

# Dossier

## XXI: EL SEGLE DE LA NEUROCIÈNCIA

### MISTERI 1 QUÈ ÉS LA CONSCIÈNCIA?

La consciència és l'estat de la ment que ens permet adonar-nos de les coses que passen al nostre voltant i dins de nosaltres mateixos. Tots els animals amb cervell tenen un cert grau de consciència. Se sap que sorgeix de la interacció dinàmica de moltes xarxes neuronals, com les implicades en els sentits, la memòria o les emocions, i que hi ha tres zones del cervell que li són imprescindibles: el tronc encefàlic, responsable de mantenir el cervell actiu; el tàlem, que és el centre de l'atenció i marca el llindar entre les experiències conscients i les preconscients, i dues zones de l'escorça cerebral implicades en l'anticipació i la planificació. Ara bé, encara no se sap com la interacció dinàmica d'aquestes zones ens permet ser conscients del nostre entorn per relacionar-nos-hi de manera autodirigida.



DAVID BUENO I TORRENS

PROFESSOR I INVESTIGADOR DE LA UB I DIRECTOR DE LA CÀTEDRA DE NEUROEDUCACIÓ UB-EDUIST

# 10 coses que encara no sabem del cervell

### MISTERI 3 COM PODEM TENIR UNA PERCEPCIÓ UNIFICADA DE LA REALITAT?

Totes les percepcions que ens arriben a través dels òrgans dels sentits, de naturalesa i contingut molt divers, es combinen amb els nostres pensaments. Encara més: els òrgans dels sentits estan formats per milers de cèl·lules receptores que envien cadascuna el seu propi missatge al cervell. En cada instant donat, però, no tenim un cúmul d'experiències que se'ns solapen de manera caòtica sinó que totes les entrades sensorials i els pensaments s'unifiquen en una experiència fenomenològica única, que en neurociència cognitiva s'anomena *qualia*. I aquest és el misteri. Com es combinen ràpidament tots els impulsos elèctrics per traduir-se en impressions subjectives com el gust, el color o el dolor? ¿I com s'ho fa el cervell per integrar-ho tot de manera harmònica i dinàmica en una percepció unificada però subjectiva de la realitat?

### MISTERI 4 PER QUÈ PODEM SER CONSCIÈNCIA DE LA NOSTRA CONSCIÈNCIA?

L'autoconsciència és el procés cognitiu que ens permet ser conscients que som conscients, la qual cosa permet que puguem interpretar el món de manera reflexiva. Curiosament, és l'única característica mental que no perdem mai. S'han estudiat molts casos de persones que, a causa d'un traumatisme, un accident vascular, una operació quirúrgica o una malaltia neurodegenerativa han patit la pèrdua d'alguna característica cognitiva, segons la zona del cervell afectada. No obstant això, mai s'ha trobat cap cas en què una persona hagi perdut la capacitat de percebre's com a subjecte individual diferenciat de la resta. Hi ha diverses àrees cerebrals implicades, totes necessàries però cap suficient per ella mateixa, de manera que aquesta facultat resideix en les connexions dinàmiques, passatgeres i fluctuants que s'hi estableixen. I és just aquí on resideix el misteri. Si l'activitat és dinàmica, fluctuant i passatgera i, per tant, aparentment làbil, per què mai no deixem de ser conscients de la nostra pròpia existència?

### MISTERI 2 ¿COM ES DECIDEIX QUINES EXPERIÈNCIES FEM CONSCIÈNCIA I QUINES QUEDEN PRECONSCIÈNCIA?

Rebem dades de l'exterior de manera constant, a través dels òrgans dels sentits, i també informacions procedents de l'interior del nostre cos. Tanmateix, la majoria ens passen desapercibudes, no en som conscients. El cervell les ha gestionades i moltes vegades ha generat respostes, com per exemple quan caminem i esquivem un obstacle que no som conscients d'haver vist. Com es determina quines experiències se'ns fan conscients i quines queden en el preconscient? Se sap que el tàlem estableix el llindar de consciència i que els aspectes emocionals hi juguen un paper destacat, però encara no es coneix la fórmula precisa amb què el tàlem *decideix* fer-nos participants de la situació.

### MISTERI 5 QUÈ FA EL CERVELL QUAN DESCANSEM O QUAN BADEM?

Quan el cervell està en repòs, és a dir, quan descansem o quan badem, tendeix a disminuir l'activitat i aprofitar l'estona per regenerar-se: elimina substàncies de rebuig o refà connexions neuronals, entre altres coses. Tanmateix, les regions implicades en l'autoconsciència mantenen l'activitat intacta o fins i tot sembla que la incrementen, cosa que fa que, proporcionalment, quan estem en repòs aquestes zones estiguin molt més actives que la resta. Això s'anomena *xarxa de funcionament per defecte*. Dit d'una altra manera, per saber qui som és millor assegurar-nos una estona tranquil·lament que mirar-nos al mirall. Per què aquests estats de relaxació i repòs, com els que proporcionen badar o meditar, refermen la percepció del jo?



## 100.000 milions

És la quantitat de neurones que conté aproximadament un cervell humà adult

## 100 bilions

És el nombre de connexions neuronals que estableix un cervell humà

### MISTERI 6 PER QUÈ NO PODEM CONÈIXER LA REALITAT TAL COM ÉS?

Hi ha molts experiments que demostren que sempre percebem la realitat de manera subjectiva. Un dels més clàssics és l'anomenat experiment de la mà de goma. Mitjançant un joc de miralls es fa creure a una persona que una mà de goma situada a continuació del reflex del seu braç és realment la seva mà. Si llavors es punxa la mà de goma, el subjecte percep una punxada que no ha rebut. Dit d'una altra manera, la nostra experiència de la realitat no es basa únicament en el que transmeten els sentits sinó també en les expectatives que tenim, i es veu molt influïda per les experiències prèvies i fins i tot per les creences. Per això cada persona percep una mateixa situació de manera lleugerament diferent. Per què el cervell no ens permet conèixer la realitat tal com és?

### MISTERI 7 ¿FINS A QUIN PUNT LA GENÈTICA CONDICIONA EL NOSTRE COMPORTAMENT?

Dels 20.300 gens que componen el genoma humà, n'hi ha uns 8.000 que en algun moment o altre operen dins el cervell. Tots poden tenir diverses variants, que influeixen en la manera com es construeix i funciona aquest òrgan. Això fa que, de retruc, influeixi en tots els aspectes del nostre temperament i dels comportaments que manifestem. La influència dels gens es quantifica en percentatge i s'anomena heretabilitat. Per exemple, la resiliència té una heretabilitat del 52%. La resta fins a arribar al 100% depèn de les experiències viscudes, de l'educació rebuda i de cada situació ambiental particular. Ara bé, en qualsevol aspecte del temperament o del comportament que analitzem hi intervenen molts gens, que a més interactuen amb l'ambient. La manera precisa com interaccionen totes aquestes variants genètiques entre elles i amb l'ambient és extraordinàriament complexa i, majoritàriament, encara desconeguda.



Cada any a mitjans de desembre se celebra a Estocolm un banquet on assisteixen els membres del comitè que atorga els premis Nobel i els guardonats. El del 2000 va ser en certa manera especial, atès que se celebraven els primers premis del segle XXI. Totes les mirades estaven posades en quina tendència marcarien els premis Nobel del tombant del mil·lenni. El premi Nobel de medicina i fisiologia es va concedir a Arvid Carlsson, Paul Greengard i Eric Kandel pels treballs que havien fet sobre

el cervell, concretament per haver descobert com es comuniquen les neurones mitjançant neurotransmissors. S'estrenava així el que es diu que serà el "segle de la neurociència".

Aquestes últimes dècades s'ha produït l'eclosió de la neurociència aplicada a l'estudi del cervell humà, no només pel que fa a la seva estructura, genètica, epigenètica, bioquímica i funcionament, sinó també en relació a com una estructura física limitada és capaç de generar comportaments complexos adaptables a innumerable situacions i pensaments

eteris aparentment il·limitats. Això ha quedat reflectit en diversos projectes molt ambiciosos, com el Human Connectome Project, el Human Brain Project i el Big Neuron Project, entre d'altres. Tanmateix, malgrat tots aquests projectes i avenços, o més ben dit gràcies a les dades que ens estan aportant, el cervell encara amaga molts enigmes que esperen ser resolts. I és que possiblement és l'objecte més complex de l'univers conegut. Vet aquí deu dels misteris més destacats que encara amaga el cervell.

### MISTERI 9 ¿COM COMPUTA EL CERVELL TOTES LES DADES QUE GESTIONA?

Alan Turing, considerat el pare de la informàtica moderna, va proposar que la manera com funcionen els ordinadors per computar dades del món real ha de ser equivalent a la manera com ho fa el cervell humà. Tanmateix, tots els intents de buscar equivalències han fracassat. La principal diferència és que els ordinadors actuals tenen un conjunt de circuits fixos i estables, mentre que el cervell humà és extraordinàriament flexible. D'una banda, perquè va teixint connexions neuronals noves a partir de cada experiència que tenim. De l'altra, perquè cada pensament pot seguir diversos camins paral·lels dins el cervell, en certa manera com proposa la física quàntica pel que fa a la posició i l'estat de les partícules subatòmiques. ¿Com s'acaben harmonitzant aquests diferents camins neuronals en un pensament final únic? ¿O potser el que passa és que només un dels molts camins possibles se'n acaba fent conscient i la resta s'esvaeixen?

### MISTERI 8 ¿COM AFECTEN LES MODIFICACIONS EPIGENÈTIQUES EL CERVELL DELS NOSTRES FILLS?

Els gens ajusten el seu funcionament en funció de l'ambient on creix i viu cada persona. Una de les maneres que tenen de fer-ho és a través de modificacions epigenètiques, que consisteixen en l'addició de determinades molècules al material genètic que, sense canviar el missatge que conté, n'alteren el funcionament. Tanmateix, s'ha vist que algunes vivències que tenen els progenitors, com per exemple haver patit una experiència molt traumàtica o haver consumit drogues durant l'adolescència i la joventut, poden condicionar les modificacions epigenètiques que tindran els seus descendents, mitjançant els òvuls i els espermatozoides que els formaran. I això pot acabar afectant el seu comportament, normalment augmentant la probabilitat que pateixin trastorns mentals. ¿Com es decideix quines experiències acabaran alterant el funcionament del cervell dels descendents encara no nascuts? I per què tot sovint aquests canvis sembla que perjudiquin les funcions cognitives dels fills?

### MISTERI 10 ¿EXISTEIX EL LLIBRE ALBIR?

L'activitat cerebral associada a la consciència es produeix unes 300 mil·lèsimes de segon abans que ens adonem conscientment de la situació. És un lapse de temps considerable, atesa la velocitat amb què es processa la informació. Dit d'una altra manera, el cervell sap què farem abans que nosaltres mateixos ho sapiguem. Aquesta dada c està en contradicció amb l'existència del llibre albir? Qui decideix com actuem en cada situació? ¿Ho fa el cervell *pel seu compte*, basant-se en l'experiència acumulada i les informacions sensorials i pensaments de cada moment, i després ens n'informa i ens en fa conscients, com sembla suggerir aquesta dada? Hi ha diversitat d'opinions entre neurocientífics respecte a aquest tema. Les respostes impulsives emocionals sembla que es produeixen d'aquesta manera. Tanmateix, les reflexives poden prendre molts més camins. ¿En quin moment actuen les xarxes neuronals implicades en el processament racional i reflexiu de la informació i en la presa de decisions? ¿Fins a quin punt tenim el llibre albir acotat pel funcionament intrínsec del cervell?