

L'home neuronal

El doctor Jean-Pierre Changeux, eminent professor al Collège de France i a l'Institut Pasteur, ha causat un extraordinari impacte en el món cultural francès amb la publicació d'un llibre intitulat *L'Homme neuronal* (Ed. Fayard, 1983).

Les ciències del sistema nerviós han assolit aquests últims vint anys una espectacular expansió, succeint així al desenvolupament de la física i la biologia molecular.

És ara, explica el Dr. Changeux,

el moment oportú d'obrir aquest camp (el de la neurobiologia) a un públic més ampli que el dels especialistes i, si això és possible, comunicar-li l'entusiasme que anima els investigadors en aquest domini.

El seu objectiu ha estat àmpliament assolit. *L'Homme neuronal* és una obra realment apassionant. La seva claredat, la potent exposició dels arguments i contraarguments que van sòlidament participant a la construcció d'aquest fascinant uni-

vers que és la neurobiologia moderna, l'assenyada i ponderada discussió de cada un dels punts conflictius (i podeu estar segurs que tots són importants), així com la completíssima informació que conté (el llibre té 415 pàgines), donen a aquesta obra un caràcter excepcional.

El físic i investigador Antoni Lloret s'hi ha entusiasmat i comenta per a (ciència) les seves impressions.

La difícil gestació de la neurobiologia

Ha sigut en la forma de tres impressionants onades que s'ha produït en aquest segle XX el desenvolupament de la ciència. Increïble i sorprenent expansió, quan es pensa en els milions d'anys de prehistòria que tan penosament ha viscut tota la humanitat. L'home comença a comprendre el seu univers amb una rapidesa fulgurant, com una espècie de revelació, essencialment en el transcurs del nostre segle, després d'uns pocs milers d'anys d'història. El desenvolupament dels seus coneixements esdevé considerable i no solament es refereix a la naturalesa dels fenòmens físics, sinó també a aquesta capsa tan ben tancada i misteriosa com és la del nostre cervell, la de la nostra pròpia consciència!

La primera onada va produir-se just a finals del segle XIX. Per situar el fet històric podríem escollir com a referència el descobriment de la radioactivitat natural per Becquerel el 1896. La humanitat va entrar, doncs, en el segle XX coneixent les primeres manifestacions dels constituents més elementals de la matèria: els *fotons*, els *electrons* i els *nuclis atòmics*. El desenvolupament de la física i amb ella de la química durant la primera meitat del nostre segle ha significat la primera gran expansió del coneixement científic.

Més discret, però igualment extraordinari, ha estat el desenvolupament de la *biologia molecular* a partir dels anys 50. Els fenòmens de la vida comencen aleshores a ésser esbrinats.

Es aquesta la que podríem anomenar la segona onada, malgrat que la seva aparició no significava en absolut una atenuació del desenvolupament de la física.

Avui ens trobem davant una tercera onada, potser la més impetuosa i sorprenent: *l'expansió de les ciències del sistema nerviós*. Els coneixements que en aquest domini s'estan adquirint des de fa uns vint anys signifiquen un desenvolupament tant o més espectacular que el de les precedents onades que hem esmentat. La seva importància no és gens difícil de comprendre ja que rau en el coneixement més íntim de l'home. Un nou món se'ns apareix, un nou món que sense cap dubte modificarà el curs del pensament i de la història mateixa i que roman encara molt poc conegut per tots els qui no en som especialistes.

L'existència de les tres expansions successives de la ciència no és fruit de l'atzar. En realitat s'ha començat per la més fàcil: la que correspon a la ciència per la qual hi havia menys aprensions i prejudicis. Davant la ignorància i l'angoixa de la seva pròpia existència, l'home ha anat creant a cada època explicacions filosòfiques i religioses, totes elles amb la característica comuna de considerar-se fonamentalment diferent (i en realitat superior) als altres éssers vivents i naturalment als éssers inanimats. Les *filosofies vitalistes*, que així solen ésser anomenades les que impliquen una distinció radical entre els éssers vivents i l'univers inanimat, no poden admetre que l'home pugui ser completament explicat a partir dels mateixos principis que permeten l'explicació de, per exemple, una rateta o la

formació del llamp i del tro.

La història del pensament ens mostra amb quina constància i perseverància l'home no pot evitar, en l'elaboració d'una teoria, de projectar la seva consciència. El resultat és aleshores que les teories forjades expressen, amb més o menys força, més les conviccions personals preexistents que la pròpia naturalesa del que s'estudia. Amb l'adveniment de la ciència, la situació canvia. **La ciència és tanmateix el resultat de l'esforç per eliminar, de la millor manera possible, la nostra subjectivitat.**

Les dificultats de l'estudi de l'home

Davant el pretensions convencionament de l'extraordinària superioritat de la qualitat humana, l'estudi de l'home, o tot aquell que té relació amb ell, s'ha trobat amb considerables dificultats. Recordem com un dels exemples més famosos, els envitricolls i desenganys de Galileu Galilei davant de l'Església catòlica que, en aquella època, no estava gens disposada a tolerar la idea que l'univers sencer no fos totalment supeditat a l'home, el centre absolut i objectiu essencial de la creació. I també Miquel Servet o el pare Vanni, cremats vius en el segle XVI, el primer sota la instigació de Calví, per pretendre l'existència de la circulació sanguínia; el segon, víctima de la Inquisició catòlica, per haver gosat dir que l'home "prové" de la nova, i això dos-cents anys abans de Darwin.

L'expansió de la física s'ha realitzat

per Antoni Lloret i Orriols

Antoni Lloret i Orriols (Barcelona, 1935) és físic, llicenciat a Barcelona l'any 1959 i doctorat el 1963. Ha desenvolupat la seva vida professional a Madrid, Ginebra i París, on resideix actualment. És maître de recherches del CNRS i treballa al seu centre de Palaiseau. Ha escrit nombrosos treballs de recerca i de divulgació científica. És autor del Diccionari de la ciència i la tecnologia nuclears, Física Pop, -tots dos publicats per Edicions 62- i, darrera-

(ciència 32

malgrat una oposició inicial de les ideologies dominants, les quals han acabat claudicant i, fins i tot, recuperant la nova situació. Però no per això han desaparegut les situacions conflictives originades pel progrés de la ciència. L'estudi dels éssers vivents s'ha trobat, i encara es troba, amb moltíssims entrebancs. La biologia ha presentat sempre la tara d'apropar-se "excessivament" al fenomen humà, i s'han produït ben sovint les més exagerades polèmiques davant de cada nova hipòtesi o descobriment. La conseqüència ha estat que la biologia molecular, la que ens ha aparegut com la segona onada de desenvolupament científic, ha arribat amb un retard de 50 anys respecte a la física.

I finalment, imagineu les penoses dificultats en què pot trobar-se qualsevol disciplina científica cada cop que, en estudiar l'home, entreveu que no solament és més i més difícil de definir l'*esperit*, sinó que també aquest concepte és menys i menys necessari.

Hom no pot emprendre l'estudi del cervell de l'home i del seu sistema nerviós si no és capaç d'abandonar qualsevol ideologia sobre la naturalesa humana i d'admetre amb tota humilitat el que anirà descobrint. No és doncs gens estrany que les ciències del sistema nerviós representin un dels aspectes més difícils de desenvolupar i que constitueixin l'última onada de la innovació científica del nostre segle.

Els coneixements actuals de la neurobiologia no permeten resoldre els més arduos problemes de l'home i de la seva consciència. Com tot científic, el neurobiòleg va elaborant explicacions i hipòtesis al mateix temps que és capaç de reconèixer el grau de



la seva fragilitat. Un dels principis fonamentals de l'ètica científica consisteix a acceptar la ignorància abans d'admetre explicacions llegendàries.

L'extraordinari impacte de la neurobiologia en les ciències humanes

El progrés que s'ha realitzat en l'estudi del cervell, que el Dr. Changeux anomena, entre cometes, *l'òrgan de l'ànima*, és prodigiós i ple de conseqüències, no solament a causa dels coneixements adquirits, sinó també dels que es pot fàcilment endevinar que s'assoliran els pròxims anys.

El cervell humà, segons ens explica Changeux, ens apareix construït per milions de cèl·lules anomenades *neurons* entrelaçades per una immensa xarxa de cables i connexions. En aquests "fils" circulen impulsions elèctriques o químiques *completament descriptibles* amb processos moleculars o físico-químics. Tot comportament

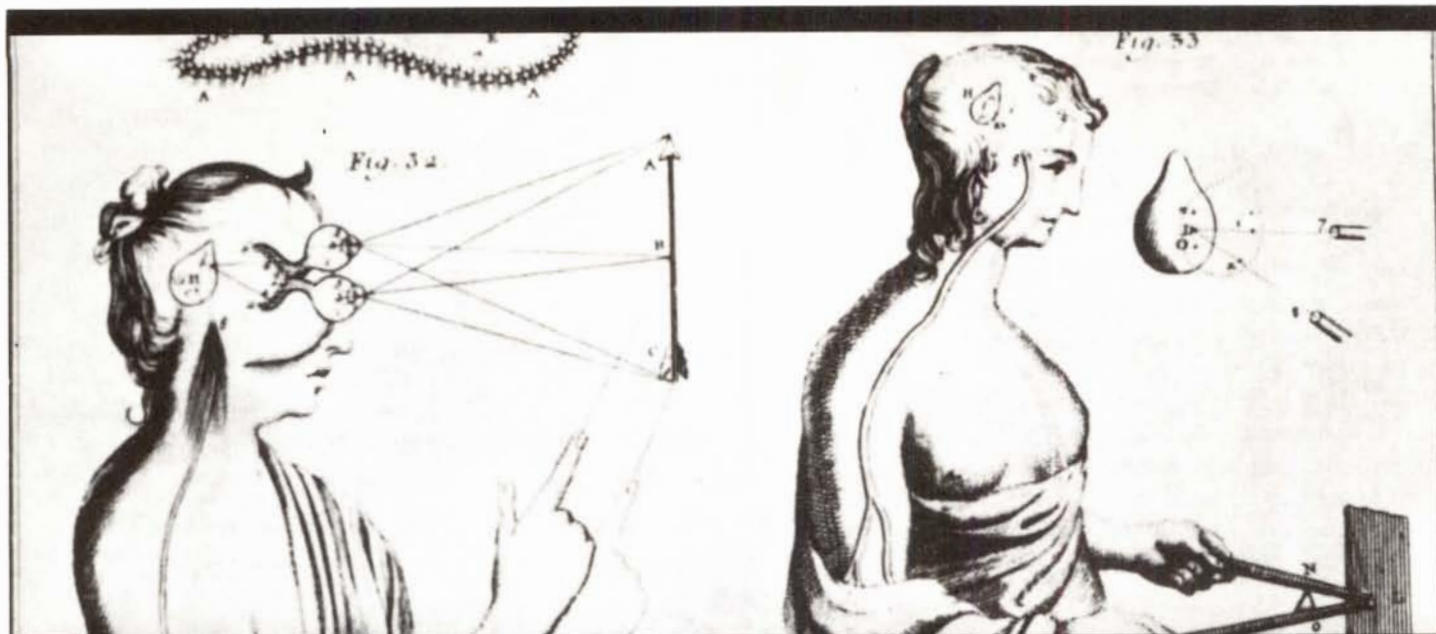
pot ésser explicat per la mobilització interna d'un conjunt *topològicament* definit de cèl·lules nervioses. Aquesta última proposició pot ésser aplicada, gràcies a les hipòtesis més raonables, als processos de caràcter privat que no es manifesten necessàriament per una conducta oberta cap al món exterior, com les sensacions o *perceptes*, l'elaboració d'imatges de memòria o *conceptes* i, fins i tot, l'encadenament dels objectes mentals o *pensament*. Avui dia és possible identificar experimentalment quines són les assemblees de neurones que entren en funcionament per a un objecte mental!

La identificació dels esdeveniments mentals amb els esdeveniments físics ja no pot ésser, doncs, presentada com una presa de posició ideològica, sinó senzillament com la hipòtesi de treball més raonable i, sobretot, la més fructuosa.

L'home, conclou Changeux, ja no necessita per a res l'*esperit*, en té prou de ser un "home neuronal".

Cal reconèixer tota la importància d'aquests propòsits. Potser l'especialista ja hi estarà prou avesat, però la possibilitat d'explicar què és un *concepte* i com es forma, emprant únicament neurones, no deixa de ser realment impressionant! Ens trobem, avui dia, en un moment històric que recorda la situació de la biologia abans de la segona guerra mundial, en la qual la majoria dels biòlegs acceptaven doctrines vitalistes. La biologia molecular les ha destruïdes completament. La neurobiologia actual ha començat a eliminar les tesis espiritualistes i els seus diferents avatars "emergentistes", malgrat tota classe de resistències.

novembre 1983/Volum 3/673 25



Desacord amb alguns psicòlegs

El conflicte més evident que apareix és amb alguns psicòlegs contemporanis entorn del famós debat sobre el *mind-body problem* (el problema de les relacions ànima-cos). Els debats psicòlegs contra neurobiòlegs es troben en un punt límit. Per Changeux, el diàleg és absolutament necessari, ja que la síntesi no solament apareix possible sinó que es preveu particularment enriquidora. El llibre *L'Homme neuronal* té precisament com a origen aquest diàleg ja que, com ens explica el mateix autor, són les discussions amb Jacques-Alain Miller i els seus col·legues de la revista "Ornicar" (que ha esdevingut després "L'Ané"), qui l'han incitat a escriure aquesta obra.

Però la neurobiologia moderna no pertorba únicament la psicologia, sinó en realitat totes les ciències humanes que tant són moda avui dia. L'impacte és remarcable ja que hom té tot el dret de preguntar-se què podrà explicar-nos en el futur un lingüista o un sociòleg, per exemple, sense estar profundament empapat de neurobiologia. **Ja no és possible continuar descerebrant el fet social!**

I encara es pot anar més lluny, ja que, en realitat, tota ciència és generada en el nostre cervell. A partir d'ara la neurobiologia estarà, doncs, més i més present en tots els comportaments humans, tocant problemes tan importants com l'educació dels infants o la mateixa epistemologia.

Tot això és normal i s'inscriu en el progrés de la ciència del nostre segle

o, al contrari, ¿és que creieu que hi ha explicacions més encertades sobre, per exemple, els llamps i trons, que no facin intervenir els electrons, els àtoms ionitzats, els fotons i les ones de xoc?

El poder dels gens i l'epigènesi

El llibre *L'Homme neuronal* comença amb una llarga i apassionant introducció històrica. L'estudi del cervell és un extraordinari exemple de dificultat, de perseverància, d'enginyositat i, finalment, d'èxit sorprenents. ¿Sabíeu, per exemple, que en un papyrus, datat del segle XVII abans de la nostra era, ja es troba una detallada descripció del cervell en ocasió d'un estudi de 48 casos de ferides del cap i del coll?

¿O també que va ser Demòcrit, aquell mateix filòsof que, amb Leucip, havia previst l'estructura atòmica de la matèria, qui va escriure, el "primer", que l'home pensa amb el cervell?

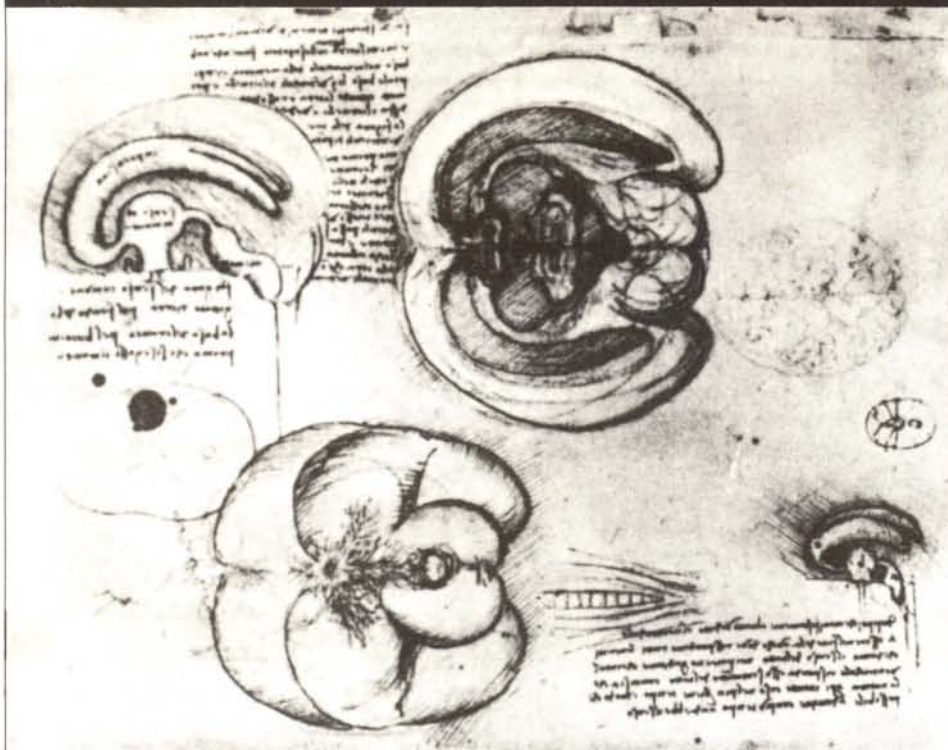
Els grecs Hippocrates, Aristòtil, Heròfil, Erasistrates i Galiè van realitzar pertinents observacions del cervell. Però després la humanitat va quedar estancada fins el segle XVII en la seva adquisició de coneixements, petrificada per l'estèril escolàstica amb un concepte d'ànima tan variable com ambigu. A partir del segle XVII, amb el Renaixement, hom comença a dissecar animals i cadàvers i a plantejar-se els problemes d'una manera diferent. Els coneixements evolucionen lentament fins als intensos estudis de l'actualitat. La precisió amb la qual es

va coneixent l'estructura, composició, funcions, especialitzacions topològiques etc... del cervell es va afinant més i més. La matèria cerebral apareix constituïda per les cèl·lules anomenades *neurones*. Cada neurona presenta una prolongació única (*axó*) per on circulen les impulsions nervioses cap a l'exterior, i unes prolongacions ramificades (*dendrites*) que convergeixen cap al cos de la cèl·lula. Els axons són, doncs, els cables de sortida de les cèl·lules nervioses. S'acaben amb unes arboritzacions que, el mateix que les dendrites, reben nombrosos contactes anomenats *sinapsis*. Les neurones es troben, doncs, en contacte entre elles gràcies a les sinapsis. Es tracta de connexions per contigüitat. Són molt nombroses i juguen un paper fonamental en tots els mecanismes cerebrals.

Aquests són, doncs, exposats esquemàticament, els elements amb què la matèria del sistema nerviós es troba constituïda. D'una manera semblant a les molècules, les neurones d'una mateixa categoria poden disposar-se segons un ordre repetitiu regular. Sorprenent analogia **¡Les neurones, com les molècules, constitueixen "cristalls"!**

L'encèfal humà, aquesta porció del sistema nerviós central continguda en el crani i que comprèn el *cervell*, el *cerebel*, la *protuberància* i el *bulb*, se'ns presenta com un gegantí agrupament de desenes de milers de milions de "teles d'aranya" neuronals en un impressionant garbuix en el qual esclaten i es propaguen miríades d'impulsions elèctriques i senyals químics.

Aquest fet no és, però, una particularitat de l'home. El *neocòrtex*, és a dir,

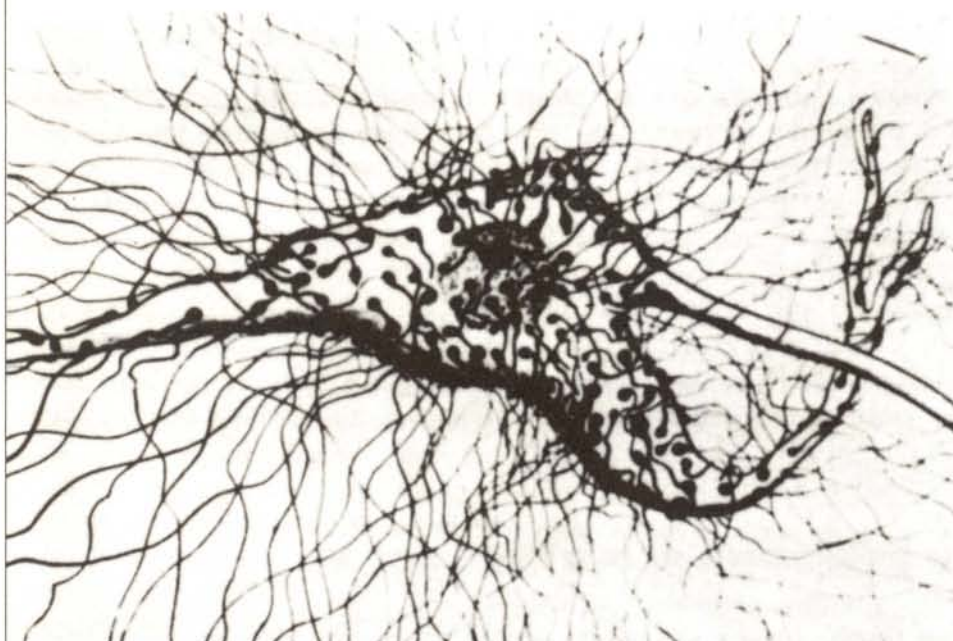


2. Les idees de Descartes sobre la relació del món exterior amb el cervell, el pensament i el cos.

3. Dibuix anatomic del cervell segons Leonardo da Vinci

5. Dibuix d'una neurona i de les seves sinapsis (Ramón y Cajal)

novembre 1983/Volum 3/675 27



aquesta capa de substància grisa que constitueix la paret dels hemisferis cerebrals, és format en l'home per les mateixes peces elementals que el neocòrtex de la nova o del més petit mamífer existent, com la famosa musaranya de la Marenda.

No existeix cap categoria cel·lular pròpia al còrtex de l'home. Les úniques diferències fonamentals entre l'home i els altres mamífers rauen en la importància del neocòrtex i en la riquesa del cablatge i sinapsis. Com més gran és la superfície del neocòrtex, més important és el nombre de neurones susceptibles d'establir connexions d'associació. L'home disposa d'un neocòrtex amb l'arborització dendrítica i axonal més gran de tots els éssers vivents.

Reconèixer l'immens poder dels gens

Però si hom es meravella davant l'extraordinària organització de milers de milers de neurones amb les seves sinapsis, més sorprès es queda quan pensa que totes elles deriven d'una sola cèl·lula: l'ou amb els seus cromosomes. I aquí es planteja un problema particularment fonamental:

—¿Quin mecanisme guia, planifica i dirigeix l'evolució de generacions de cèl·lules a partir d'aquest ou, fins a la constitució de l'encèfal, l'òrgan més complex del cos?

—¿Es possible explicar-ho gràcies al poder dels gens sol?

—¿Fins a quin punt pot ser aplicada

l'asserció de Darwin: "L'herència és llei"?

—“Reconèixer l'immens poder dels gens”, ens diu Changeux, “no significa de cap manera admetre la seva autoritat suprema a tots els nivells de l'organització encefàlica”. Hi ha, efectivament, un determinisme genètic en aquesta organització, però això no és forçosament tot. L'home no sembla estar completament predeterminat. Els coneixements sobre la genètica molecular són ara per ara massa pobres per donar explicacions a aquest nivell. En canvi, a un nivell més macroscòpic, s'han realitzat interessants treballs sobre la corticogenèsi, examinant el neocòrtex a cada un dels estadis de la vida embrionària. Es així com es constata que l'home neix amb un cervell que conté el nombre màxim de neurones, nombre que anirà disminuint en el transcurs de la vida. I que les grans línies de la connectivitat del neocòrtex estan ja implantades abans de néixer. Però el nadó té un cervell que només pesa una cinquena part del de l'adulte. Es, doncs, evident que una de les característiques de l'espècie humana és que el desenvolupament del cervell es prolonga durant molt temps després del naixement, durant uns quinze anys. I com que el nombre de neurones ja ha assolit el màxim, tot augment només pot provenir de la multiplicació de les arboritzacions dels axons i dendrites, de la formació de sinapsis i del desenvolupament de les vaines de mielina al voltant dels axons. El cervell es troba predeterminat fins a cert estadi del fetus. *La constància de les grans línies de l'organització cerebral es troba efectivament determinada per l'autoritat dels*



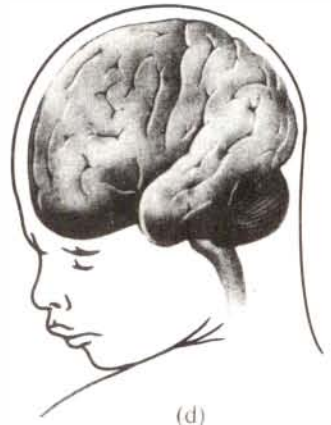
(a)



(b)



(c)



(d)

6. Desenvolupament del cervell humà: (a) embrió de tres setmanes, (b) embrió de set setmanes, (c) fetus de quatre mesos, (d) nou nat. ("the conscious Brain" de Steven Rose, Londres, 1973)

gens, els quals asseguruen una perfecta unitat del cervell humà, sigui quina sigui la raça, el país o el clima.

Un mecanisme "epigenètic"

Segons Changeux el poder dels gens s'acaba aquí. A partir de cert estadi, el sistema nerviós evoluciona amb un augment de la irreproducibilitat entre individus genèticament idèntics, fenomen que no sembla ser controlat pel determinisme dels gens. Changeux proposa aleshores un mecanisme "epigenètic", és a dir, que no fa intervenir cap modificació del material genètic. L'epigènesi no s'exerceix a nivell de la cèl·lula, sinó a un nivell més elevat, el de conjunts de cèl·lules nervioses, i trobà el seu origen en la topologia de la xarxa de les connexions que s'estableixen entre les neurones durant el desenvolupament. Un dels mèrits de Changeux és l'elaboració d'un model matemàtic precís i complet sobre la implantació de l'activitat cerebral, des de l'embrió fins a l'estat adult, en el marc de la teoria anomenada *epigènesi per estabilització selectiva*, la qual presenta un considerable interès per la seva fecunditat. Una de les característiques més sorprenents és que, un cop realitzat el desenvolupament de la matèria encefàlica, s'assoleix un estat crític redundat i transitori, de manera que, ràpidament, apareixen fenòmens regressius: hi ha neurones que moren i sinapsis actives que desapareixen. Es produeix, doncs, una estabilització selectiva provocada essencialment per la marca del món exterior físic i social.

La gran majoria de les sinapsis del neocòrtex es forma després de néixer i, durant el període de proliferació sinàptica, es realitza una impregnació progressiva en el teixit cerebral del medi envoltant. La influència cultural es va realitzant lentament. El contingut mitjà, d'unes 10.000 sinapsis per neurona del neocòrtex, no s'estableix de cop. Tot passa per un seguit de situacions de redundància i d'estabilització selectiva. L'epigènesi s'exerceix sobre configuracions sinàptiques pre-formades.

Això significa, doncs, que l'aprenentatge no és altra cosa que una estabilització de certes combinacions sinàptiques preestablertes, mentre que d'altres es troben eliminades. **Aprendre significa, en conseqüència, eliminar!**

La interacció amb el medi ambient contribueix a una complexa organització neuronal que evoluciona molt més ràpidament que el patrimoni genètic. Noves representacions mentals poden propagar-se d'un individu a un altre i perpetuar-se, transmetent-les a les generacions futures sense que el material genètic es trobi pertorbat. Així, s'ha anat creant una nova memòria fora del cervell! Els signes i els símbols evocadors dels objectes mentals s'enregistren en la pedra i la fusta primer, i en el paper i la banda magnètica, com ho fem avui dia.

La tradició cultural s'instal·la i a un darwinisme dels gens succeeix un darwinisme de les sinapsis!

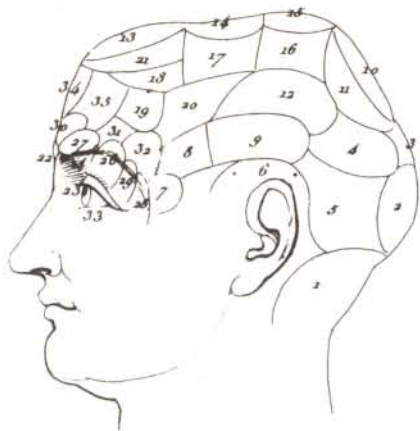
El cervell és, doncs, una màquina i el pensament i la consciència no són realitats que defugin les lleis de la biologia. S'ha necessitat quasi tres mil anys per retrobar la simplicitat del pensament dels grecs, tres mil·lenaris

perquè es gosi dir la cèlebre, i tanmateix provocadora, frase de Cabanis (1824) que "el cervell secreta el pensament com el fetge la bilis".

La immensa figura de Ramón y Cajal i la nostra pobresa científica

Pocs científics han participat d'una manera tan brillant, completa i original a l'elaboració dels fonaments d'una ciència com l'històleg navarrès Santiago Ramón y Cajal. Les seves observacions, les encertades interpretacions i hipòtesis, així com la fecunditat de les seves idees, fan que Ramón y Cajal pugui ser considerat un dels més grans científics de tots els temps. La neurobiologia moderna reposa sobre innumerable fonaments erigits per Ramón y Cajal a començaments de segle. El Dr. Changeux no manca de retre-li un constant homenatge durant l'exposició del seu llibre.

Personalment, reflexionant sobre l'extraordinari abast dels treballs de Ramón y Cajal, no he pogut impedir de pensar, amb gran indignació, el que hauria donat la seva escola si el franquisme no hagués destruït tota possibilitat de creació científica. Si examinem, per exemple, l'extensa bibliografia que ens indica Changeux en el seu llibre (de més de 500 treballs) i que, penso, representa les aportacions més essencials a les ciències del sistema nerviós, no hi trobem cap nom de consonància hispànica, a part d'alguns sud-americans com Luria i, naturalment, Ramón y Cajal. Faltats de tradició científica en pràcticament tots



4. Les regions del cervell segons les seves funcions i facultats humanes (Spurzheim)



els camps, ens trobem encara (i amb una particular acuitat a Catalunya) amb una tota *insensibilització* respecte als problemes de la ciència. ¡Que derisori apareix l'oblit de la ciència pels nostres intel·lectuals i polítics després de llegir *L'Homme neuronal!* Alguns creuran exagerats els meus propòsits. Estic segur que no ho són. ¿O és que trobeu normal que, per exemple, en un llibre del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, *Reflexions crítiques sobre la Cultura Catalana* (1983), on el conseller de Cultura convida a expressar-se nou intel·lectuals representatius, a part una breu referència a la recerca, pel Dr. Miquel Tarradell, no es parli de la ciència a Catalunya i del seu lamentable estat de desenvolupament?

Reflexions sobre la situació actual

No es tracta aquí d'un problema de competències de tal Departament de Cultura o tal altre d'Educació o d'Indústria. El problema està en el fet que, quan s'ha plantejat la qüestió de discutir de cultura catalana, s'ha mancat completament el reflex d'incloure-hi l'aspecte científic. La responsabilitat és gran:

—¿Com pot ignorar-se l'entusiasme dels metges, químics, físics, biòlegs, matemàtics i enginyers que han publicat diccionaris i vocabularis amb la terminologia científica moderna catalana, tan bon punt s'inicia la democràcia en el país?

—¿Com es pot passar sota silenci que cap dels nombrosos exiliats científics catalans no treballin encara a

Catalunya malgrat la seva reconeguda competència?

—¿O que un grup de valents hagi assolit treure al carrer aquesta magnífica revista (ciència) que teniu a les vostres mans i per a la qual la Generalitat ha fet un meritori esforç?

La insensibilització sobre la necessitat de construir una cultura i una activitat científica moderna a Catalunya és realment dramàtica i afecta pràcticament tots els sectors polítics. La premsa mateixa ho posa en evidència: el diari "Avui" parla molt excepcionalment de ciència i tecnologia, i aquest setmanari d'informació general "El Món", que manté un to de gran categoria, no té cap col·laborador científic quan no en falten a "Lletres, Cinema, Esports, etc...". Pel que fa a Catalunya, la seva cultura no jugarà cap paper mentre es continuï ignorant el fenomen més important de tota la humanitat, el del desenvolupament científic, i es refusi de participar en tots els seus aspectes al saber del nostre segle.

El Dr. Changeux es mostra particularment afligit davant tota divisió territorial del coneixement, en particular entre el professorat de les universitats que sovint tenen més interès a defensar l'estatut social d'una disciplina que no pas a fer-la progressar. Les compartimentacions culturals són purament artificials i, molt sovint, estèrils. La ciència del sistema nerviós té precisament la característica de progressar amb l'ajuda de totes les altres ciències sense excepció. En la lectura de *L'Homme neuronal*, s'hi troba la física, la matemàtica, la química, la biologia, l'arqueologia, la lingüística, la sociologia, la psicologia, la genètica

i totes les ciències mèdiques, l'art, la història, etc... En aquest sentit, aquesta ciència constitueix un importantíssim paradigma.

L'Homo sapiens

Les contradiccions dels humans són, precisament, una qüestió que preocupa Changeux.

—“*Quin estrany ésser que és aquest home!*”, s'exclama. “*Però ¿què té doncs dintre del cap, aquest “Homo” que s'atribueix sense cap mena de vergonya l'epítet “sapiens”? La conducta humana és ben sorprenent. L'home és una de les rares espècies animals que mata deliberadament! Pitjor encara, alhora que condemna el crim individual, condecora els responsables d'homicidis col·lectius o els inventors dels més espantosos ginys bèl·lics... I això amb l'aprovació de totes les religions o filosofies, àdhuc de les més generoses*”.

L'home sembla que porti en ell els gèrmens de la seva pròpia destrucció i no solament ataca sense seny la natura que l'envolta sinó també allò que té de més íntim, la seva única riquesa, el cervell, mitjançant somnífers i tota classe de drogues.

Malgrat tot, hi ha un esperançador progrés d'aquest estrany ésser, progrés que li ve donat pels seus coneixements cada cop més grans, cada cop més afinats.

I aquest saber és finalment l'única arma que tenim per vèncer la nostra dramàtica imperfecció...

Antoni Lloret