

# 1000

## COSES QUE CAL SABER SOBRE EL CERVELL

NEURONES, CONNEXIONS, GENS I PENSAMENTS

David Bueno i Torrens



• Col·lecció De Cent en Cent – 59 •

# 100 coses que cal saber sobre el cervell

Neurones, connexions,  
gens i pensaments

David Bueno i Torrens

**Cossetània**  
EDICIONS

Primera edició: febrer del 2020

© del text: David Bueno i Torrens

© de l'edició:  
9 Grup Editorial  
Cossetània Edicions  
C/ de la Violeta, 6 • 43800 Valls  
Tel. 977 60 25 91  
[cossetania@cossetania.com](mailto:cossetania@cossetania.com)  
[www.cossetania.com](http://www.cossetania.com)

Disseny i composició: 3 × Tres

Impressió: Romanyà Valls, SA

ISBN: 978-84-9034-913-7

DL T 9-2020

I llavors hi ha un préstec:  
un bri de bellesa  
resta dins el cos  
assimilat en la cel·la  
de la consciència.

Del poema "Cicles",  
d'ALEXANDRE PLANAS, *Irrealitats*, 2016

*Per a la Maria,  
l'estímul més fantàstic i interessant  
que té el meu cervell.*

*Per al cervell de l'Arnau i en Gerard,  
ple de joventut i futur.*

## ÍNDIX

Pròleg.....	9
1. Com és el cervell?.....	11
2. Què fa el cervell?.....	13
3. És simètric el cervell?.....	15
4. Què passaria si els dos hemisferis deixessin de parlar-se?.....	17
5. És cert que només fem servir el 10% del cervell?.....	19
6. Què són les neurones i com funcionen?.....	21
7. Què fan els neurotransmissors —o com tuiten les neurones?.....	23
8. Quins neurotransmissors tenim?.....	25
9. Com s'estudia el cervell?.....	27
10. Què és el connectoma?.....	29
11. Quines altres cèl·lules hi ha al cervell?.....	31
12. És completament massís el cervell?.....	33
13. Quan es va començar a estudiar el cervell?.....	35
14. La personalitat depèn de la forma del cervell?.....	37
15. Com estan organitzats l'encèfal i el cervell?.....	39
16. Quina és la funció de l'escorça cerebral?.....	41
17. Què és el sistema límbic?.....	43
18. Com s'originen les conductes sexuals?.....	45
19. Són diferents el cervell masculí i el femení?.....	47
20. Hi ha un cervell homosexual?.....	49
21. És cert que als homes els motiven més les imatges femenines?.....	51
22. Què és la plasticitat neural?.....	53
23. Com decideix cada neurona a qui s'ha de connectar?.....	55
24. Hi pot haver canvis sobtats en la connectivitat neuronal?.....	57
25. Què és el podat sinàptic?.....	59
26. Com percebem el món?.....	61
27. La música pot tenir color i les paraules gust?.....	63
28. Cada part del cos està representada al cervell?.....	65
29. Per què es va originar el cervell?.....	67
30. Per què podem tenir un cervell tan gros?.....	69

31. Quan deixem de tenir un cervell infantil? .....	71
32. Per què la selecció natural ha afavorit un cervell com el nostre? .....	73
33. Continua evolucionant el cervell? .....	75
34. Com es forma el cervell durant la gestació? .....	77
35. Quina relació hi ha entre el cervell i les empremtes dactilars?.....	79
36. Intervenen els gens en la formació del cervell? .....	81
37. Què és la <i>cerebroflèxia</i> ? .....	83
38. Com afecta l'estil de vida de la mare el cervell del fetus? I el pare hi pinta res? ...	85
39. Com canvia el cervell dels infants entre els 0 i els 3 anys?.....	87
40. I entre els 4 i els 11 anys? .....	89
41. Per què l'adolescència és tan moguda? .....	91
42. Què és la memòria, i quantes memòries tenim? .....	93
43. Què és la memòria de treball? .....	95
44. Com es consolida la memòria? Té cap límit? .....	97
45. Podem adquirir les memòries d'altres persones?.....	99
46. Per què automatitzem les conductes? .....	101
47. Què són les emocions i per a què serveixen? .....	103
48. Què és el cervell social? .....	105
49. Per què hi ha coses que recordem molt millor que altres? .....	107
50. Per què quan estem motivats podem treballar moltes hores sense cansar-nos?...	109
51. Què és la personalitat i d'on sorgeix? .....	111
52. Què són les neurones mirall i per a què serveixen? .....	113
53. Què és la teoria de la ment? .....	115
54. Per què no podem manipular objectes molt petits mentre parlem? .....	117
55. Com ens afecta la lectura? .....	119
56. Què té a veure el llenguatge amb treure polls del cap d'un company?.....	121
57. Què és la consciència?.....	123
58. Som conscients de tot el que ens envolta? .....	125
59. Com sé que jo soc jo?.....	127
60. És cert que les persones hipnotitzades no són conscients del que fan?.....	129
61. L'esport afecta el cervell? .....	131
62. I la meditació, el ioga, el tai-txi i el <i>mindfulness</i> , li fan res al cervell?.....	133
63. Com influeix l'alimentació en el cervell? .....	135
64. Per què els nostres avantpassats van trigar tant a decidir-se a sortir de l'Àfrica?...	137
65. Què és la intuïció? .....	139
66. Ens enganya el cervell?.....	141
67. Ens veiem tal com som?.....	143
68. Com prenem decisions? I per què prendre decisions ens fa sentir bé? .....	145
69. Fins a quin punt som responsables dels nostres actes? .....	147
70. Recordem bé les accions que realitzem o que presenciem? .....	149
71. Som lliures? .....	151
72. En quins moments tenim el cervell més actiu? .....	153
73. El cervell escolta els bacteris que tenim als budells? .....	155
74. Com afecten les experiències religioses el cervell? .....	157

75. Hi ha lloc per a un esperit dins el cervell?.....	159
76. Per què riem quan ens fan pessigolles?.....	161
77. La felicitat neix al cervell?.....	163
78. La pobresa afecta el cervell?.....	165
79. Per què somniem?.....	167
80. On és l'empatia?.....	169
81. Podem connectar dos cervells?.....	171
82. De què depèn la intel·ligència?.....	173
83. Què és la creativitat i com la genera el cervell?.....	175
84. Quina és la manera natural d'aprendre?.....	177
85. Per què les addiccions són tan "addictives"?.....	179
86. Per què agrada tant el futbol?.....	181
87. Com ens afecten les noves tecnologies?.....	183
88. Com influeixen les experiències traumàtiques?.....	185
89. Per què hi ha persones més agressives que altres?.....	187
90. Per què hi ha persones capaces de sacrificar-se per una causa?.....	189
91. Què hi fan, els dogmes, dins el cervell? I els podem eliminar?.....	191
92. Per què estimem incondicionalment els fills?.....	193
93. Si som tan intel·ligents, per què som l'única espècie que té malalties neurodegeneratives?.....	195
94. Com afecta l'estrès el cervell?.....	197
95. Què li fa, la música, al cervell?.....	199
96. Per què podem deshumanitzar persones?.....	201
97. La moral neix al cervell?.....	203
98. Es poden esborrar els records traumàtics i implantar-ne d'agradables, encara que siguin falsos?.....	205
99. Podem mantenir el cervell sempre jove?.....	207
100. Podem augmentar les nostres capacitats cognitives?.....	209

## PRÒLEG

*El cervell, l'última frontera.*

*Aquestes són les descobertes estel·lars de la neurociència, en missió permanent d'explorar noves connexions neuronals, de cercar nous gens i noves possibilitats cerebrals, anant allà on no ha estat mai ningú!*

Qualsevol afeccionat a la ciència-ficció o a les sèries clàssiques de televisió reconeixerà ràpidament l'origen d'aquesta frase, amb la qual s'iniciaven tots els episodis de la mítica sèrie *Star Trek*. Tanmateix, l'he modificada a la meua conveniència i no és exactament igual que l'original. Molt possiblement, només llegint la primera part ("El cervell, l'última frontera"), automàticament els pensaments del lector, si ja la coneixia d'abans, hauran reproduït la resta. I probablement fins i tot algunes neurones s'hauran activat i li hauran permès escoltar, dins el seu cap, fragments del tema musical d'obertura o de tancament dels capítols. I si n'era un fan, fins i tot haurà notat certes reaccions emocionals. Per què recordem tan bé aquesta frase i, en canvi, possiblement no recordem quina és la darrera cosa que hem dit a la nostra parella o als companys de pis just abans de marxar aquest matí cap a la feina, o què ens han contestat ells? I per què podem inferir-la amb les paraules originals si aquí estan modificades, i com és que hem sentit dins nostre la música que l'acompanyava si ningú no l'està tocant?

Lluny de ser ciència-ficció, l'exploració del cervell humà, del nostre espai interior més íntim i personal, aparentment inalienable, es troba en un dels moments més "fascinants" de la història, com diria el també mític senyor Spock, l'entranyable vulcanià que ocupava el lloc d'oficial científic de la nau *Enterprise* i que, com a part de



la tradició cultural del seu poble, havia eliminat les emocions. Des de fa uns anys, la utilització de tècniques no invasives d'anàlisi i de generació d'imatges permet estudiar l'activitat cerebral en qualsevol persona i en qualsevol situació de la vida quotidiana, i també permet correlacionar aquesta activitat diferencial amb els pensaments i les respostes mentals del moment. Què són les emocions dins el cervell? Podríem viure sense emocions, com pretenia fer, no sempre amb èxit, el senyor Spock? Què s'activa quan ens avorrim? I quan resollem un problema d'àlgebra? El nostre cervell funciona de la mateixa manera quan estem sols fent un solitari que quan estem amb un grup d'amics jugant a la botifarra?

L'estudi del cervell, de com es desenvolupa, dels gens que intervenen en el seu funcionament i de com es formen i reformen les connexions neurals, ens ha obert també la porta a entendre aspectes del nostre comportament que tradicionalment s'havien deixat al marge de la biologia. Per què hi ha persones més empàtiques que d'altres, o més creatives o afeccionades al risc? Com decidim a qui votem en unes eleccions? Les persones que fan servir la violència neixen o es fan? Fins i tot, podem modificar el nostre cervell a voluntat, incorporant, per exemple, ginyes tecnològics que n'augmentin la memòria, o afavorint que es mantingui en un estat d'eterna joventut?

En aquest llibre us proposo un viatge que ens endinsarà en l'òrgan més desconegut, desconcertant i innovador del nostre cos, el cervell, l'activitat del qual, paradoxalment, és la que ens permet investigar-lo. Conèixer el cervell és una manera de conèixer-nos a nosaltres mateixos. No cal, però, que compreu cap bitllet per viatjar amb la nau del coneixement que ens hi portarà. Només cal tenir la ment oberta, el cervell actiu i ganes de gaudir. Trobareu 100 aspectes diferents sobre què és, com es forma i com funciona el cervell, quin ha estat el procés evolutiu que l'ha modelat, com aprenem i oblidem, com la seva activitat es tradueix en pensaments i accions concretes, i un llarg etcètera d'altres qüestions.

El cervell és, possiblement, l'última frontera del coneixement sobre nosaltres mateixos. L'última i potser també la definitiva, per saber qui som i com som, per què fem el que fem i ens comportem com ho fem. I per reflexionar sobre si ho podríem fer diferent.

## 01 / 100

### COM ÉS EL CERVELL?

El cervell és un òrgan que té la mida d'un coco, pesa aproximadament 1 quilo i mig, té la textura de la mantega freda i el seu color, vist de fora, és blanquinós amb tons lleugerament rosats o grisosos. Es troba tancat dins el crani, i presenta dos hemisferis solcats per una sèrie de circumvolucions, la qual cosa li confereix un aspecte relativament semblant a una nou. També hi ha qui diu que la seva forma recorda una coliflor, però sobre gustos culinaris no hi ha res a dir. Si agafem un cervell i el tallem pel mig, distingirem capes més grises alternades amb altres de més blanques, alguna cavitat interior i ben poca cosa més. Si en voleu veure un al natural, us recomano que compreu un cervell de xai, que és semblant al nostre però amb menys solcs a la superfície i més petits. Perquè no sigui tan tou i el pugueu tallar millor, l'ideal és posar-lo al congelador i, quan estigui mig congelat, el tal·leu. Tindrà més consistència i podreu observar-ne molt millor l'interior.

Explicat d'aquesta manera pot fer l'efecte que no és un òrgan gaire apassionant, però no feu cas de la seva aparença més aviat fada. Com diu la dita popular, les aparences enganyen. És l'òrgan més complex del nostre cos i, sens dubte, el més sorprenent. És format per uns 86.000 milions de neurones, però tampoc us deixeu sorprendre per aquesta dada. El cervell d'un elefant en té 257.000 milions i, des d'aquesta perspectiva, fa empal·lidir el nostre. Però, com també s'acostuma a dir, no sempre és qüestió de quantitat, sinó també de qualitat.

El cervell d'un elefant té moltes més neurones que el nostre, però el seu cos també és molt més gros. Per això cal relativitzar les mides.

Una de les millors maneres de fer-ho és amb l'anomenat quocient d'encefalització, que té en compte la mida relativa del cervell respecte al cos. I aquí sí que ens podem posar una medalla: el nostre supera, de llarg, el d'un elefant. I també el de qualsevol altre animal, la qual cosa vol dir que ens "sobren" més neurones que podem dedicar a altres tasques, a banda de controlar les activitats del cos. El coeficient d'encefalització humà oscil·la entre 7,4 i 7,8, segons el pes de l'individu, i el dels elefants africans és només d'1,13 a 2,36, malgrat que mostren signes d'una incipient intel·ligència social. Aquí els guanyem per golejada. Només com a curiositat, el dels ximpanzés, els nostres germans evolutius que poden fer servir eines però no les saben fabricar, és de 2,2 a 2,5. I el dels gossos, que són capaços d'empatitzar amb les persones, oscil·la al voltant d'1,2, no gaire més que el d'alguns lloros que també tenen capacitat d'aprenentatge, que és d'1,0. Per cert, el que més s'acosta al nostre és el dels dofins, de 5,25. També tenen signes evidents d'una incipient intel·ligència, com els elefants o els primats antropomorfs, i utilitzen un llenguatge molt bàsic amb dialectes, amb el qual es transmeten informació precisa i posen nom als seus fills, però bona part d'aquest extra cerebral el fan servir per al seu sistema d'ecolocalització i sembla que els calen moltes més neurones per controlar els moviments del cos dins l'aigua.

A banda de tot això, tampoc a nosaltres ens ve de 5.000 o 10.000 milions de neurones més o menys. De fet, la mida dels cervells de les persones és molt variable. De mitjana, en els adults ocupa un volum d'uns 1.200 a 1.350 cm<sup>3</sup>, però les diferències interpersonals són molt grans: oscil·len entre poc menys de 950 cm<sup>3</sup> (menys d'un litre) i quasi 1.500 cm<sup>3</sup> (un litre i mig). Aquestes diferències, però, no influeixen en la intel·ligència ni en cap altre capacitat mental.

Què és el més important, doncs? Ras i curt, les connexions que s'estableixen entre les neurones. Es calcula que un sol cervell humà pot tenir 200 bilions de connexions, malgrat que ningú no s'ha dedicat a contar-les una per una. Fins no fa gaire, es deia que en teníem uns 2 bilions, i ara n'hi ha que s'atreveixen a dir que potser en tenim 1.000 bilions o més. Sigui com sigui, s'ha calculat que si posem totes aquestes connexions una darrere l'altra fent un cable, un sol cervell humà faria quatre vegades la volta a la Terra!

## 02 / 100

### QUÈ FA EL CERVELL?

El cervell fa moltes coses, però tota la seva activitat es pot resumir en una sola frase: permet que sobrevisquem adaptant la fisiologia corporal i el comportament a cada circumstància concreta, en un ambient sempre canviant. Controla i coordina els moviments del cos, especialment els voluntaris; capta informació de l'entorn a través dels òrgans dels sentits, la interpreta i la integra; respon automàticament a les amenaces externes, de forma inconscient; ens permet conèixer el nostre estat interior i exterior —si tenim gana o estem tips, si tenim fred o calor, si hi ha alguna cosa que ens faci mal, etcètera—; controla la transició entre els estats de son i vigília; genera i gestiona els nostres comportaments, com l' enamorament, l'agressivitat, el plaer, la sorpresa, l'amistat, l'enveja, l'empatia i l'altruisme, entre molts altres, i és la seu de les funcions mentals, com les emocions, la memòria, l'aprenentatge, l'atenció, la cognició, la percepció, la motivació o la presa de decisions, per esmentar-ne només algunes. Sense aquestes activitats, no sobreviuríem.

En aquest sentit, hem de distingir clarament el cervell de la ment. El cervell és un òrgan psicobiològic, com ho és també el pàncrees, un dit o els ulls. Com a òrgan, el seu funcionament es regeix per una sèrie de funcions i activitats cel·lulars, les quals al seu torn venen guiades pels seus gens i per tota una colla d'altres molècules, entre les quals els anomenats neurotransmissors. La ment, en canvi, intangible però ben real, és el conjunt de funcions psíquiques i facultats intel·lectuals de la persona. El funcionament del cervell genera la ment, i la ment, aquests pensaments, també actuen sobre el cervell i ajuden a modelar-lo. De la mateixa manera que el cervell condiona

els pensaments, allò que pensem condiciona també l'estructura física del cervell. No us hi amoïneu gaire, però, amb tot això. Encara ens queden 98 capítols més per parlar-ne!

Un dels grans problemes que la neurociència encara no ha resolt del tot és com el funcionament d'un cervell biològic genera una ment individual intangible. Tenim moltes dades, però falta acabar d'encaixar-les totes. Es diu que la ment és una propietat emergent del cervell. Una propietat emergent és aquella que sorgeix de la interacció de les diverses parts d'un sistema complex, com ho és el cervell, però que no es limita a ser simplement una suma d'aquestes parts, sinó que, en combinar-les totes, les ultrapassa. És com si diguéssim que  $2 + 2 = 4$  —això seria la suma estricta de les parts—, o alternativament que  $2 \times 2$  és un 22 —una xifra que ultrapassa la simple suma de les dues anteriors.

Sigui com sigui, una de les millors proves de l'extraordinària activitat del cervell és la quantitat d'energia que consumeix per poder funcionar correctament. Comparada amb la resta del cos, sembla absolutament desmesurada. Una de les maneres que es fan servir per mesurar el consum d'energia d'un òrgan és a través de l'oxigen que utilitza, atès que aquesta molècula és imprescindible per cremar sucres amb la màxima eficiència —i també altres biomolècules, com els greixos. Només esmento els sucres, però, perquè el cervell és si-barita fins a extrems insospitats. La major part de cèl·lules del cos poden obtenir energia dels sucres, els greixos i, si fa falta, fins i tot de les proteïnes. Però les neurones únicament poden fer servir glucosa com a font d'energia. D'enlloc més. Doncs bé, si retornem al consum d'oxigen, malgrat que el cervell representa aproximadament el 3% del pes corporal, consumeix el 30% de tot l'oxigen que inspirem! L'altre 97% del nostre cos s'ha de conformar amb el 70% d'oxigen restant. Per això, si manca oxigen, ràpidament perdem la consciència i morim. El cervell no pot sobreviure més de 4 o 5 minuts sense oxigen, i molt abans perdem la consciència.

Tanmateix, potser la definició més gràfica és la que va dir Albert Einstein: "El cervell és com un paracaigudes, només serveix si el tenim obert."

## 03 / 100

## ÉS SIMÈTRIC EL CERVELL?

Assumim que el cervell sembla una nou, amb dos hemisferis units i solcats per circumvolucions. En principi, por semblar, com en una nou, que cada meitat del cervell és idèntica a l'altra, que els dos hemisferis són simètrics. Si encara conserveu el cervell de xai de l'experiment que us proposava al primer capítol, ho podeu comprovar. Talleu-lo just pel mig, poseu un mirall al lloc del tall i comproveu si la imatge especular d'un dels hemisferis és idèntica a l'altre hemisferi. A primer cop d'ull us pot semblar que sí que són simètrics, però, malgrat que els dos hemisferis s'assemblen molt, no són idèntics del tot. El cervell de les persones també presenta unes diferències clares que es relacionen amb les tasques que realitza.

Tradicionalment s'ha dit que l'hemisferi esquerre és lògic i analític, i el dret és emotiu, intuïtiu, artístic i creatiu. Tanmateix, malgrat que presenten algunes diferències, aquesta separació dicotòmica radical pel que fa a la seva funció és un mite. Es va originar durant la segona meitat del segle XIX, arran dels primers treballs sobre el cervell, i s'ha perpetuat fins l'actualitat. Tots dos hemisferis són lògics, analítics, emotius, intuïtius, artístics i creatius, la qual cosa no vol dir que un dels dos hemisferis estigui més actiu que l'altre quan realitzem alguna d'aquestes funcions. Però tots dos són necessaris per a totes.

En l'àmbit anatòmic, l'hemisferi esquerre acostuma a ser una mica més gros que el dret, i la part occipital, la que toca al clatell, sobresurt més. En canvi, l'hemisferi dret sobresurt una mica més que l'esquerre a la zona frontal. Una altra diferència destacada la trobem en un solc que separa la zona frontal de la temporal —que és la que es troba a l'alçada de les temples. S'anomena cissura de Silvi, i és més

llarga en l'hemisferi esquerre de les persones dretanes. Curiosament, aquesta diferència ja és ben visible al final de l'etapa fetal, abans del naixement. Ser dretà o esquerrà té una base neural que és anterior al fet de començar a escriure.

A l'interior del cervell, a nivell microscòpic, les diferències entre ambdós hemisferis encara són més evidents. En l'escorça cerebral, que és la part més externa del cervell, les neurones s'organitzen formant unes columnes regulars, que es van apilant l'una al costat de l'altra. Tots dos hemisferis tenen, en aquesta zona, unes àrees que estan especialitzades en el processament del llenguatge (de les quals parlaré en un altre capítol). Doncs bé, les columnes d'aquestes àrees de l'hemisferi esquerre són més amples i estan més interconnectades que les del dret. Aquest fet es tradueix en un aspecte molt concret del funcionament del cervell. Més enllà del mite clàssic, el llenguatge sent preferència per l'hemisferi esquerre, la qual cosa no vol dir que el dret no hi intervingui.

I l'hemisferi dret, no té cap activitat en què destaquï sobre l'esquerre? Doncs sí. Curiosament, la capacitat d'orientació espacial sent preferència pel dret. No deixa de ser curiosa aquesta preferència per un hemisferi o un altre del llenguatge i la capacitat d'orientació, que reproduïx aquella creença també força estesa segons la qual les dones parlen més i els homes s'orienten millor. Però encara no toca parlar de les diferències de gènere.

Aquestes asimetries no són exclusives de les persones, i es troben presents en molts animals. Evolutivament es calcula que van sorgir fa uns 500 milions d'anys, poc després de la gran explosió vital del període cambrià, en què es va originar en molt poc temps la major part de grups d'animals actuals. Tenir un cervell asimètric va lligat a l'evolució dels animals. El motiu original que les va generar, però, continua sent un misteri. Possiblement contribueixen a refinar les accions mentals, atès que donen més diversitat i riquesa al funcionament del cervell. Les diferències enriqueixen la vida, també la del cervell.