

# ELS DOS CERVELLS LATERALITZACIÓ

per Manuel-Josep Barbanoj i Rodríguez

30 (182/Volum 2/març 1982)

ciència 14

A cop d'ull els dos hemisferis del cervell humà semblen simètrics. Les funcions perceptives i motores més simples estan igualment distribuïdes, però els processos més complexos, com poden ésser el llenguatge a l'aprehensió de l'espai, sembla que es distribueixen de forma selectiva en una de les dues meitats del cervell.

Quines són aquestes funcions localitzades asimètricament? Quines són les característiques generals que posseeixen? Com es pot explicar la seva existència? Com interactuen els dos hemisferis per originar la conducta humana? Existeix aquesta diferenciació des del naixement o és adquirida en el desenvolupament? Quin paper tenen aquests fets en la preferència manual i l'emotivitat? Hi ha diferències sexuals? Aquestes són algunes de les preguntes que els neuroinvestigadors pretenen respondre actualment.

Manuel-Josep Barbanoj i Rodríguez (Terrassa, 1960), és estudiant de tercer curs de medicina a la Facultat de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona. Cursà el batxillerat a l'Institut Arrahona de Sabadell-Terrassa. Des del començament dels seus estudis de medicina ha mostrat un interès preferent per l'anatomia i la fisiologia del sistema nerviós i per la psicologia. Actualment és alumne-col·laborador del departament de psicologia mèdica, lloc on ha preparat aquest article.

## INTRODUCCIÓ



És ben conegut per tots que quan el cervell es veu lesionat, bé per un traumatisme, bé per una apoplexia, més correntment anomenada feridura, la conducta de l'individu que l'ha sofert es veu notablement alterada. Qui no ha sentit enraonar d'aquell conegut que no pot moure una part del cos, no parla o no pot reconèixer qui està al seu davant? Així que començarem amb unes paraules que ens aproximem a la manera com s'organitza el funcionament de l'escorça cerebral, part aquesta del sistema nerviós que en l'home ha assolit la

seva màxima representació i sembla la responsable més sobresortint de bona part de les nostres activitats.

Localitzacionistes contra antilocalitzacionistes semblen haver omplert bona part del temps que ha transcorregut des de les primeres investigacions en aquest camp (finals segle XVIII) fins ben entrat el nostre segle. Com a posicions extremes de les dues concepcions es podrien citar, per un cantó, els mapes frenològics de Gall, segons els quals el diferent grau en què es posseïrien les distintes facultats característiques de l'ésser humà estaria íntimament relacionat amb el diferent desenvolupament que tindrien determinades parts del cervell. Mentre que, per l'altre cantó, hi hauria la llei de l'equipotencialitat de Lashley, segons la qual tota l'escorça tindria les mateixes possibilitats de portar a terme qualsevol de les funcions exercides per ella, essent les diferents facultats de l'ésser humà expressió de l'activitat totalitària d'aquesta. Actualment sembla que la posició consistent a considerar les funcions, no com a expressió del rendiment d'un òrgan o zona, sino com a exponent de la tasca portada a terme per diferents òrgans o zones, cada un dels quals, treballant de cara a l'orga-

nització del conjunt, és la més comunament acceptada.

Així ens trobem amb una escorça en la qual podem distingir diferents zones que incorporen factors propis per aconseguir la realització d'un programa global. Aquestes diferents zones, segons les característiques de la informació que tracten es podrien classificar en dos grans grups: les zones de projecció primària i les zones anomenades d'associació. (Vegeu figura 1-A). Les zones de projecció primària són aquelles mitjançant les quals hi veiem, hi sentim, ens movem, mantenim l'equilibri, tastem..., totes elles amb la característica definitiva i diferenciadora de l'altre grup, això és, una estricta sectorització de les diferents categories d'estímuls. Les zones d'associació, per l'altra banda, es podrien qualificar d'indiferenciades en el sentit que no tindrien una funció purament circumscrita a una de les diferents categories d'estímuls. Així veiem que el gran desenvolupament de l'escorça humana s'ha produït preferentment a costa d'aquestes últimes, essent precisament les més directament implicades en l'asimetria funcional del cervell.

La idea de la possible especialització d'un

# DE L'HOME: EN EL SISTEMA NERVIÓS

dels hemisferis cerebrals en la realització de determinades funcions mentals superiors no és gens nova. Ja Marc Dax, el 1836, ressaltava el fet que el llenguatge articulat es veia preferentment pertorbat en pacients que havien sofert alguna lesió o trastorn en el cantó esquerre del cervell. Si bé no ha estat fins aquests últims anys, per la incorporació de les tècniques posades a punt per R.W. Sperry (treballant primer a la Universitat de Chicago i després a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia), quan s'ha aconseguit no tan sols començar a lligar el conjunt de dades que durant anys s'havien anat acumulant, i s'ha valorat el paper de l'hemisferi dret, tradicionalment denominat hemisferi valor, per contraposició a l'hemisferi esquerre o hemisferi dominant, sinó que també s'ha ampliat l'horitzó en aquest camp. Horitzó que està arribant a englobar un ventall tan ampli de possibilitats que van des d'una millor comprensió dels problemes que presenten els esquerrans fins al replantejament de qüestions relacionades amb la identitat humana. Conseqüències totes elles que han fet que Sperry fos mereixedor del premi Nobel de medicina 1981.

## MÈTODES D'INVESTIGACIÓ I RESULTATS

Per fer un recorregut per les diferents funcions de les àrees d'associació del cervell humà hem triat el camí de resseguir els diferents mètodes de recerca que s'han fet servir per a identificar aquelles funcions i les possibles asimetries entre els dos hemisferis.

En un primer moment varen ésser utilitzats diferents mètodes que estudiaven cervells afectats en la seva integritat. Així poden ésser esmentades les observacions obtingudes amb individus que bé tenien tumors cerebrals, o bé havien rebut alguna ferida que penetrava dins el cervell. També es varen estudiar un gran

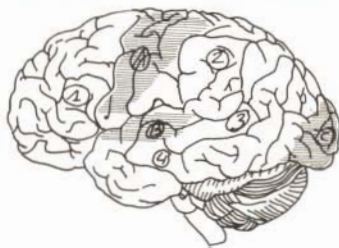


Figura 1-A. Visió lateral del cervell humà. (1) Lòbul frontal (2) Lòbul parietal (3) Lòbul occipital (4) Lòbul temporal. Els llocs ratllats són les zones de projecció primària: (A) somatomotriu (B) auditiva (C) visual. La resta són zones d'associació.

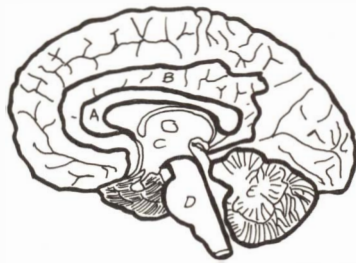


Figura 1-B. Tall sagital del cervell humà, mirat per la cara interna de l'hemisferi dret. (A) Cos callós (B) Sistema límbic (C) Tàlem (D) Istme de l'encefal (E) Cerebel.

nombre de pacients als quals se'ls havia extirpat alguna regió cortical com a tractament d'epilèpsia, no essent estrany aprofitar el moment de l'operació per a estimular diferents àrees cerebrals i observar quin era el tipus de respostes que es provocaven (cal recordar que les manipulacions cerebrals es poden fer amb el subjecte despert ja que el cervell pràcticament es pot dir que manca de receptors per al dolor). El test de Wada, consistent en la injecció d'amital sòdic (un sedant) en una de les dues artèries caròtides, també va aportar un munt de dades en dificultar selectivament el funcionament de l'hemisferi corresponent durant uns pocs minuts abans que el seu efecte es generalitzés a tot el cervell.

Els resultats que es varen obtenir amb aquests mètodes, que tenen el seu fonament en la disfunció cerebral que té lloc després de determinats esdeveniments, es refereixen de forma comuna als problemes que s'originen en la conducta de les persones que els han soferts. Si bé arribats en aquest punt caldria manifestar la

probable limitació que tots ells posseïxen, quan es tracta amb sistemes nerviosos lesionats. I dubtant que se'n pugui inferir exactament els esdeveniments que es desenvoluparien en aquells llocs en un cervell que presentés un estat normal. Tanmateix, davant d'una alteració situada a l'hemisferi esquerre són observables sistemàticament diferents fets. Per exemple, desordres en el llenguatge que no són conseqüència d'una debilitat o incoordinació dels músculs de l'articulació (afàsia), des d'aquells més generals que incapaciten el subjecte per llegir, escriure, enraonar o comprendre el llenguatge parlat, fins a aquells més singulars que impossibiliten la comprensió de la idea per una errònia disposició gramatical (afàsia sintàctica) o que priven l'accessibilitat a determinades paraules per descriure objectes (afàsia nominal). Un tret interessant d'aquesta última situació ha estat la troballa de pacients anglo-saxons que, davant la presentació d'una pinta, aquesta va provocar la resposta "jo pentino els meus cabells" (*I comb my hair*). Són els individus incapaços de dir el substantiu, malgrat que en anglès substantiu i verb tenen una mateixa forma. Un altre aspecte interessant a destacar quant a les competències lingüístiques dels dos hemisferis és la capacitat receptiva que posseïx el dret, si bé reduïda i mai assolint cap possibilitat d'expressió articulada. Subjectes als quals se'ls ha tret tot l'hemisferi esquerre són encara capaços d'entendre alguns missatges, si bé han d'ésser simples i majoritàriament compostos per substantius. Sembla que aquesta capacitat receptiva és superior que en els casos en què només existeix una lesió a l'hemisferi esquerre, la qual cosa suggereix la possibilitat que aquest hemisferi no solament posseïx la capacitat lingüística, sinó que també inhibeix o suprimeix l'activitat lingüística a l'hemisferi dret. Dos fets esmentats, el pacient amb afàsia nominal i la capacitat lingüística de l'hemisferi dret, mostren la diferent disponibilitat de substantius i verbs. Diferent disponibilitat que podria estar justificada pel fet de posseir tots dos di-



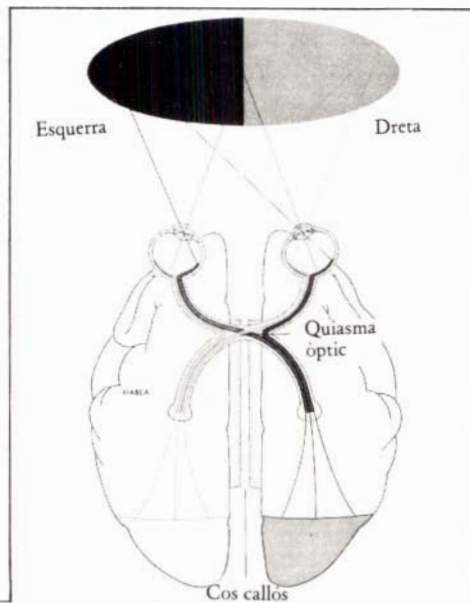


Figura 2. Esquema de les vies òptiques. Els camps visuals dret i esquerre es projecten, via quiasma òptic, als hemisferis esquerre i dret del cervell, respectivament.

ferents estructures formals i, per tant, existir la possibilitat d'estar subjectes a diferent tractament neuronal.

D'altres alteracions observades afecten tant el terreny motor com el perceptiu. Entre les primeres, hi ha desordres en l'activitat gestual, en absència d'altres perturbacions en l'activitat muscular (apràxia), essencialment aquells gestos expressius o descriptius utilitzats en la comunicació. Entre les segones, els desordres estan fonamentalment relacionats amb el reconeixement de la significació dels objectes, els colors i els signes gràfics, així com amb la identificació de sons, per exemple, xifres.

Un altre panorama ben diferent es presenta en els individus que tenen la seva alteració situada a l'hemisferi dret. Aquests són incapaces de dibuixar, de recompondre uns cubs o les peces d'un trencaclosques i fins i tot de copiar un model simple. Tenen uns problemes extraordinaris per a vestir-se, la qual cosa sembla traduir en una impossibilitat per a integrar l'espai corporal i l'espai extracorporal. No poden reconèixer cares humanes (prosopagnòsia de Brodamer), ni discriminar conjunts sonors complexos, per exemple melodies. Presenten diferents problemes de desorientació espacial, fonamentalment posats en evidència per la dificultat d'orientar-se amb un mapa i la pèrdua de l'orientació en llocs ben coneguts pel subjecte. També es troben individus amb lesions a l'hemisferi dret que són capaços de negar el dèficit motor que tenen al seu costat esquerre, i arriben fins i tot a atribuir la pertinença d'aquesta meitat esquerra del cos a una altra persona, circumstància que expressaria un dèficit en la integració de les dades sensorials.

Cal aclarir que tots aquests problemes esmentats són símptomes d'alteracions en funcions de les àrees d'associació que, evidentment, poden donar-se al costat d'hemiplèxies (paràlisi de tota una meitat del cos), sorderes, cegueses i d'altres símptomes, expressió de problemes a les àrees primàries del cervell.

Amb la finalitat d'esmenar les imprecisi-

ons de diferent natura que apareixien amb els mètodes fins ara comentats, s'han anat desenvolupant mètodes per a estudiar la divisió del treball entre els dos hemisferis cerebrals en persones normals. Els primers que es van posar a punt van ésser les tècniques dicotòmiques, basades fonamentalment en el següent fet anatómic: en el sistema nerviós humà cada hemisferi cerebral rep primàriament informació de la meitat oposada (contralateral) del cos. Així, un estímul aplicat en una zona determinada arribarà a l'hemisferi contralateral, i si aquest està especialitzat en el tractament d'algun tipus de característiques de forma diferent a com ho pugui estar l'altre, la precisió i la rapidesa amb què es podrà comunicar la informació del mateix estímul es podrà veure afectada segons el costat en què hagi estat aplicat.

En el sistema auditiu les vies que posen en comunicació l'òrgan receptiu amb l'escorça cerebral només estan creuades parcialment. Però encara que cada hemisferi pugui rebre entrades procedents de cada orella, no solament és decisiu que les connexions d'una orella amb l'hemisferi contralateral siguin més nombroses que les establertes amb l'hemisferi del seu mateix costat (ipsilateral), sinó també el fet admès que quan hi ha entrades ipsi i contralaterals que rivalitzen en aquestes vies la major entrada contralateral inhibeix o oclou els senyals ipsilaterals. De tal manera que, afavorint aquest efecte per la presentació simultània en les dues orelles de sons diferents, es realitzarà una perfecta dicotomització en la recepció dels estímuls. Utilitzant diferents classes d'estímuls es va trobar una superioritat de l'orella dreta en el reconeixement de parells de dígits, paraules i síl·labes (consonant vocal) sense sentit, i una superioritat de l'orella esquerra en el reconeixement de melodies i sorolls no pertanyents al llenguatge, com ara la tos, les rialles i els crits. No s'ha trobat cap superioritat per part de cap orella en la percepció de vocals aïllades. Aquestes diferències no són degudes a la diferent capacitat de les dues orelles per a detectar

sons, ja que nombrosos estudis demostren que no hi ha diferència en els llinars de percepció de tons purs entre les dues orelles.

En el sistema visual, teòricament l'exploració és més fàcil que en el sistema auditiu, perquè les vies òptiques estan completament encreuades. És a dir, si es fixa la vista en un punt, el camp visual situat a l'esquerra d'aquest punt incideix en la meitat dreta de la retina en els dos ulls i les vies originades en aquestes meitats dretes arriben únicament a l'escorça visual de l'hemisferi dret (òbviament això serà aconseguit encreuant les fibres procedents de la meitat dreta de la retina de l'ull esquerre a la línia mitjana del cervell —quiasme òptic—, mentre que les procedents de la meitat dreta de la retina de l'ull dret no l'encreuaran); passa el mateix, però a la inversa, amb el camp visual dret. (Vegeu figura 2). En la pràctica, la seva exploració requereix una major complexitat experimental derivada del continu moviment que els ulls tenen, independentment de l'estàtica del cap; de tal manera que en condicions normals d'observació és impossible presentar una imatge en un únic camp visual. Així, per a aquests experiments es va utilitzar un instrument anomenat taquistoscopi que permet la presentació d'un estímul durant un espai de temps molt breu, de manera que aquest estímul haurà desaparegut abans que el subjecte pugui moure els ulls. Així s'aconsegueix que només un hemisferi sàpiga allò que ha succeït. Els resultats obtinguts amb aquest procediment van ésser una major precisió de l'hemisferi esquerre en el reconeixement de material verbal —paraules i lletres— i una major precisió de l'hemisferi dret en diferents tasques espacials, com la localització d'un punt en dues dimensions i la localització d'un objecte en tres dimensions —quan per a aconseguir-ho s'utilitzaven estratègies que involucraven els dos ulls (per exemple, diferent imatge retiniana d'un mateix objecte), i no s'han trobat diferències significatives quan l'estratègia involucrava només un ull (per exemple, emmascarament d'un objecte per

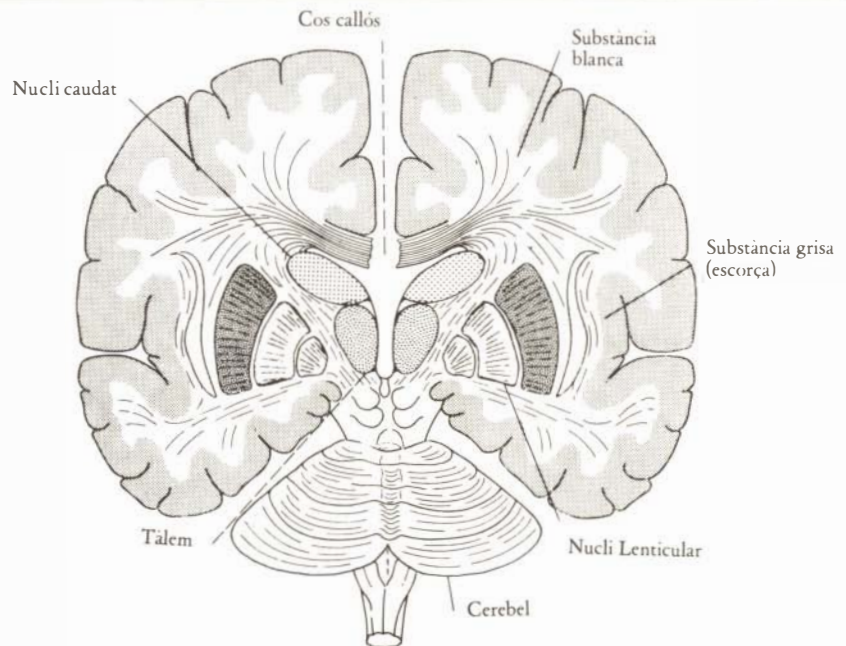
Quadre 1.- Taula de la distribució de la localització dels centres del llenguatge (A), en funció de la preferència manual (B). (De P. Satz., "Science", 203, 1132, 1979).

Figura 3. Esquema dels efectes anatòmics produïts per una secció del cos callós. (De R.W. Sperry, dins *Hemispheric Specialization and Interaction*. Editat per Brenda Milner. Massachussets, The MIT Press, 1975, pàg. 6).

B	A	HEMISFERI ESQUERRE	BILATERAL	HEMISFERI DRET
DRETANS (70% de la població)		96%		
ESQUERRANS (30% de la població)		15%	70%	15%

un altre). També es presentava una superioritat dreta en la percepció de la inclinació d'una recta: la qual cosa, després de l'evidència suggerida per D.H. Huber i T.N. Wiesel (justament els dos recercadors que han compartit el premi Nobel de medicina del 1981 amb Sperry), que el processament de l'orientació d'una línia es realitza en l'escorça visual primària, portaria a la consideració que en les asimetries funcionals entre els hemisferis no solament estarien involucrats processos associatius complexos, sinó també processos primaris. Totes aquestes diferències no són degudes a la diferent capacitat de les dues meitats retinianes per a detectar llum, ja que el temps d'exposició necessari perquè una taca pugui ésser detectada no difereix significativament en els dos camps visuals.

Finalment, en el sistema somato-motriu (complex que rebrà la informació de la sensibilitat de la pell i de la posició dels músculs i les articulacions, al mateix temps que estarà disposat a enviar-ne per produir el moviment), l'experimentació sembla gaudir d'una gran simplicitat, tan teòrica com pràctica. Les vies somato-motrius relacionades amb les mans estan quasi completament encreuades, mentre que, prevenint qualsevol possible ingerència d'altres sistemes sensorials en la resolució del problema plantejat, sembla estar garantida la total sectorialització del tractament de la informació. Com a exemples dels resultats obtinguts es podrien esmentar la superioritat de l'hemisferi dret, tant en la rapidesa de percepció de llenguatge Braille (alfabet constituït per punts en relleu, disposats en diferents combinacions que es desxifren per contacte amb els dits), com en la precisió de localització d'un punt situat fora del camp visual mitjançant el braç. És interessant destacar que de tots els gestos que acompanyen la conversa, que poden ésser dividits en dos grups, aquells en què les mans es mouen lliurement en l'espai sense tocar res, i aquells en què es toca el propi cos (fregar-se el nas, rascar-se, ...), només es presenta asimetria en la utilització del membre en els primers i no en

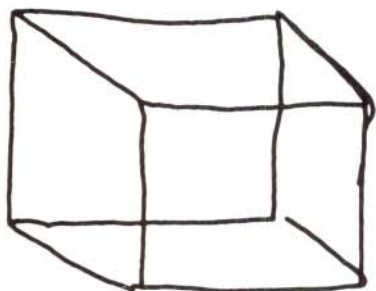


els segons, i el braç preferentment utilitzat és el dret.

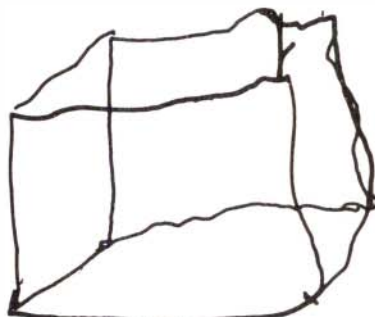
En els darrers anys han estat usats altres mètodes. Els que han obtingut una major difusió han estat, per una banda, la utilització del moviment ocular com a indicador de l'activació d'un determinat hemisferi; de tal manera que quan un hemisferi està implicat en forma més potent en la realització d'una tasca, això provocaria secundàriament el desplaçament dels ulls cap al cantó oposat, mentre que quan els dos hemisferis estiguessin igualment activats l'orientació dels ulls restaria centrada en el pla mitjà. Així s'ha trobat que els subjectes orientaven els ulls cap a la dreta quan se'ls exigia una activitat verbal; cap a l'esquerra quan l'activitat implicava especificar relacions espacials; mentre que quan s'havien de resoldre problemes numèrics no s'observà una tendència definida, potser perquè les qüestions realitzades podrien implicar diferents processos la localització dispar. Per un altra banda, la utilització de mesures electroencefalogràfiques (E.E.G.) asimètriques també ha estat postulada com a possible correlació de les funcions corticals superiors. El seu ús sembla ba-

sar-se en la suposició que l'activitat alfa (canvis de potencial elèctric registrats a través del crani que tenen una amplitud de 10-150  $\mu$ volts i una freqüència de 8-13 cicles/segon) seria relativament menor en l'hemisferi principalment implicat en la tasca. Si bé els resultats trobats semblen apuntar en la mateixa direcció que els precedents (per exemple, el percentatge dreta/esquerra en una tasca que implicava el dibuix d'un cub era significativament menor que el percentatge dreta/esquerra durant l'escriptura), la seva real significació encara avui és objecte d'agudes controvèrsies. Mentre que els seus detractors sembla que poden demostrar que les asimetries trobades en l'E.E.G. no estan associades amb els aspectes cognitius de la tasca sinó amb les diferents característiques dels estímuls, les diferents activitats, que s'han de realitzar i els diferents factors relacionats amb l'actuació (per exemple, esforç requerit); els seus defensors argumenten que malgrat controlar aquestes variables, els patrons electroencefalogràfics són asimètrics i que l'aparent homogeneïtat trobada no és més que el resultat d'aplicar mètodes numèrics per a l'anàlisi de les dades, totalment inadequats per al tipus

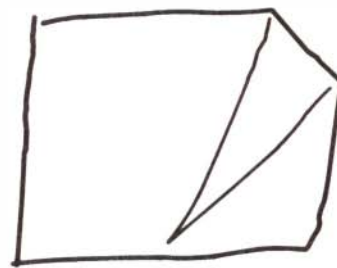




EXEMPLE



MÀ ESQUERRA



MÀ DRETA

de fenomen que s'està estudiant. Pels volts dels anys 50, Sperry, que ja havia estat treballant en la demostració de l'existència d'un sistema químic de codificació que permetia que cèl·lules nervioses específiques trobessin el seu camí enmig d'una xarxa de fibres nervioses, per connectar de forma precisa amb les cèl·lules adequades, començà a preocupar-se de la percepció visual i la memòria. En aquest terreny es plantejà el possible mecanisme que intervindria en la transferència d'una nova habilitat apresada només per un ull, vers l'altre. Treballant primer amb gats i després amb micos i ximpanzés va prendre la decisió de tallar el cos callós (conjunt de fibres que posen en comunicació els dos hemisferis cerebrals), i denominà aquests animals *split brain* (cervell dividit). D'aquesta manera observà que allò que aprenia un costat del cervell no era transferit a l'altre; passava com si cada hemisferi fos un domini mental separat i cadascun actuava amb una total ignorància del que s'esdevenia en l'altre. Així descobrí amb gran sorpresa el que havia estat un enigma per a la neurofisiologia fins aquell moment: la funció del cos callós com a mitjancer de la informació entre els dos hemisferis. Cal recordar que el 1951 encara se suposava que la funció del cos callós era principalment mecànica, és a dir, impedir que els hemisferis s'afluïxessin i se separessin.

Tanmateix, aquestes troballes no van quedar circumscrites als animals. Hi ha hagut també la possibilitat d'estudiar pacients humans (al voltant d'unes 20 persones) que havien estat operats d'epilèpsia greu, tallant-los el cos callós com a mesura excepcional per a prevenir l'extensió d'una crisi epilèptica d'un hemisferi a l'altre. (Vegeu figura 3). És ben destacable que a la vida normal, els "cervells dividits" no es diferencien pas gaire dels altres i conserven la seva personalitat i el seu nivell intel·lectual.

Estudis amb humans que han estat continuats, principalment per M. S. Gazzaniga, deixeble de Sperry, qui treballant a la Universitat de Califòrnia ha aportat

bona part de les dades que en aquest terreny actualment es posseeixen. Ha arribat a proposar mètodes de millora- ment de rendiment verbal en afàsics, a base d'usar la potencialitat de l'hemisferi dret, mitjançant tècniques de condicionament instrumental i amb la utilització de llenguatge de símbols, molt semblant al que s'ha usat per a entrenar ximpanzés.

### CONDUCTA DELS "CERVELLS DIVIDITS"

El fet d'examinar de forma selectiva les competències específiques de cadascun dels hemisferis va convertir-se en realitat quan es va poder passar als individus que tenien el cos callós seccionat diferents tests especialment dissenyats. Són innombrables les possibilitats que aquesta situació ha obert, si bé s'ha de tenir precaució en la generalització dels resultats, ja que aquests poden resultar afectats per la natura, localització i magnitud del problema epilèptic pre-existent, l'edat del pacient en el moment de l'operació, el temps transcorregut des de l'operació i, potser la qüestió més important, l'acumulació de sofisticació experimental que hagi adquirit el pacient en d'altres tests anteriors.

Repassem ara algunes de les moltes experiències observades en pacients amb cervell dividit. Així ens trobem que quan es toca lleugerament amb un llapis la pell d'un costat del cos, el subjecte pot localitzar el punt tocat amb la mà del mateix costat del punt tocat, però no amb l'altra. Quan es projecta una llum concentrada sobre una pantalla de manera que caigui sobre la meitat del camp visual del pacient, aquest pot indicar-ho solament amb la mà del mateix costat. Demanant la reproducció de figures que suggereixen una perspectiva espacial, la tasca és executada amb la mà esquerra de forma sistemàticament millor que amb la dreta, tot i que el pacient havia estat sempre dretà. (Vegeu figura 4).

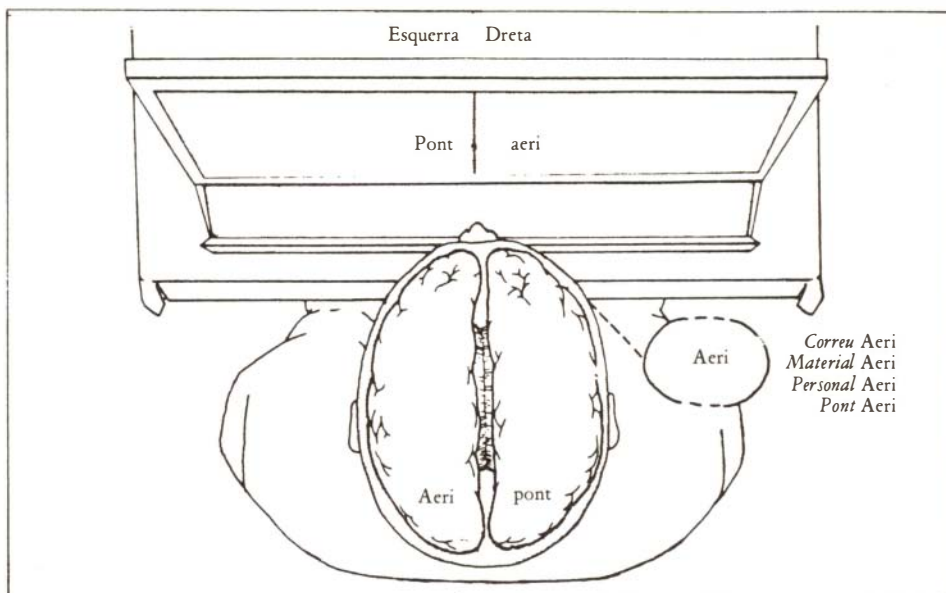
Una altra prova consistia en la breu pre-

sentació en el camp visual esquerre de dues figures geomètriques situades una al costat de l'altra, simultàniament a la presentació en el dret ja fos d'una creu o d'un cercle; la posició relativa dreta/esquerre de les dues figures en el camp esquerre foren assignades a l'atzar en cada exposició. El subjecte havia d'assenyalar l'estímul que preferia dels dos situats en el camp visual esquerre, i també se li preguntava quin dels dos estímuls havia aparegut en el camp visual dret. El resultat que es va obtenir fou que la mà esquerra assenyala de forma repetida una de les dues figures situades en el camp visual esquerre prescindint de la seva posició relativa, i el subjecte era capaç al mateix temps de manifestar de forma precisa quin dels estímuls havia estat presentat en el camp visual dret. Si bé com era d'esperar negava sistemàticament qualsevol coneixement de l'estímul presentat en el camp visual esquerre, ja que aquest no podia assolir els centres expressius del llenguatge. Una altra experiència molt interessant consisteix en la projecció en cada meitat d'una pantalla d'una paraula, llegides les dues paraules de forma que puguin tenir una certa relació lògica; per exemple, en el camp visual esquerre apareix la paraula "pont", i en el camp visual dret apareix la paraula "aeri". De manera que quan se li pregunta al pacient: quin objecte aeri?, la resposta és potser: "correu aeri", "material aeri", "personal aeri" i només casualment l'encertarà dient "pont aeri". (Vegeu figura 5).

Finalment comentarem un experiment que consistia en la presentació en una pantalla d'unes figures quimèriques, constituïdes per la unió de la meitat dreta d'una figura amb la meitat esquerra d'una altra, de manera que només una meitat d'elles fos percebuda per un hemisferi concret. (Vegeu figura 6). Així, utilitzant cares humanes, es va veure que quan es demanava al subjecte que assenyales la cara que observava, la selecció que feia era controlada predominantment per l'hemisferi dret. Quant se li demanava

Figura 4. Les tasques visual-constructives les fa millor l'hemisferi dret. Exercici de còpia d'un model realitzat per un pacient "cervell-dividit" que sempre havia estat dretà. (De M.S. Gazzaniga i col., *Brain*, 88, part 2, 228, 1965).

Figura 5. Només el nom que apareix en el camp visual dret és llegit i assenyalat verbalment per un pacient "cervell-dividit". El nom del camp visual esquerre sembla no haver-se percebut. (De J.C. Eccles, dins *El cerebro, morfologia y dinámica*. México, Ed. Interamericana, 1975, pàg. 209).



una resposta verbal, tot assignant noms a les cares, tots els pacients tingueren dificultats anormals per a aprendre les associacions cara-nom establertes; de manera que només tenien èxit si assignaven alguna etiqueta verbal a alguna característica destacable de cada cara (Ex: Dick duu ulleres, Paul té bigoti, Bob no té res"). Llavors la selecció que es feia era controlada per l'hemisferi esquerre, si bé el nombre d'errors augmentà considerablement. Se'n pot deduir que l'hemisferi esquerre trobava aquesta tasca extraordinàriament difícil, no solament per l'increment d'errors, sinó també per comentaris accidentals dels subjectes; els quals tendien a descriure característiques del camp visual dret enlloc d'anomenar-lo com si fos una unitat. Tot prevenint que la major facilitat trobada per l'hemisferi dret en el cas anterior només reflectís una habilitat particular i no traduís una capacitat més general d'aprehendre formes complexes, es van utilitzar figures que si bé posseïen una estructura bisimètrica i una organització complexa (com les cares), al mateix temps no s'hi assemblaven gens, ja que eren com les banyes d'alguns remugadors. Els resultats que s'obtingueren foren totalment semblants als comentats abans. Per últim presentaren figures compostes per creus i quadrats, fet que possibilitaria una anàlisi seqüencial de la informació. De manera que si bé la selecció del material era controlada segons les mateixes característiques ja esmentades, es va observar que el nombre d'errors fets per l'hemisferi esquerre va baixar considerablement, mentre que els del dret es van mantenir en els baixos nivells habituals.

Davant de tots els resultats fins ara esmentats la interpretació basada en la formació en el cervell de dues imatges diferents de les quals només s'expressaria una, tot depenent de la natura de la resposta exigida, sembla ésser la menys menyspreable. Interpretació que suggeriria, més que una situació competitiva entre els dos hemisferis, una forta diferenciació bàsica, de manera que quan un estímul accedís al cervell, aquest seria

processat pels dos hemisferis utilitzant cadascun les seves diferents estratègies. Com a darrer disseny experimental que ha derivat de la tècnica dels cervells dividits valdria la pena esmentar el cas recent d'un subjecte que va ésser operat en el cos callós. Primer se'n va seccionar la part posterior i deu setmanes després la part anterior que restava. Durant el període interoperatiu es va comprovar, mitjançant diferents tests, la desconexió dels sistemes primaris visuals, auditius i somatomotors dels dos hemisferis, i el correcte funcionament de cadascun d'ells en les competències que normalment tenen assignades. S'observà que les respostes verbals que seguien a l'estimulació de l'hemisferi dret amb paraules escrites eren diferents de les dades obtingudes en pacients amb secció total del cos callós. En lloc de negar haver "vist" alguna cosa les seves respostes consistien en disculpes per la seva mala memòria, i algunes vegades s'exclamaven que podien "veure" l'estímul però que eren incapaços d'anomenar-lo. Davant la sensació del pacient posant de manifest que posseïa algun tipus d'informació del camp visual esquerre, no en la forma simbòlica escrita, sinó formant part d'un quadre d'imatges (per exemple, la paraula "fogó" va originar en el subjecte la descripció d'un magatzem de quincalla i de la cuina d'una seva tia), els investigadors iniciaren la formulació d'una sèrie de preguntes, tot començant per: es tracta d'un objecte o d'un ésser viu?, i incloent-hi qüestions sobre la forma, funció i classe. De tal manera que, si bé aquest sistema no sempre ajudà al pacient a denominar l'estímul del camp visual esquerre, quan va tenir èxit fou necessària la formulació d'aquelles preguntes. D'aquestes observacions es deduí que el sistema d'expressió del llenguatge (hemisferi esquerre) només tindria accés a la informació altament processada treta de la memòria, però no a la informació sensorial directa. Així el conjunt d'esdeveniments que succeïrien vindrien a ésser: l'estímul a l'hemisferi dret provocaria l'activació de la memòria, i seria la regió memorística activada

el que es transferiria a l'hemisferi esquerre; posteriorment en aquest es produiria la discriminació i assignació del nom convenient. És destacable la gran especificitat de la informació transmesa, ja que permet d'evitar al pacient errors per utilització de sinònims. Errors esperables si només fossin transferits "quadres d'imatges".

## EL PAPER DELS DOS HEMISFERIS

El problema que sorgí amb l'obtenció progressiva de les dades fins ara esmentades fou la necessitat de caracteritzar de forma general el funcionament asimètric dels dos hemisferis.

Tradicionalment s'han anat definint els dos diferents models de funcionament com ideacional i relacionat amb el processament de material simbòlic, el de l'hemisferi esquerre; i configuracional, relacionat amb el processament de material literal, el de l'hemisferi dret. En altres paraules, el dret seria capaç d'individualitzar els objectes similars dintre d'una categoria donada mentre que l'esquerre establiria les diferents categoritzacions. Si bé aquesta descripció sembla explicar bona part de les diferències trobades, fonamentalment la capacitat verbal davant de la capacitat espacial, sembla difícil reconciliar aquesta concepció amb la troballa de l'equipotencialitat en el processament de les vocals, que poden tenir un valor simbòlic, i la preponderància de l'hemisferi esquerre en el processament de síl·labes (unitats bàsiques de la parla) compostes per consonant més vocal, però sense sentit.

Sens dubte, la descripció que fins ara sembla ajustar-se de forma més precisa als fets bàsics i comprendre al mateix temps la gran majoria de les dades acumulades, sense detriment de les concepcions fins ara esmentades, seria aquella que atribueix a l'hemisferi dret una operacionalitat sintètica, paral·lela o simultània, és a dir en tant que forma; mentre



que a l'esquerre una operacionalitat analítica, lineal o seqüencial, és a dir en tant que combinació d'elements. Concepció que ha rebut un fort suport addicional davant dels resultats obtinguts en un experiment realitzat amb músics i no-músics.

Concretament es tractava d'identificar un fragment i/o la seqüència d'un conjunt de sons presentats segons la tècnica dicotòmica auditiva ja comentada abans. Els resultats foren un millor reconeixement de tota la seqüència de sons en l'orella dreta per als músics, mentre que per als inexperts fou molt millor en l'esquerre. El reconeixement de fragments fou clarament superior en els músics, i no difereixen de l'atzar les respostes de l'altre grup d'individus, si bé l'execució en aquest aspecte semblava no diferir significativament entre les dues orelles. Atribuïnt aquest darrer resultat a la insensibilitat que en aquest cas comportava el reconeixement del fragment com a mesura, fou dissenyat un nou experiment en el qual es comparà el temps de resposta entre nens que cantaven en una coral i nens sense preparació musical, en la tasca de reconèixer fragments musicals. Una altra vegada, els nens de la coral no presentaren diferències entre les dues orelles per a la correcta discriminació, però l'orella dreta fou significativament més ràpida que l'esquerre en la seva tasca global, i aquesta superioritat augmentava en funció de la seva experiència en la coral.

## BASES ANATÒMICO-FISIOLÒGIQUES DE LES DIFERÈNCIES

Tot i que el fet que possibles asimetries anatòmiques fossin les responsables, en part o totalment, de les diferències esmentades es discutí aviat en el camp científic i que molts investigadors buscaren diferències en l'estructura entre els dos hemisferis; a mitjan segle un autor alemany va fer una revisió de totes

aquestes investigacions i va concloure que si bé s'havien descobert asimetries hemisfèriques, aquestes no eren prou consistents per a explicar diferències funcionals tan apreciables. De forma que a partir de llavors era comunament acceptat que la lateralització cerebral reflectia bé diferències anatòmiques subtils, bé asimetries fisiològiques, però sense substracte estructural evident. Tanmateix en els últims deu anys s'ha produït un important canvi i actualment s'accepta que el cervell humà poseeix regions que difereixen significativament de mesura en els dos costats.

L'asimetria més ben definida de totes elles és l'existent en la cara superior del lòbul temporal, el denominat pla temporal, àmpliament estudiada per N. Geschwind treballant a l'Escola de Medicina de Harvard. (Vegeu figura 7). El marge posterior del pla constituït per la cissura de Silvi s'inclina més cap endarrera, i el seu marge anterior, constituït pel solc de Heschl, s'inclina més cap endavant a l'hemisferi esquerre que al dret; la qual cosa fa que en el primer la seva superfície sigui molt més gran. Com que des de fa anys se sap que les lesions en la part posterosuperior del lòbul temporal del cantó esquerre produeixen afàsies, no és difícil argumentar que aquesta asimetria és el substracte estructural per a la lateralització del llenguatge. Tanmateix es fa necessari un estudi sobre la citoarquitectura (morfologia diferencial que poseeixen les cèl·lules) de la zona, no fos que les diferències trobades obeïssin únicament a un diferent patró de plegament cortical. Un cop fet aquest estudi, examinant la grandària de les diferents àrees citoarquitectòniques que es troben en el pla temporal i la seva rodatia, s'ha trobat que la major diferència es localitzava a l'àrea denominada "Tpt" (escorça temporo-parietal) que és set vegades més gran a l'hemisferi esquerre. La resta d'àrees involucrades "KA" (àrea receptora primària) i "paA" (escorça associativa) no presenten diferències significatives en els dos hemisferis.

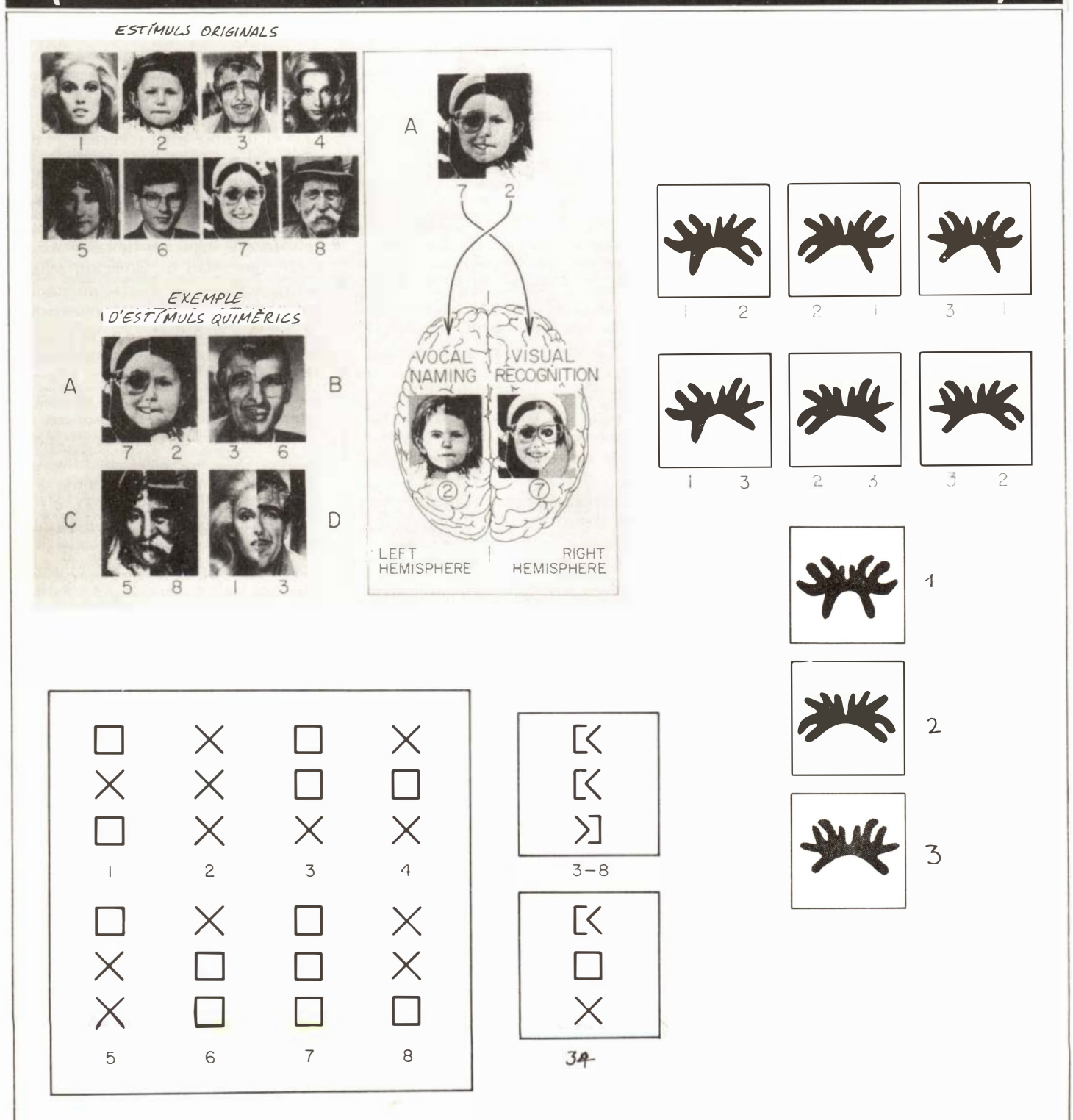
Amb la utilització de la tomografia axial

computaritzada (tècnica exploratòria que amb l'ús de raigs "X" i mitjançant un computador procura imatges de talls del cervell a diferents nivells), s'han trobat altres diferències. La més gran i més comuna de totes elles és l'existència d'un lòbul occipital esquerre i un lòbul frontal dret més amplis, així com un ventricle lateral esquerre de major volum. Encara que pràcticament no es coneix res sobre la possible relació d'aquestes diferències volumètriques amb les diferents funcions cerebrals, cal destacar la coincidència que hi ha entre alguns casos de subjectes que pateixen la malaltia de Pick (dolència degenerativa que cursa amb bogeria), i l'atròfia asimètrica existent; el lòbul frontal dret i l'àrea parieto-occipital esquerra són les primeres estructures afectades. Aquest fet podria suggerir una anàlisi de les característiques citoarquitectòniques així com neuroquímiques d'aquestes regions; coneixement que sens dubte ens aproximaria al possible descobriment de les diferents funcions implicades.

Un altre problema que per ara sembla sense solució és la ignorància sobre la possibilitat que àrees situades simètricament posseeixin igual o diferent funció; és a dir, si un pla temporal més gran en el costat esquerre indica un grau significatiu de capacitat analítica, mentre que si és més gran el dret indica un grau significatiu de capacitat sintètica (pel que fa als sons). O bé si el major desenvolupament indica únicament un predomini en l'hemisferi en una funció concreta.

Fisiològicament, la majoria dels models existents es basen a entendre les diferències entre els dos hemisferis, en funció del processament cognitiu immediat que es duu a terme de la informació en les diferents àrees corticals especialitzades. Tanmateix, un grup d'investigadors a la Universitat de Califòrnia ha obtingut uns resultats segons els quals les diferències observades s'explicarien per una localització diferent de l'emmagatzematge de la memòria. Els investigadors presentaren per escrit, segons el mètode dicotòmic visual, paraules angleses i els seus equiva-

Figura 6. Diferents estímuls usats per a examinar les especialitzacions dels dos hemisferi en els pacients "cervell-dividit". (De J. Levy, C. Trevarthen i R.W. Sperry, *Brain*, 95, 61, 1972).





lents en xinès, a subjectes bilingües anglo-xinesos i a subjectes monolingües anglesos, demanant-los que decidissin si els dos elements d'un parell eren idèntics o diferents. En quatre experiments diferents els parells eren compostos bé per dues paraules angleses, bé per dues paraules xineses, bé per una paraula xinesa i una anglesa; i els estímuls eren projectats bé els dos en la meitat dreta del camp visual, bé els dos en la meitat esquerra del camp visual, bé un element de cada parell en cada meitat del camp, segons l'experiment concret. Es mediren els resultats en temps de resposta i en percentatge de judicis correctes. Si la teoria de l'especialització funcional fos exacta, s'haurien d'observar diferències en els temps de resposta segons la projecció dels estímuls es fes en la dreta o en l'esquerra i en funció que tinguessin significació lingüística o no per al subjecte. No obstant això, cap diferència d'aquest gènere no va aparèixer. Davant d'això feren una experiència suplementària en la qual en lloc d'estar formats els parells presentats per estímuls sempre nous, els parells constaven d'uns pocs estímuls que apareixien repetides vegades en la seva composició. Aquesta vegada els resultats si que es mostraren d'acord amb la teoria de l'especialització hemisfèrica, ja que indicaven una superioritat de l'hemisferi esquerre en la comparació de caràcters xinesos en els subjectes monolingües anglesos. De tot això es pot arribar a deduir que els hemisferis cerebrals no aplicarien el seu model privilegiat de processar la informació procedent del món exterior en un primer estadi, sinó que seria en un segon nivell, el de la memòria, on la lateralització cerebral es veuria involucrada. Els mateixos autors manifesten l'interès que tindria reanalitzar sistemàticament totes les dades d'estudis que parlen d'efectes lateralitzants per a veure fins a quin punt són significatius els fets descrits.

Tanmateix cal destacar en aquest sentit l'al·lusió que ja Sperry va fer a la memòria quan va intentar explicar la relació existent entre la natura de la resposta

exigida i l'hemisferi que es converteix en dominant. Tot argumentant que no solament sembla que existeixen diferents estratègies codificadores (possibilitat que el material visual sigui emmagatzemat en un codi visual sense que automàticament s'hagi de produir una etiquetització verbal), sinó que a més a més una estratègia, la no-verbal, seria més bàsica per al reconeixement visual i predominaria fora que existís un requeriment exprés de l'altre. Si bé fins ara ens hem centrat en la descripció de les especialitzacions concretes dels dos hemisferis, hi ha encara un altre problema: la manera com tots dos interactuen per originar la conducta normal sembla encara molt lluny de poder-se aclarir. L'estudi dels "cervells dividits" ens procura una aproximació, però és ben clar que aquella no és la situació en què normalment ens trobem tots nosaltres. Així a una mona "cervell-dividit" se li projectaren separatament als dos ulls un parell de models (per exemple: una creu i un ròdol). Es va aconseguir amb la introducció de filtres polaritzants que a un ull li semblés que guanyava la recompensa d'aliment si responia davant la creu, mentre que per a l'altre ull semblava que es responia davant el ròdol. És a dir, per a un hemisferi la resposta correcta era una creu i per a l'altre era un ròdol, però tocant en els dos casos la mateixa tecla. Si després es deixava que la mona s'enfrontés a una situació en què calia elegir entre les dues solucions "correctes", després d'una petita indecisió i vacil·lació, feia una elecció i s'hi adheria. Això és, un hemisferi o l'altre agafa el govern del comportament de l'animal. Si bé aquesta dominació en el transcurs del temps podia traslladar-se d'un hemisferi a l'altre, mai no es va presentar cap mena de conflicte seriós que desorganitzés un moviment donat. Una altra línia de treball que sembla aportar algunes dades que poden ésser d'interès per a resoldre el problema és la incorporació de la cronobiologia en l'estudi del comportament, això és, la descripció de la variació dels fenòmens biològics en el temps. Estudiant l'eficàcia en la resolució d'un test verbal (decidir si

dues lletres, una majúscula i l'altra minúscula, són iguals) i un test espacial (decidir si dos núvols de set punts col·locats a l'atzar són iguals) durant cinc minuts cada quart d'hora en sis hores, es va trobar que el nombre total d'encerts es distribuïa en el temps seguint un ritme periòdic d'una freqüència d'uns 16 cicles/dia. Amb la sorprenent curiositat de trobar-se el ritme d'encerts verbals i el ritme d'encerts espacials desfasats 180°, és a dir, que quan hi havia un màxim d'encerts verbals hi havia un mínim d'encerts espacials i viceversa; circumstància aquesta que porta a considerar la possible diferent activació alternada dels dos hemisferis al llarg del temps.

Una altra gran incògnita és la decisió de si l'asimetria funcional està present des de la formació del cervell o bé és adquirida. Com caldria esperar en funció de l'escàs coneixement que avui en dia es té, no tan sols en allò que fa referència als mecanismes bàsics implicats en l'asimetria, sinó també en l'àmbit general del funcionament cerebral relacionat amb les facultats mentals superiors, tot plegat és força fosc. D'entre els diferents arguments esgrimits per a defensar qualsevol de les dues possibilitats només n'esmentarem un de relacionat amb cada tendència. Dins el cantó ambiental, a favor d'una certa equipotencialitat hemisfèrica, hi ha els aspectes clínics dels problemes lingüístics en els nens. L'extirpació de l'hemisferi esquerre no provoca normalment un problema permanent en el llenguatge si es fa abans de la seva adquisició, si bé el domini de la sintaxi sembla ésser en aquests casos menys bo. Dins el cantó genetista, a favor de l'existència d'una estructura anatòmica pre-programada, hi ha les observacions realitzades en nadons, abans d'haver tingut experiències amb el medi, com poden ésser el llenguatge o la preferència manual. El pla temporal esquerre en aquests individus continua essent consistentment és gran que el dret; s'arriba fins i tot a demostrar que aquesta observació ja es pot fer en la 31 setmana de l'embaràs, si bé la diferència a favor de l'hemisferi esquerre en tots

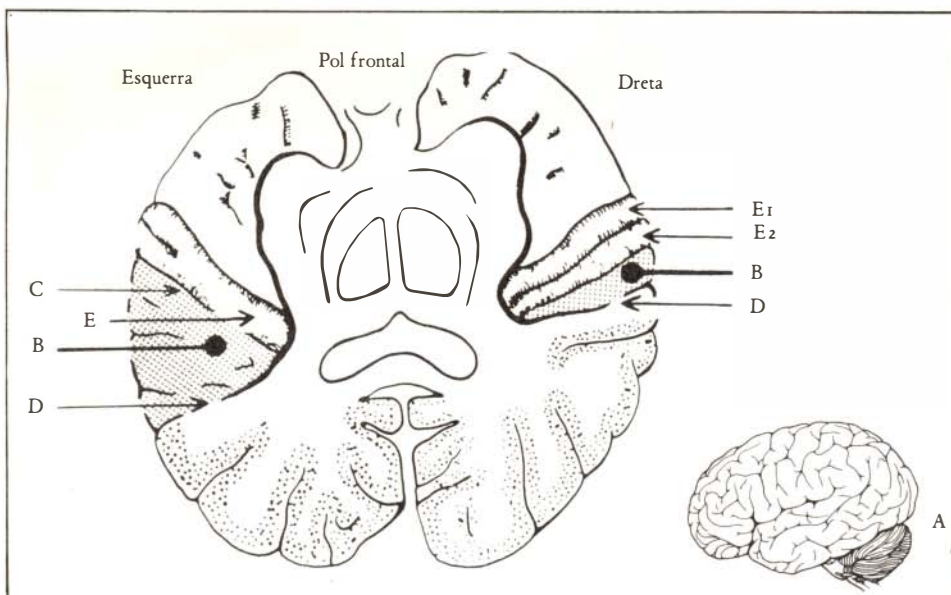


Figura 7. Asimetria en el lòbul temporal superior a l'home. (A) Nivell del tall (B) Pla temporal (C) Solc de Heschl (D) Cissura de Silvi. En aquest cervell hi ha una circumvolució transversal de Heschl (E) en el cantó esquerre i dues en el cantó dret (E1, E2). (De J.C. Eccles, dins *El cerebro, morfología y dinámica*. Mexico, Ed. Interamericana, 1975, pàg. 202.)

aquests casos és menys important que en els adults, se suggereix que es podria augmentar en el procés de maduració.

L'única cosa que en aquest terreny sembla estar ben establerta, i que corrobora una idea molt difosa entre els psicòlegs del desenvolupament, és la necessitat d'estímul adequats perquè una regió pretesament pre-programada pugui adquirir la seva capacitat funcional. Proves en aquest sentit sembla aportar-les el cas d'una nena que va estar aïllada des dels 20 mesos fins als 13 anys en una habitació fosca, privada de tota comunicació verbal, de tal manera que, quan va poder incorporar-se a la vida normal, no va poder aprendre a enraonar més que d'una manera limitada. Era el seu hemisferi dret el que tractava la informació auditiva, tant verbal com no.

## DRETANS I ESQUERRANS

En tota l'exposició anterior, s'ha evitat selectivament de fer cap referència a les diferències que en els diferents aspectes citats posseeixen dretans i esquerrans. De tal manera que l'hem fonamentada tota en les característiques trobades en els dretans. La raó és molt senzilla: el problema que planteja la preferència manual complica en gran manera les troballes efectuades, si bé, com s'exposarà més endavant, una generalització sobre els seus efectes sembla possible de fer-se.

Broca (anatòmic i cirurgià francès que descobrí el centre d'expressió del llenguatge en l'escorça cerebral, fet transcendent per a la teoria de les localitzacions en el cervell), afirmà que en fer funcionar un dretà de forma preponderant el seu hemisferi esquerre (síntoma de certa predisposició orgànica que el faria desenvolupar més precoçment), aquell esdevendria més apte per a dirigir els actes intel·lecto/musculars que constitueixen el llenguatge articulat i va admetre que entre el esquerrans la situació seria exactament l'oposada. Fins als nostres dies, la

situació ha canviat molt. Però no per a aportar una solució convincent a la relació causal entre els dos fenòmens, sinó més aviat en la seva descripció, que s'ha vist privada de la relativa simplicitat que la concepció de Broca suggeria.

El primer problema es planteja en la mateixa definició i classificació dels esquerrans. Pel que fa a la definició, se n'han proposades moltes, però la que sembla més acceptable és la que manté que un esquerrà és una persona que quan vol aprendre una nova habilitat motora amb rapidesa utilitzarà la seva mà esquerra; la qual cosa significaria que el seu hemisferi dret seria més capaç d'adquirir els programes per a aprendre moviments. La classificació, que en un principi sembla trivial, es complica quan s'observa l'existència d'una graduació en els nivells de preferència manual. Resulta totalment insatisfactori fer una separació en funció de la mà utilitzada en determinades tasques, i això perquè poden haver-se vist forçats, per diferents causes ambientals, a utilitzar la mà oposada a la seva primitiva preferència.

Problemes addicionals s'evidencien quan es vol trobar l'hemisferi cerebral que en els esquerrans té la representació del llenguatge. Les correlacions obtingudes entre els diferents mètodes utilitzats per a la seva identificació són molt baixes. Sens dubte perquè no s'estudia la mateixa conducta lingüística; per exemple, els estudis clínics inclouen sovint els problemes receptius i expressius del llenguatge sota el nom general d'afàsia, el test de Wada prova només la parla, la tècnica dicotòmica visual, la lectura i la tècnica dicotòmica auditiva, l'audició. Si bé tots ells estudien la conducta lingüística, els resultats es generalitzen i s'indica l'hemisferi del llenguatge com si qualsevol de les tasques esmentades fos representativa de totes elles.

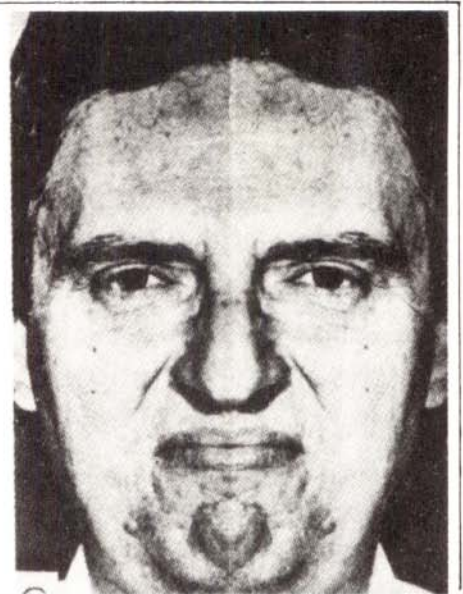
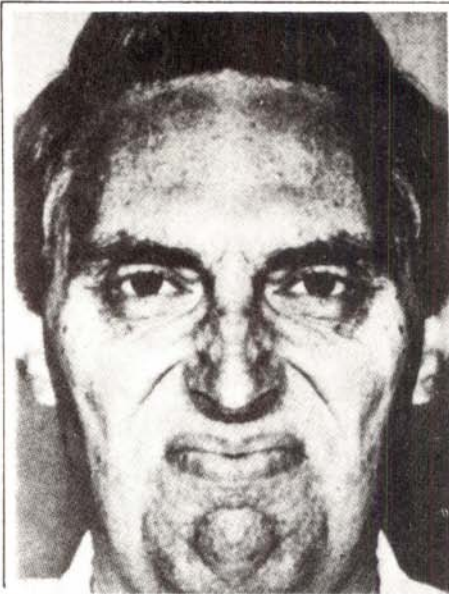
Malgrat tot, unes dades numèriques semblen necessàries, i podem aprofitar en aquest sentit les obtingudes mitjançant una aproximació inferencial molt enginyosa a partir de les freqüències esperades d'afàsia després d'una lesió unilateral en

el cervell. Inferència que en última instància es correlaciona amb les dades d'aquest tipus obtingudes de tots els estudis coneguts entre 1935 i 1973. (Vegeu quadre 1.)

La generalització que sembla que de moment es pot fer és la que identifica els dretans com a individus amb un cervell molt lateralitzat i els esquerrans com a individus que tenen una organització cerebral molt menys lateralitzada. Moltes són les dades que semblen abonar aquesta afirmació. Per exemple, les baixes correlacions obtingudes entre els diferents mètodes utilitzats per a identificar l'hemisferi que té la representació del llenguatge, fet esmentat anteriorment, que podria traduir l'existència d'uns patrons d'especialització que diferirien per cada aspecte específic del llenguatge. Altres dades són les observacions obtingudes en la troballa d'asimetries macroscòpiques, que es podrien resumir tot dient que els cervells sense una asimetria particular són més freqüents en els esquerrans, així com que entre ells l'asimetria és sovint de menor magnitud, tant si es dona en el cantó més comú en el dretans com si es presenta en l'oposat. Finalment, convé comentar els resultats que s'obtingueren en un experiment que utilitzava la direcció del desplaçament de la mirada com a indicador de lateralització cerebral (procediment comentat abans). Així els esquerrans desviaven els ulls consistentment en una mateixa direcció, independentment de la natura cognitiva de la qüestió; la qual cosa suggereix la possibilitat de la localització en un mateix hemisferi de les funcions verbals i espacials, o bé que els dos hemisferis tinguessin les dues habilitats i que només n'activés un en un moment donat.

Aquesta generalització es traduiria en una major facilitat en els esquerrans de presentar déficits associats a les activitats mentals superiors. Major facilitat que sembla corroborar el fet d'haver trobat un nombre més gran d'individus amb problemes de diferent natura (Ex: dislèxia, autisme infantil, ...) entre els esquerrans. Major facilitat que es podria enten-





dre si s'acceptés la hipòtesi de J. Levy (professor de biopsicologia en el departament de ciències de la conducta en la Universitat de Chicago), segons la qual la lateralització cerebral sorgiria com a solució per evitar les interferències que es produirien en existir dues maneres d'operabilitat mental totalment antagonistes.

Tanmateix l'associació entre aquesta difusibilitat de les activitats i el domini manual esquerre encara no sembla aclarida. Una possible explicació podia sorgir de la natura fonamentalment seqüencial que tenen els actes motors; amb la qual cosa en individus que tenen una lateralització menys estricta no caldria utilitzar per a aquestes finalitats i de forma preferent el membre governat per l'hemisferi esquerre. Tot i tenint present la gran importància que en la realització dels actes motors també té sempre l'apreciació de l'espai.

## EMOCIÓ I LATERALITZACIÓ

En els darrers anys un nou aspecte en les diferències entre els dos hemisferis sembla haver sorgit. L'emoció, associada normalment amb les estructures del sistema límbic (escorça més antiga filogenèticament, situada a la cara interna del cervell), sembla tenir també alguna relació amb la neocorça, i encara més sorprenent, aquesta relació sembla diferir en funció de l'hemisferi que es consideri. (Vegeu figura 1-B.)

Amb rates, s'observà que els efectes de les experiències primerenques es distribuïen asimètricament en els dos hemisferis, fenomen objectivat mitjançant la prova de camp obert que serveix per a mesurar l'emotivitat i la conducta exploratòria dels animals. Així, les rates van ésser sotmeses des del naixement a diferents ambients, normalment enriquits d'estímuls, amb la finalitat de reduir-ne l'emotivitat i conseqüentment augmentar-ne la conducta exploratòria. De ma-

nera que quan es va extirpar l'hemisferi dret es va produir un descens de la activitat en la prova de camp obert (com seria d'esperar si aquest fos el lloc on quedessin emmagatzemades les primeres experiències), mentre que l'extirpació de l'hemisferi esquerre no va produir un canvi significatiu en la conducta.

Amb humans, els estudis en què es presenta un trastorn en el funcionament cerebral, bé per inactivació experimental d'un hemisferi mitjançant la injecció d'amital sòdic, bé per lesions selectivament circumscrites a una meitat cerebral, s'observà que quan l'afectat era l'hemisferi esquerre s'obtenia una resposta depressivo-catastròfica, representada per: ansietat, tristesa i rebuig. I quan l'afectat era l'hemisferi dret la resposta era eufòrico-indiferent, representada per: bromes contínues, menyspreu de les malalties i aparent indiferència davant del fracàs. És interessant en aquest sentit assenyalar que en recerques fetes al Japó es trobà entre els subjectes just la situació inversa. Aquesta disparitat s'interpreta com reflex de diferències culturals entre els dos ambients.

També diferències han estat trobades en individus normals. Així és més dràstic el judici de les reaccions emocionals que provoquen les pel·lícules quan aquestes són vistes únicament per l'hemisferi dret. Hi ha una superioritat de l'orella esquerra en el reconeixement del to emocional d'una frase. Els temps de reacció de l'hemisferi dret són més curts quan es tracta de memoritzar cares emocionals. També hi ha un increment del desplaçament ocular cap a l'esquerra quan els subjectes són preguntats per qüestions emocionals. De forma que si bé molts dels resultats ofereixen un dubtós suport a la hipòtesi d'una diferència entre els hemisferis en el processament de les reaccions emocionals: uns per la seva possible explicació fent referència únicament a les diferències fins ara exposades, uns altres per la falta d'una anàlisi exhaustiva de tota la informació que les dades obtingudes suggereixen. En canvi n'hi ha d'altres que, si bé no aclareixen en gran mesura el pro-

blema, obren noves perspectives per a una futura millor comprensió de tota la qüestió del fenomen de la lateralització. És significatiu en aquest sentit un experiment en què s'utilitzaven composicions de cares humanes construïdes unes a partir de la meitat dreta i altres a partir de la meitat esquerra, de fotografies que expressaven sis estats emocionals diferents. (Vegeu figura 8.) Es trobà que les composicions de la meitat esquerra eren interpretades com exponents més intensos de les emocions que les composicions fetes a partir de les meitats dretes. La qual cosa, al costat del major control contralateral de la musculatura facial, porta a considerar una major implicació de l'hemisferi dret en la producció de l'expressió emocional. Tanmateix van sorgir problemes addicionals, quan estudis amb lesions cerebrals indicaven la possibilitat d'una dissociació entre el control voluntari i involuntari de les expressions emocionals. Fet que portaria a considerar que el possible predomini d'un hemisferi sobre l'esmentada expressió podria estar vinculat al grau de voluntarietat que hi hagués en aquesta.

## SEXE I LATERALITZACIÓ

Per acabar, unes poques paraules que facin referència a les diferències observades en l'organització de les asimetries entre homes i dones.

No és nou el coneixement que en els homes hi ha una major associació entre la natura dels déficits psicològics i el costat on s'ha produït la lesió cerebral, que en les dones. Això suggereix que si bé les asimetries funcionals es troben en la mateixa direcció en tots dos, aquestes són de menor magnitud en les dones.

També sembla ben establerta l'existència d'una major habilitat verbal en les dones, en contra d'una major habilitat espacial en els homes. Tanmateix fins fa poc aquestes diferències eren totalment atribuïdes a fenòmens culturals, justificació

Figura 8. Cara expressant repugnància. (A) Composició esquerra (B) original (C) Composició dreta. Utilitzades en un experiment on es pretenia demostrar que les emocions eren expressades més intensament amb la meitat esquerra de la cara. (De H. Sackeim i col., "Science", 202, 434, 1978.)

que amb algunes troballes recents en aquest camp comença a perdre terreny. No sols sembla establert que les diferències anatòmiques en el pla temporal del nadons no són tan evidents en els cervells de nens com en els de nenes, sinó que s'ha trobat que en nens de cinc anys l'hemisferi esquerre de les femelles i el dret dels mascles estan més desenvolupats que les seves corresponents parts oposades del cervell. Aquestes diferències es troben no solament en els nens dretans amb les funcions lingüístiques localitzades a l'hemisferi esquerre i espacials en el dret, sinó també en un grup de nens esquerrans amb un patró de lateralització invers; de tal manera que la relativa diferència en el desenvolupament hemisfèric en funció del sexe pot ésser independent de l'especialització dels dos hemisferis. Com que s'han trobat aquestes diferències abans de la pubertat, això fa pensar que les hormones esteroides fetals jugarien un paper crític en la determinació les taxes relatives de maduració cerebral de les dues meitats del cervell. L'assumpció d'aquestes afirmacions en fa necessària una major investigació. No només per a confirmar la importància de la base genètica en les diferències, sinó també per a conèixer els mecanismes bioquímics pels quals els gens podrien realitzar aquesta funció, tot interaccionant amb l'organització cerebral. En aquest sentit experiències realitzades amb rates (en les quals recentment s'ha trobat que els mascles tenen una escorça més gruixuda en el cantó dret que en l'esquerre, i que les femelles tenen una menor asimetria cortical però a favor del cantó esquerre) demostren que a les femelles que se'ls ha extirpat els ovaris en el moment del naixement, desenvolupen un model d'asimetria cortical igual al desenvolupat pels mascles. Això, al costat d'altres troballes en la mateixa línia, suggereix que l'escorça es desenvoluparia específicament en direcció masculina en absència d'hormones ovàriques, i en direcció femenina en la seva presència. En contra del patró que semblen seguir la majoria de les zones del cos que posseeixen dife-

rències sexuals: el desenvolupament segons el model masculí s'aconsegueix gràcies a una concentració adequada d'androgens, mentre que quan aquesta no és suficient, es produeix el model femení i son irrelevantes en aquest sentit els estrògens existents.

## CLOENDA

Com a darrer comentari, una petita reflexió a l'entorn de les moltes cabòries que les dades esmentades han possibilitat, es fa del tot necessària. En totes les ciències joves —i les neurociències (psicofisiologia, neurofisiologia, neuroquímica, neurofarmacologia, ...) ho són, ja que no fa més d'unes quantes dècades que, aprofitant el gran avenç en sofisticació tecnològica, s'ha començat a explorar amb mitjans objectius el funcionament cerebral—, és comuna una certa tendència a facilitar l'aparició d'una sèrie de disquisicions, que precisament l'escàs nivell de coneixements que es poseeix sobre la matèria fa plenament reprovables. Aquest fet, associat a la natura dels problemes que tracten de resoldre les neurociències, íntimament relacionats amb conceptes que tradicionalment han ocupat un terreny important en les especulacions sobre allò que l'home és o fa, originen un sol molt ben adobat per a suscitar afirmacions com la següent:

"L'hemisferi esquerre reflecteix tot el que significa l'activitat, la masculinitat, la llum, el dia, la intel·lectualitat, la temporalitat, la interpretació del món mitjançant els sentits i, en general, tot el que implica causalitat. L'hemisferi dret és l'assentament de la passivitat i receptivitat, la feminitat, l'obscuritat, la nit, el món sensorial, la intemporalitat, el món a través de l'esperit, i tot allò que no es basa en una causalitat". (Ornstein-1972). Afirmacions que en aquest cas concret no són més que una simple assignació d'uns prejudicis socio-culturals a les dades obtingudes científicament; per exemple: remarcar que segons sembla, els homes tenen un major desenvolupament de l'he-

misferi dret i les dones de l'esquerre. La interpretació dels fets experimentals s'hauria de fer sota una contínua supervisió crítica, sobretot quan el camp en què es troben immersos és molt lluny encara de poder donar una imatge coherent de tot allò que s'esdevé.

Des del meu punt de mira, del conjunt d'especulacions realitzades aquella que sembla menys excessiva, però no per això més fonamentada, és la contribució a l'anàlisi de la possible hipertrofia que les funcions assignades a l'hemisferi esquerre han assolit en el nostre sistema educatiu occidental, a costa d'un oblit quasi sistemàtic del conreu de les funcions assignades al dret. Desequilibri que sens dubte podria reflectir-se en dificultats addicionals al possible desenvolupament evolutiu i harmònic de l'home.

( Manuel-Josep Barbanoj )

### Materials de lectura

- M.S. Gazzaniga: The Nobel 81. "Science", octubre 1981.
- R.W. Sperry: La gran comisura cerebral.
- M.S. Gazzaniga: El cerebro dividido en el hombre.
- Dins Selecciones de Scientific American: Psicología Contemporánea. Madrid, Ed. Blume, 1975.
- N. Geschwind: Especializaciones del cerebro humano. "Investigación y Ciencia", novembre 1979.
- A.M. Galaburda i col.: Right-Left Asymmetries in the Brain. "Science", febrer 1978.
- Brenda Milner (Ed.): Hemispheric Specialization and Interaction. Massachusetts, The Mit Press, 1975.
- S.P. Springer i G. Deutsch: Left Brain-Right Brain. San Francisco, Freeman and Col., 1981.
- J.C. Eccles: The Understanding of the Brain. New York, Mc Graw Hill, 1977.
- M. Pines: Los manipuladores del cerebro. Madrid, Alianza Editorial, 1978.