, a tots els cervells de la gent que hi ha a la sala hi ha una emoció que predomina: la felicitat.

# Festa per a la Rita!



Ara veig clarament que les neurones som molt importants, que podem fer un munt de coses diferents. Si totes les neurones treballem juntes, podem fer meravelles. Però també hi ha coses del cervell que no m'acaben d'agradar. Tot podria ser molt fàcil sense les emocions negatives, sense por o sense odi. Diuen que aquestes emocions també són necessàries, però jo, de veritat que no ho entenc.

A més a més: i jo? Què tinc d'especial? Vull fer alguna cosa diferent. M'agradaria molt que les altres cèl·lules entenguessin que per a mi la música és molt important, però sembla que aquí només hi ha temps per a treballar i treballar. Ja fa temps que estic cansada que em diguin tota l'estona el que he de fer, tinc més de catorze anys i ja no cal que em tractin com si fos una criatura! La veritat és que aquesta vida és molt complicada.

Ep! Què és això? M'arriben missatges per moltes dendrites al mateix temps. De l'esquerra, de la dreta, de tot arreu, i a quin ritme! Però si són tots els meus amics que estan cantant, fins i tot l'Eduard!

♪♪ El gran "rap" de la Rita,  
les dendrites ens excita!  
Aquest és el nou ritme.  
És com un gran sisme  
A tots ens fa moure  
I ningú volem excloure.

Envia'ns més glucosa  
Que molt contentes ens posa.  
Hem de rebre i enviar  
missatges sense parar.

Aquest és un gran dia, i l'auràs de recordar  
Feina per a les neurones, hauran de connectar.  
Emocions positives, ritme sense parar.  
Si us plau Rita, mai no deixis de cantar.

Es mouen les neurones  
Que són les més "molones"  
Els músculs les segueixen  
Les penes s'esvaeixen

El gran "rap" de la Rita, les dendrites ens excita! 🎵

– Oh, gràcies! —he acabat exclamant—. Sou genials!

– T'ho mereixes, Rita —diu la Sílvia—. Hem estat parlant tots i hem pensat que aquesta era la millor manera de dir-t'ho. Darrerament t'hem vist molt preocupada. És normal que hi hagi dies bons i d'altres no tant, però volem que vegis clarament que som els teus amics i aquí serem, fins i tot quan desafinis.

– Sí —diu l'Eduard amb un somriure—, no només cal treballar, entre tots hem de crear, imaginar... Pensa que estem en el cervell d'una persona i no al cap d'un robot! Tu ets molt bona per a cantar, altres neurones saben portar el ritme, altres recorden la melodia... Ens necessitem els uns als altres, però tu ets excepcional.

– Va, calleu d'una vegada —els he hagut de dir—, que em feu posar vermella. Ara sé que us tinc al meu costat. Qui sap, potser la Clara es voldrà

dedicar a la música i llavors, nosaltres, que estem a l'oïda, serem unes de les neurones més importants. I si no, és igual, al món hi ha molts sons meravellosos que la Clara voldrà escoltar. Si ella és feliç, sempre podrem tenir les nostres festes de glucosa.

Just en aquell moment, la Clara ha sortit al carrer. Quants sons, quantes coses per veure! Sempre buscant emocions positives. Quina sort tenim de viure al cap de la Clara! És inquieta i vol conèixer coses noves contínuament, no para. A nosaltres no ens poden dir allò de "cervell avorrit, cap adormit". Nosaltres, les neurones, a gaudir dels estímuls.

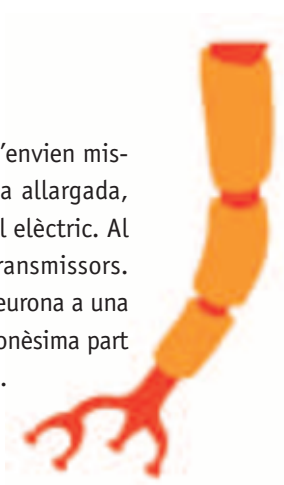
– Fes que les teves neurones també s'ho passin bé!



# **RITA, LA NEURONA**

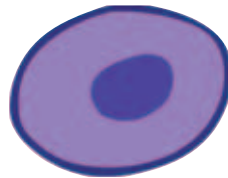
**Qui és qui?**

**Axó.** És la part de les neurones per on s'envien missatges a altres cèl·lules. Té forma allargada, com un cable, i hi circula el senyal elèctric. Al seu extrem s'alliberen els neurotransmissors. La seva llargada varia molt d'una neurona a una altra: d'unes poques micres (la milionèsima part d'un metre) fins a més d'un metre.



**Cèl·lula glial.** Les cèl·lules glials donen protecció, mantenen i aporten els nutrients a les neurones. Són les més nombroses del sistema nerviós, unes deu vegades més que les neurones. Algunes també ajuden a fer que el senyal elèctric viatgi més ràpid pels axons, es posen al voltant dels axons i fan d'aïllant.

**Cèl·lula mare.** Són les cèl·lules del cos que encara no tenen una feina decidida. Es poden dividir per formar noves cèl·lules. Aquestes sí que es diferenciaran i tindran una funció determinada, perquè podran formar la pell, el cervell, els ossos, els músculs... Als animals adults, hi ha molt poques cèl·lules mare. Actualment, els científics estan investigant per intentar utilitzar les cèl·lules mare per substituir les cèl·lules que no funcionen bé i provoquen malalties com l'Alzheimer, el Parkinson i moltes altres.





**Cerebel.** És una estructura situada a sota del cervell, a la part de darrera del cap. Està format per milions de neurones i coordina les instruccions de moviment que dona el cervell. Ajuda a mantenir la postura i l'equilibri. També s'ha descobert que ajuda a pensar i a raonar.

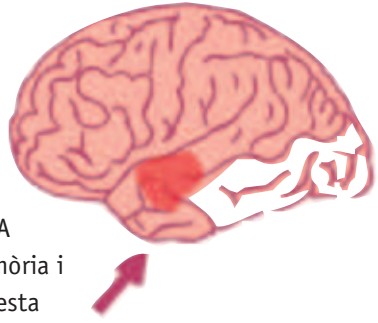
**Cervell.** És l'estructura més gran del sistema nerviós i la més complexa de tot l'univers conegut. Té un pes de prop d'un quilogram i mig (en els humans) i conté cent mil milions de neurones (tantes com estels hi ha a la nostra galàxia). És l'encarregat de rebre, integrar i enviar els senyals del sistema nerviós. És l'òrgan que ens dona la capacitat de fer moltíssimes coses. Gràcies a ell podem escriure, parlar, ballar, dibuixar, imaginar...



**Còrtex.** És la part superior i més externa del cervell (còrtex vol dir escorça). Ens permet desenvolupar les feines més complicades, les que requereixen del pensament. Permet la integració de les dades que arriben i les que ja estan emmagatzemades a la memòria.

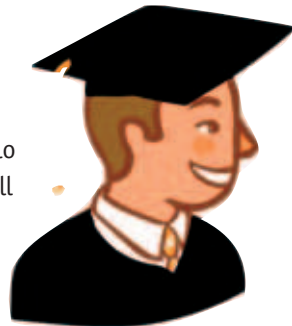


**Còrtex auditiu.** És la part del còrtex encarregada de rebre totes les dades que ens arriben de l'oïda. A partir d'aquí les integra amb la memòria i amb els senyals que arriben de la resta dels sentits a d'altres parts del còrtex.

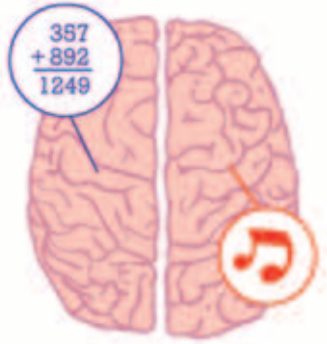


**Dendrites.** Són les parts de les neurones per on reben els missatges; les vies d'entrada de la informació. Són petites extensions, com branquetes amb espines. Una neurona pot tenir fins a 15.000 dendrites, això dependrà de la funció que tingui. El nombre de dendrites que té una neurona pot variar al llarg de la vida, pot formar-ne de noves i les que no es fan servir acostumen a desaparèixer. Això fa que el nostre cervell es pugui adaptar molt millor als canvis.

**Doctorat.** El doctorat és un grau d'ensenyament superior que es pot seguir un cop acabada la carrera universitària. Dura uns quatre anys i per aconseguir-lo cal fer uns cursos i dur a terme un treball d'investigació científica.



**Hemisferi cerebral.** Cadascuna de les dues meitats en què podem dividir el cervell. Hi ha un hemisferi dret i un hemisferi esquerre. Sabem que cada meitat del cervell està més especialitzada en unes habilitats determinades, però totes dues meitats del cervell tenen un munt de connexions entre elles. L'hemisferi esquerre té més habilitats per al llenguatge, les matemàtiques i el raonament, mentre que la meitat dreta és més creativa, té més habilitats espacials, musicals i artístiques.



**Memòria.** La memòria és el record d'experiències passades. Es basa en la capacitat de les neurones per crear circuits d'informació. Cada circuit és format per unes quantes neurones que tenen connexions entre elles. Cada neurona pot participar en més d'un circuit de memòria. La memòria pot ser de curta o de llarga durada.

**Neurona.** La neurona és la cèl·lula fonamental del sistema nerviós, especialitzada a conduir i transmetre l'impuls o senyal nerviós. És formada per una part central o cos cel·lular, i d'aquesta part central surten les dendrites i l'axó. La majoria de les neurones tenen més o menys la mateixa edat que nosaltres. Si tens catorze anys, quasi bé totes les teves neurones tenen 14 anys i uns pocs mesos, ja que el sistema nerviós es va començar a formar quan encara estàvem dintre de la mare.





**Neurotransmissor.** Són els missatgers químics que fan servir les neurones. Surten de la neurona que envia el senyal, travessen l'espai de la sinapsi i arriben a la dendrita de la neurona que rep el senyal. Hi ha molts tipus de neurotransmissors.

**Premi Nobel.** Són uns premis que es van començar a donar el 1901 i s'atorguen cada any. Premien persones que hagin fet investigacions destacades, hagin inventat tècniques, escrit llibres o fet contribucions notables a la societat. Al doctor Santiago Ramón y Cajal li van donar el premi Nobel de Medicina. També hi ha premis Nobel de Física, Química, Literatura, Economia i Pau.



**Santiago Ramón y Cajal.** Un dels científics que més ha ajudat a entendre com funciona el nostre sistema nerviós. Va néixer el 1852 en un poble d'Aragó. Després d'estudiar Medicina a Saragossa, es va doctorar a Madrid el 1877. Durant la seva etapa a Barcelona, del 1887 al 1892, va desenvolupar la "Teoria de la Neuro-na". El seu enginy i la molta i profitosa feina que va dur a terme va fer que li concedissin el premi Nobel l'any 1906.

**Sinapsi.** És el lloc on l'axó d'una neurona està quasi bé a tocar d'una dendrita de la següent. És on es produeix la comunicació entre les neurones. Aquesta comunicació es produeix gràcies als neurotransmissors que una neurona envia cap a la següent, travessen aquest espai sinàptic i són captats a la dendrita de la neurona que rep la informació. Va ser Ramón y Cajal qui va dir que existia aquest espai, que és tan petit i estret que fins llavors ningú l'havia pogut veure.



**Sistema nerviós.** El nostre sistema nerviós és com una gran xarxa que ens permet rebre informació de l'exterior i de l'interior del nostre cos. El sistema nerviós té dues parts: el sistema nerviós central i el perifèric. El primer és format pels centres de comandament i organització, el cervell i la medulla espinal, i el segon pels nervis, les vies d'informació que surten i arriben del sistema nerviós central cap a la resta del cos.

**Teoria de la neurona.** Va ser l'aportació més important de Ramón y Cajal a la ciència. Explica que el sistema nerviós és compost per les neurones, que són cèl·lules separades entre si. L'impuls nerviós viatja a través de les neurones i travessa el petit espai entre cèl·lula i cèl·lula, la sinapsi.



**Timpà.** És una membrana que està a l'interior de l'oïda. És feta de fibres flexibles que li permeten vibrar quan li arriben les ones sonores de l'exterior. Transmet aquesta vibració als petits ossos de l'interior de l'oïda.

