

Jean-Pierre Changeux, neurobiòleg

“Les neurones tenen esperit”

Jean-Pierre Changeux és neurobiòleg, treballa al College de France i a l'Institut Pasteur de París. Ha aconseguit fer de llibres sobre el sistema nerviós vertaders *best-sellers*. Uns anys després de *L'home neuronal*, ha tingut un nou èxit amb *Matière a pensée*.

Normalment, els neurobiòlegs s'interessaven pel cervell, deixant als psicòlegs i als filòsofs els problemes de l'esperit. En els seus llibres, sobretot en el darrer, *Matèria de pensament, barreja tranquil·lament els gèneres. Vostè parla de raó, de consciència, d'intenció... ¿S'està tornant l'estudi del cervell una ciència tastaolletes?*

—La separació del cos i de l'esperit és un mal que patim des de Descartes i s'ha agreujat a principis de segle, pel moviment behaviorista, que s'ocupava prioritàriament del comportament sense preocupar-se del cervell, però també per la psicoanàlisi, que progressivament ha separat el psiquisme del seu suport biològic.

Penso que avui no és necessària aquesta separació: s'ha esborrat amb els progressos de la ciència. Ara abordarem les bases materials del pensament humà, estudiem les propietats de les cèl·lules nervioses que permeten elaborar representacions mentals i guardar-les en la memòria, raonar, aprendre... És ben evident que això pertoca a tothom, especialment als filòsofs. Les fronteres entre les disciplines esclaten: es parla ara de “Ciències cognitives” per evocar la convergència entre matemàtiques, neurobiologia, psicologia, informàtica...

—¿Què és el que trastoca fins aquest punt el nostre coneixement del cervell?

—Des de fa uns quants anys és possible estudiar-lo al nivell més elemental; el de la cèl·lula nerviosa, la neurona. N'hi ha prop de 100.000 milions dins el cervell humà. És enorme. Podem registrar l'activitat d'una sola d'aquestes cèl·lules i determinar quina és la seva contribució al funcionament cerebral. S'ha descobert que cada neurona, agafada individualment, era molt especialitzada. Així, el còrtex visual està organitzat com un mapa de la retina, és a dir, del món que l'im-

pressiona. Aquesta neurona s'activa quan l'ull detecta un raig de llum d'una orientació ben precisa. La neurona veïna ho farà per una orientació lleugerament diferent. Així, cada regió del cervell es compon de neurones que posseeixen diferents funcions. La identificació de la forma, del color, del moviment dins les àrees visuals, per exemple. Les del còrtex frontal, molt desenvolupat en l'home, estan associades al pensament racional. O també, dins el lòbul temporal, hi ha neurones molt especialitzades que tenen un paper dins el reconeixement de les cares.

—¿Com se sap això?

—S'ha estudiat amb la mona desperta. Amb un microelectrode es pot punxar una sola neurona i enregistrar-ne l'activitat elèctrica, és a dir, localitzar impulsos nerviosos. Això permet determinar si aquesta neurona funciona quan a la mona se li presenten cares de perfil, de cara, amb els ulls, sense els ulls, etcètera. Resultat: es troba una especificitat sorprenent. Algunes neurones responen només a les cares de front, altres a les cares de front i de perfil, d'altres a la mirada...

—¿L'especialització de les neurones seria, doncs, una propietat general del cervell?

—Sí, però atenció: existeix una interconnexió molt rica entre les àrees del cervell. Cada neurona posseeix una individualitat però participa al mateix temps en operacions que mobilitzen altres neurones situades dins unes regions molt diferents del cervell.

—¿Es disposa actualment d'un mapa precís del cervell?

—No en tenim a l'escala de la neurona (l'ordre de 10 milionèsimes de metre). Hi ha tècniques, però, com la càmera de positrons, que permeten determinar quines són les zones del cervell que entren en activitat per una funció precisa i permeten establir una topografia d'una resolució d'alguns mil·límetres. El que és bastant divertit és que els contorns d'aquest

mapa poden diferir d'un individu a l'altre. —¿Això vol dir que el cervell es desenvolupa segons la història de cada individu?

—Exactament. Les relacions que hem lligat amb el nostre entorn han anat conformant el nostre cervell. Les experiències de l'americà Eimas sobre la percepció del llenguatge ens ho demostren molt bé. A l'Índia, els adults que parlen indi saben fer la distinció entre dos sons *ta*, diferència que nosaltres, els europeus, no percebem. Per la seva part, els japonesos no arriben a distingir el so *ra* del so *la*. En realitat, quan naixen, tots els bebès, qualsevol que sigui el seu origen, tenen la facultat de distingir aquests matisos. Però la perden ràpidament, perquè la llengua dins la qual estan submergits no els utilitza.

—Per a vostè, tota activitat mental, l'evocació d'una imatge, per exemple ¿posseeix un suport material dins el cervell?

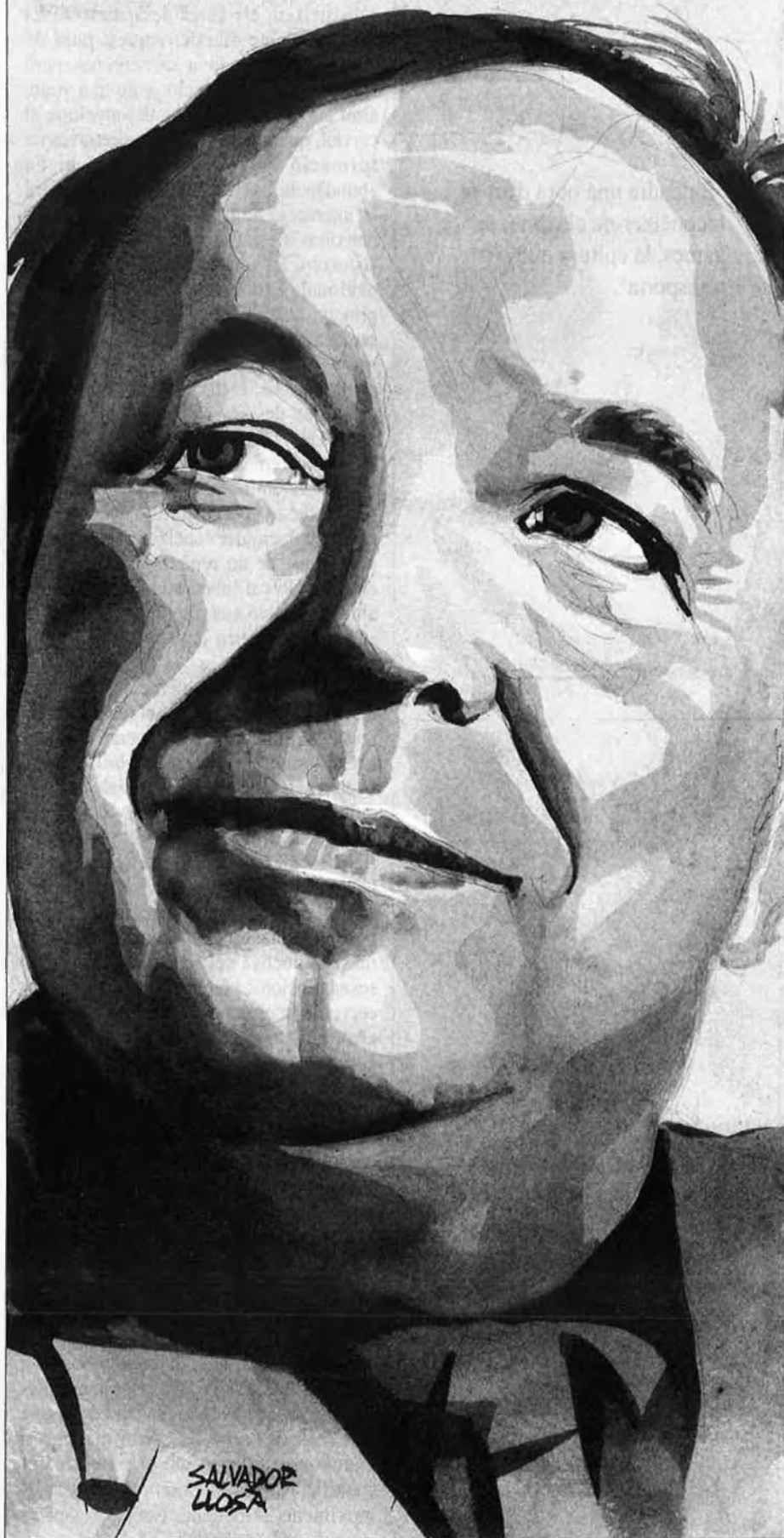
—Sí. Curiosament és un psicòleg, Donald Hebb, el primer que va avançar aquesta idea. Una representació mental s'identifica amb l'entrada en activitat concertada d'una agrupació de neurones.

—Quan miro la seva cara ¿hi ha doncs en el meu cervell una certa combinació de neurones en activitat que li correspon?

—Sí, en les seves àrees visuals, componen una imatge que s'assembla una mica al que rep la seva retina. Però d'altres neurones estan també en activitat en el seu còrtex frontal, perquè la vista de la meua cara us suggereix altres pensaments. El mapa de les seves neurones actives en el moment en què em mira és, sens dubte, molt complex.

—Quan, més tard, tornaré a pensar en la seva cara, ¿el meu cervell cridarà el mateix conjunt de neurones?

—Més aviat diguem que fragments d'aquest conjunt. Li faltaran peces del trencaclosques, la qual cosa li donarà de



mi una imatge mental incompleta.

—*Però com pot el meu cervell guardar d'aquesta forma les empremtes de la seva cara, encara que siguin incompletes?*

—Es coneix encara malament el procediment de la memorització. Però podem imaginar que hi ha canvis moleculars a nivell de les connexions de neurones que deixen obert o tancat el pas de l'influx nerviós. Això donaria pas a la formació de configuracions latents, llestes per a ser reactivades. Evidentment, una mateixa neurona pot tenir diverses portes obertes que es preparen a participar en combinacions diferents. No oblideu que una sola neurona pot establir prop de 10.000 connexions amb les seves homòlogues. Ni tampoc que hi ha 10.000 milions de neurones. Imagineu el nombre de combinacions que això permet. Podran activar-se intencionadament, al moment de la focalització de l'atenció o fora d'aquesta, com durant els somnis.

—*Hi ha també conjunts de neurones que materialitzen l'alegria o la tristesa?*

—És difícil d'analitzar experimentalment un estat emocional. Agafem fàcilment les manifestacions exteriors. Es diu que la regió del cervell que està més directament implicada és el sistema límbic, una de les parts més antigues del còrtex. Però la coneixem malament encara que sigui una regió a la qual s'adrecen els tranquil·litzants, els antidepressius i moltes drogues.

—*Però podem explicar com, per exemple, el tabac actua sobre les neurones?*

—Sap que el cervell d'un fumador és diferent del d'un no fumador? L'ús del tabac l'ha modificat químicament: ha augmentat el nombre de receptors de nicotina (molècules que fixen l'acetilcolina, una substància que serveix per a la comunicació entre neurones dins el cervell). I aquestes intervenen en l'atenció o la memòria.

Per a exercir plenament les seves facultats, el cervell d'un fumador té doncs una necessitat permanent de nicotina. Perquè amb excés de receptors, el seu cervell no funcionaria d'una manera òptima sense nicotina. Hi ha una dependència. El fumador esdevé, en certa manera, un disminuït cerebral.

—*I si es deixa de fumar?*

—Es necessitaran uns quants mesos abans que el cervell retrobi el nombre normal de receptors. I no parlo de les altres incidències sobre l'organisme. Al meu parer, la nicotina és una droga dura.

—*En el vostre diàleg amb el matemàtic Alain Connes, evoqueu un fenomen molt*

particular i, sens dubte, molt humà: la il·luminació que sorprèn algunes vegades el cervell del creador o de l'investigador.

—És un terme que ja ha estat utilitzat per Poincaré. Sap, es mira un problema en tots els sentits, es plantegen múltiples possibilitats... i, de sobte, una idea sorgeix en el pensament, és l'espurna. La meua interpretació és que, al llarg de la reflexió, combinacions de neurones actives se succeeixen, o si preferiu, representacions mentals, d'una manera una mica aleatòria. I, de sobte, una d'elles entra en ressonància amb les altres. Es pot concebre aquesta *il·luminació* com un desbordament del còrtex frontal que envaeix el sistema límbic. Així, hi ha una posada en harmonia de la raó i del plaer. Això es produeix també quan estem emocionats per exemple per una obra d'art. Però els conjunts de neurones que es posen en joc són certament diferents. Jo ho he sentit en descobrir per primera vegada la *Pietà* de Miquel Àngel. Per a mi és d'una bellesa tan inesperada, tan trasbalsadora, amb una riquesa d'expressió i harmonia tan grans entre la cara de la verge i de Crist... Vaig estar realment transportat per una mena d'il·luminació ...

—*¿Un foc artificial cerebral?*

—No. Tampoc és una crisi d'epilèpsia. L'art no és només plaer estètic, sinó que també és raó. Entendre una obra d'art és reconèixer-ne els ritmes, les formes, la cultura que transporten. Un quadre es veu alhora amb els ulls i amb el cervell, sobretot amb el lòbul frontal.

El plaer i la raó. Amb experiència aconseguim, per exemple, distingir un quadre original d'una còpia realitzada per un alumne del mestre. L'obra original us marca més per la manera com estan dibuixades les mans, per l'organització dels encoberts, l'harmonia dels colors; sovint, també, per una rapidesa de la línia que el copista no ha pogut assimilar. Quan es reconeix el *savoir faire* d'un mestre, també es produeix una mena d'il·luminació.

—*Sempre parla d'evolució darwiniana... Vostè ho emprà per a explicar l'evolució de les espècies, però també el desenvolupament del cervell, el funcionament del pensament i fins i tot la creació artística.*

—Sí, penso que és un principi fonamental d'autoorganització. Hi ha dos temps: primer, una abundància, una diversificació espontània i després una selecció. Dins l'evolució de les espècies, la diversitat prové del gen, i la selecció es va efectuant al llarg de les generacions: els

"Entendre una obra d'art és reconèixer-ne el ritme, les games, la cultura que transporta".

"Per a exercir plenament les seves facultats, el cervell d'un fumador té una necessitat permanent de nicotina".

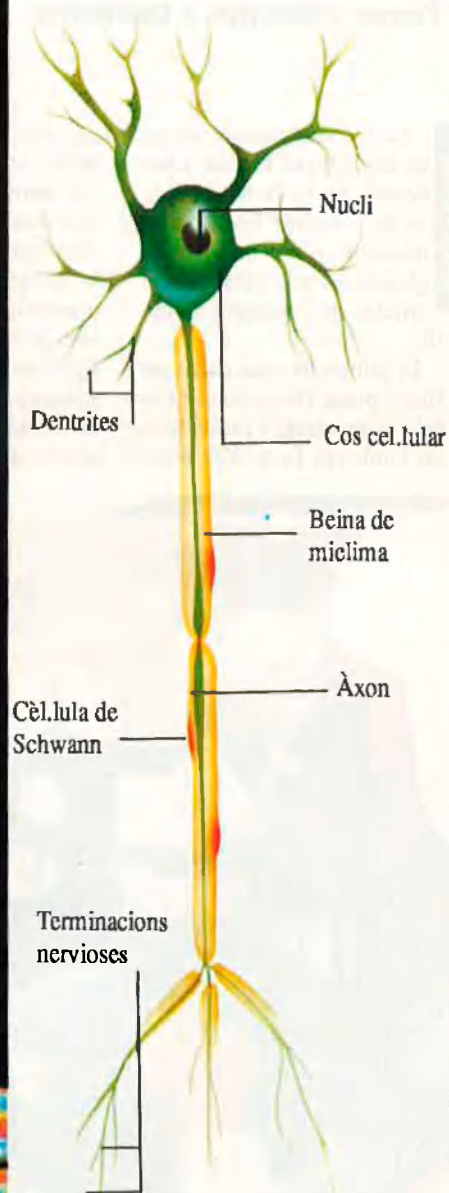
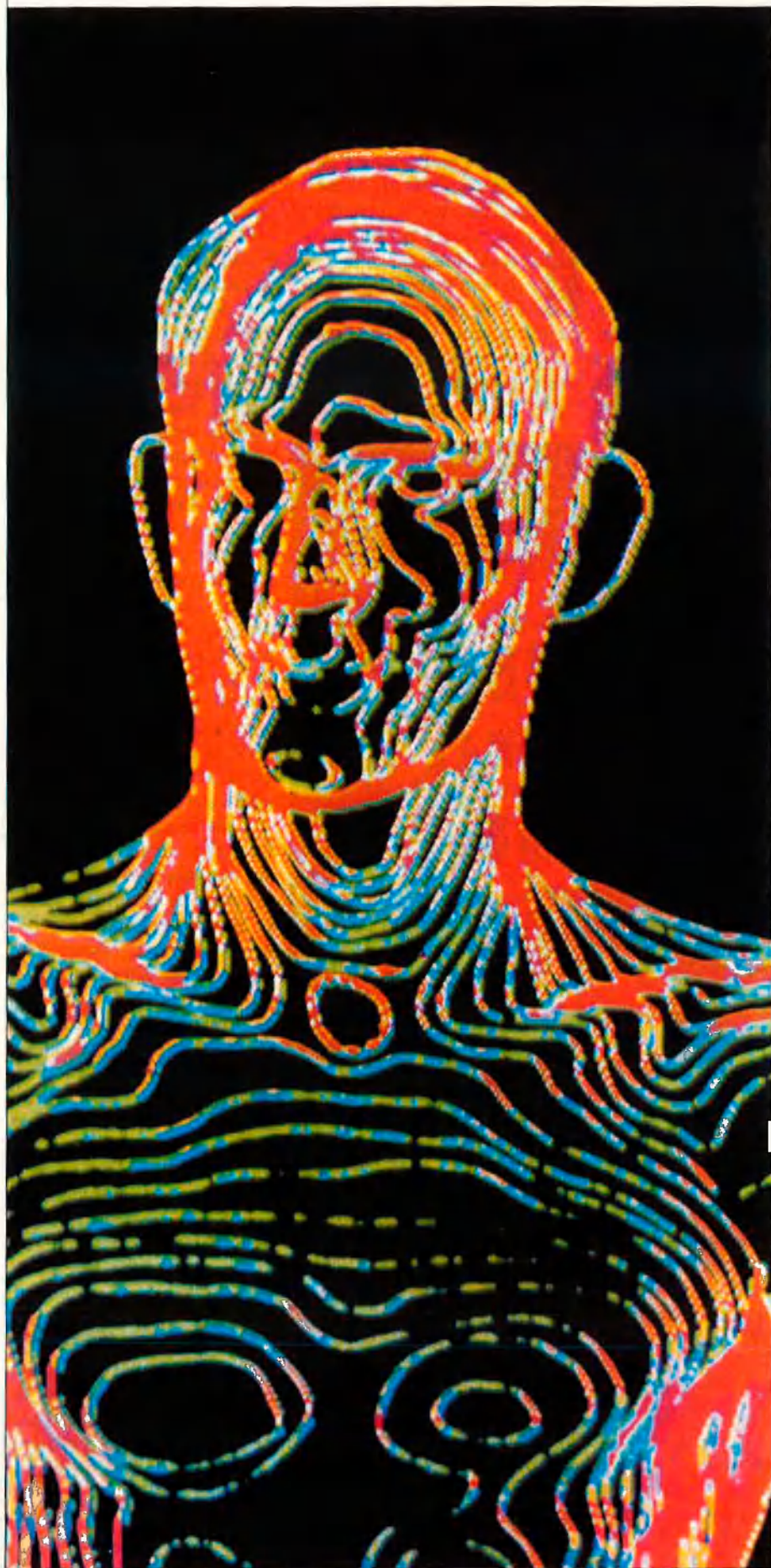
individus que millor s'adapten a l'entorn subsisteixen, els altres desapareixen. És el darwinisme clàssic. Aquest punt de vista es pot estendre a les neurones, però en aquest cas la selecció ja no té a veure amb els gens. Mentre es desenvolupa el cervell, quan hi ha onades successives de formació de les connexions, hi ha abundància i selecció: quan es produeix la interacció amb l'exterior, algunes connexions s'estabilitzen, d'altres no subsisteixen. És una forma de darwinisme neuronal. Es pot retrobar inclús aquest principi quan hi ha l'elaboració del pensament. Les neurones entren en funcionament simultani, es produeixen diverses combinacions, es formen pre-representacions que després s'encadenen... Si una d'elles entra en ressonància amb un estat intern o extern, entra en memòria. Les altres no. És un tipus de darwinisme mental. També es podria aplicar aquest principi a l'evolució del coneixement. Hi ha el gran mèrit de no remetre's a una causa externa. No cal invocar la Creació o cap altra explicació metafísica.

—*Vostè es mostra decididament materialista.*

—Sí. El pensament materialista no és una ideologia. És una disciplina que tracta de fer taula rasa de qualsevol metafísica, una actitud natural per al neurobiòleg, que s'interessa en les bases materials del psiquisme. Això, du a una mena d'ascesi intel·lectual, perquè el punt de vista materialista exigeix un replantejament constant i crític de les pròpies creences, de les afinitats intel·lectuals. Això imposa també una lluita sense fi contra una visió massa reductiva del nostre cervell i de les seves funcions: pretendre que l'estudi del cervell només és una qüestió de química elemental seria oblidar la complexitat de la seva organització, de la seva evolució i del seu desenvolupament, en un entorn social particular. Penso que tots hauríem de lluitar contra el que és irracional. Sap, el que costa més d'acceptar, per a un ésser humà, és que viu en un món del qual només coneix una part molt minsa. D'aquesta manera, les creences es desenvolupen com a substituïts del coneixement científic. En totes les èpoques, la ciència ha hagut de lluitar contra els dogmes i les ideologies.

—*També ella ha produït ideologies.*

—És veritat, però la seva principal característica és que evoluciona. Els dogmes i les creences no ho fan. Avui dia encara entren en conflicte amb el coneixement científic. Només cal observar tots aquests moviments fonamentalistes... Potser és



Parts que formen la neurona.

perquè la ciència no arriba prou al públic i que tampoc disposa d'una ètica adaptada a la ciència moderna. Hauríem d'aconseguir que es desenvolupés una ètica global i universal, la de l'espècie humana, la dels drets de l'home al cap i a la fi, que anés més enllà de les cultures particulars i que pogués revisar-se en funció dels progressos del coneixement.

—*¡Un sistema evolutiu, una vegada més!*

—Exactament. L'ètica hauria d'incloure la llibertat de renovar els seus principis. I això es una reflexió que no només hauríem de tenir els filòsofs i els científics, sinó cadascun de nosaltres.

Dominique Simonet *L'Express*
Traducció: Ophélie Rovira