

Neurociència i consciència

R. M. Nogués

La consciència de ser conscients és molt antiga. En aquesta consciència es basa la justa convicció humana de ser singulars. La ciència que, com a activitat sistemàtica i generalitzada és moderna, s'ha interessat lògicament per la consciència, i no ho ha pogut fer significativament fins que la neurologia ha estat una mica desenvolupada. Vivim, doncs, uns decennis en els quals comença a ser possible connectar mínimament la ciència, la neurobiologia i la consciència. A continuació, faig una cita panoràmica d'aquestes connexions interessants i prometedores.

Aclariments que compliquen

Contemplant la història de la ciència, cada vegada és més evident que l'indubtable avenç en el coneixement de la realitat progressa per brandades entre moments de lluïssor i aclariment que alternen amb estones de major complexitat als quals aboca immediatament (sovint simultàniament) el progrés assolit. Això és molt clar avui en la perspectiva del darrer segle que permet observar molts dels grans itineraris de la ciència. La tesi de l'evolució biològica, per exemple, apareix com una immensa i brillant síntesi de Darwin, que aclareix el procés i els mecanismes del progrés biològic. Els avenços en la investigació del tema ens han posat avui en una situació en què la noció de progrés biològic s'ha tornat extremadament discutible, i els mecanismes de l'evolució es manifesten envoltats d'una tremenda complexitat. Havent arribat a l'anàlisi del DNA, la complexitat i significació del genoma ens dirigeix cap a l'epigenètica i cap a noves branques com la proteòmica i la transcriptòmica (1), que tot just s'inicien i que probablement replantejaran el conjunt de mecanismes que actuen en l'evolució, de forma que l'estudi evolutiu desemboca en una nova disciplina (anomenada provisionalment evodevo) que intenta situar-nos en nous nivells per a observar el procés (2). Com més avancem, la visió que tenim de la realitat més se'ns complica.

El cas de la física resulta encara més esbalaïdor. Des dels intents per a analitzar les estructures més elementals de la realitat fins als esforços per a entendre "l'origen de tot plegat", cada vegada les aportacions ens resulten més allunyades del que ens sembla obvi i més incompatibles amb el món que sembla imaginable. Avancem segurament, però obrint-nos a models d'explicació que desafien el que normalment ens sembla comprensible. Simplement com a il·lustració --i deixant constància de la meua incapacitat de seguir adequadament l'argumentació--, cito algunes de les darreres "notícies" que segueixo només com a exercici de gimnàstica mental per a ampliar l'àmbit del pensament i de la imaginació. Sobre la comprensió de l'essència de la realitat, hom pot llegir aportacions sobre l'energia negativa que permetria teòricament viatjar per "forats de cuc" en l'espai i el temps (3), o sobre si la realitat està constituïda per alguna cosa més que per "soroll" o aleatorietat (4), o bé sobre les transformacions "no abelianes" que van merèixer el Nobel de Física de 1999 a G. Hooft i M. Veltman perquè expliquen la teoria de "gairebé tot". Un autèntic espeternec d'aclariment/complexitat.

A l'altre extrem de la física, la cosmologia es pregunta sobre l'eventual finitud o infinitud de l'Univers (5), o bé si es pot precisar què hi havia abans del "Big Bang", analitzant la possibilitat d'infinites "big bangs" en bombolles d'espai-temps (6), per acabar gratant en la metafísica amb qüestions relatives a la possibilitat que l'Univers s'hagi autoconstruït (7).

El cas de la neurobiologia no n'és una excepció. Els indubtables progressos d'aquests darrers anys van permetent aclarir/enfosquir el funcionament del cervell, de forma que sabem que avancem per anar confirmant que no sabem on som. Això no vol ser una professió d'ignorància pura, sinó de respecte a la complexitat. Hem entrat al laberint i coneixem alguns punts d'observació i algunes regles de funcionament; però el laberint es manifesta enigmàtic fins a l'extrem.

La ciència moderna ha sortit al pas del malestar creat per la insuficiència dels models teòrics, introduint models referits als caos determinista, models que permeten una mica de repòs en aquesta inestable situació que implica que a cada avenç augmenti la complexitat intuïda i disminueixi la capacitat de previsió que és el que els models pretenen. Els models caòtics han servit per a donar raó de les realitats complexes, superant el miratge de la simplificació determinista del s. XIX i de la previsibilitat que s'assignava als models, perquè es partia sempre de plantejaments lineals.

Cap als anys 60, E. N. Lorenz, conegut meteoròleg, donava forma pública al caos, aquesta "teoria de la contingència" que reconeix el caràcter "no lineal", imprevisible i complex de la Naturalesa, i intenta prendre nota dels esdeveniments aleatoris. La teoria del caos reconeix que la realitat està més enllà de la nostra voluntat de fer prediccions, manipulacions i controls sobre les coses. Simultàniament aquest reconeixement ens constitueix en protagonistes del món caòticode-

terminista (compte!, caos no vol dir confusió), reconeixent que la transgressió i la creativitat són atributs de la realitat i de la nostra presència en ella. Els sistemes caòtics han estat força analitzats i matemàticament es caracteritzen per poder ser relacionats amb l'equació logística, equació senzilla, expressada per la fórmula:

$$X_{n+1} = A X_n (1 - X_n)$$

la qual, quan A oscil·la entre 3.57 i 4, dóna respostes caòtiques. No-linealitat, complexitat, fractalitat, són atribucions típiques del caos. Lorenz ho ha explicat en molts llocs (8), i altres autors ho han aplicat de forma més "planera" a la vida quotidiana, com és el cas de J. Briggs i F. David, en un preciós text absolutament recomanable (9). El cervell és un exemple qualificat de sistema caòtic: la consciència n'és la manifestació central en l'espècie humana. Per això, tot tractament teòric de la complexitat té gairebé sempre algun capítol referit al cervell. Aquest és el cas, per exemple, del quadern dedicat per la revista "Science" al tema dels sistemes complexos (10).

Cervell per a ser el que som

No cal contemplar el cervell com a l'estructura més complexa possible. És sabut que avui gairebé ningú no comparteix la "leibniziana" pretensió de formar part del millor món possible en el qual seriem les millors criatures imaginables. Hem arribat on som per evolució (aquesta és encara possible) i, d'altra banda, res no autoritza a creure que l'evolució de la vida a la Terra sigui un fenomen únic i insuperable. Tampoc no és difícil imaginar unes formes de vida teòricament més perfectes que les nostres. Per tant, el nostre cervell és l'estructura que ens correspon com a primats amb una singularitat innegable: en relació amb altres primats existents, hem fet un pas molt original que és precisament l'adquisició de consciència traduïble en una cultura òbviament singular que ha capgirat l'evolució a la Terra, enriquint-la i modificant-la amb l'evolució cultural (ràpida i dirigida, al contrari de la biològica). Aquesta singularitat no és discutible tot i els lloables (sic!) esforços actuals per a destacar la continuïtat animal-home. Som, sense cap dubte i de manera notòria, animals (relativament) racionals.

La nostra consciència (la paraula és polisèmica, i ja s'intentarà precisar-la) és, doncs, un atribut original però limitat a priori per tots els condicionaments de la seva aparició i de la seva dependència respecte del cervell. Això vol dir --també a priori-- que no som previsiblement omniconpetents. Podem el que podem, i no més. És important tenir present això per a deixar oberta la possibilitat que la nostra capacitat d'entendre la consciència presenti moltes limitacions, cosa que no vol dir renunciar a entendre-la.. El tema de la limitació de la nostra capacitat de comprendre ha estat àmpliament debatut, i alguns autors han recollit la corresponent controvèrsia (11). Altres autors han estudiat molt concretament les limitacions d'una de les més brillants manifestacions de la consciència humana que

és la seva capacitat racional. K. Gödel és la referència obligada d'aquest tipus d'anàlisi dirigida a estudiar les limitacions de la potència racional humana (12).

Les disquisicions sobre l'abast de les nostres capacitats d'entendre la ment són abundants. Per a referir-me, però, al tema de forma breu, no em resisteixo a transcriure una plana d'A. Rivièrre que trobo especialment concisa i didàctica per a centrar el problema. Diu Rivièrre:

"Parlant del vell tema de les relacions ment-cos, Noam Chomsky (1980) estableix una distinció, tan útil com potser perillosa, entre dues classes de límits amb què pot topar l'enteniment humà i les explicacions científiques: els "problemes" i els "misteris". Aquells, els problemes, són, per dir-ho així, tumors epistèmics benignes, que poden ser extirpats amb els procediments habituals d'indagació i explicació científica. Aquests, els misteris, són tumors malignes. Incògnites sense solució. En el millor dels casos, els misteris són enigmes rebels o inabordables mitjançant els conceptes i els procediments d'un saber en un temps. Podem anomenar aquests, "misteris provisionals". Algun dels nostres comediògrafs (el senyor Mihura, per exemple) diria que, en termes epistèmics, solament causen "morts provisionals". Hi ha, però, una amenaça pitjor: la possibilitat que hi hagi temes que per la seva mateixa naturalesa siguin incomprendibles per a la ment humana, diguem-ne "misteris intrínsecs", l'opacitat dels quals no seria el resultat de l'estructura històricament condicionada i limitada d'una ciència particular i concreta, sinó de la naturalesa biològicament segellada i no franquejable del coneixement que pot assolir el cervell, de l'"episteme" de l'espècie. Tumors epistèmics que produirien morts definitius, que són els únics autèntics... Potser no sigui forassenyada l'opinió que la ment sigui inherentment inepta per a "sortir d'ella mateixa" i concebre la seva gènesi cerebral. Hi ha molts agnòstics que pensen que les relacions ment-cervell són tan intrínsecament misterioses com les que hi ha en alguns matrimonis. Posen a una banda les propietats més etèries, refinades, complexes i volàtils del que és mental i, a l'altra banda, el rigorós determinisme material d'aquest òrgan d'aparença no molt afavorida, i més aviat repugnantment tou i arrugat, i es pregunten: Què fa aquest taujà rabassut i materialista, amb aire de granota, amb una senyora tan refinada i materialista? Caldria entrar en el tàlem (i no precisament el cerebral) per a entendre un misteri tan incomprendible... però no és possible. Potser --pensen els pessimistes-- tampoc ho sigui que el cervell entengui la seva relació amb el que se suposa que fa, amb la fàbrica de la ment" (13).

Dit això, tan ben dit, diguem quelcom dels darrers intents d'aclarir el tema de la consciència.

La Consciència

El primer problema per a definir la consciència és saber de què parlem. I la veritat és que, ben bé, no ho sap ningú, i això es tradueix en les constants diferències que hi ha en la definició de la consciència. Laplane recorda, a propòsit d'això, la frase de William James: "Coneixem el sentit de la paraula consciència en la mesura que ningú no ens demana definir-la". El mateix Laplane fa una bona aproximació a la noció de consciència: "La consciència és el marc o la condició a priori de tot coneixement. Ella mateixa no és objecte de coneixement, ni tan sols en la seva forma de procés. Ella és el subjecte del coneixement. És coextensiva a tot pensament... Honestament, només podem definir la consciència com una experiència subjectiva, l'aparició de la qual i, fins i tot, la seva aparença necessiten la integritat d'un cert nombre de sistemes cerebrals. Podem també definir els continguts de la consciència i les seves condicions fisiològiques, però no podem treure'n la impressió quimèrica que hem precisat sobre què és la consciència. El que és veritat de la consciència ho és del pensament conscient... Hom parla de pensament quan vol parlar del contingut de la consciència. Es compren així perquè cal limitar la definició de pensament al pensament conscient, i perquè, si es volen mantenir idees clares, cal refusar l'estatut de pensament als mecanismes inconscients, per important que sigui el seu paper. El pensament no és més fàcilment definible que la consciència... Com ha destacat Wittgenstein, "la idea, la tenim col·locada com unes ulleres al nas, i no mirem res si no és a través de la idea. Ni tan sols pensem a treure-la". Cal ressignar-s'hi: no podem dir res ni formular res, si no és a l'interior del pensament conscient i el llenguatge pel que passa" (14).

La consciència, malgrat la seva aparent irreductibilitat, s'ha situat de nou al centre de l'interès neurològic. Durant anys qualificada com a fenomen subjectiu i sense interès per a la ciència, la consciència va intentar ser evitada. El behaviorisme va voler definir comportaments evitant el món intern. Posteriorment, la ciència cognitiva va interessar-se pels processos mentals, però deixant la consciència a part. Això eren solucions d'impotència, i finalment la consciència torna a ser inevitable. Quant als continguts concrets, la consciència és considerada sota diversos punts de vista: com a forma de percepció, pensament lògic, memòries, estats emocionals etc., sense que hom pugui presentar una classificació clara i distinta que depèn sempre de l'òptica de cada autor.

Els Models de Ment

D'acord amb la frase de Wittgenstein recollida per Laplane que acabem de citar, en tot debat sobre la consciència hi ha la idea (en gran part preconcebuda) de la ment. A través d'aquesta idea que utilitzem com a inevitables ulleres, ens mi-

rem la consciència. Per això cal prendre nota d'aquestes idees o models preconcebuts en l'ordre filosòfic, per a entendre com aquests models es tradueixen en els intents d'explicació de la consciència.

És conegut el quadre-classificació que Eccles proposa per a ordenar les opinions filosòfiques sobre la qüestió cervell-ment. Partint de la classificació compartida amb Popper sobre el Món 1 (món material físic inclòs al cervell), i Món 2 (conjunt d'experiències subjectives o mentals), Eccles i Popper distingeixen:

- * materialisme radical : reducció del Món 2 al Món 1
- * pansiquisme : tot és Món 1 i Món 2
- * epifenomenalisme : una petita part del Món 1 dóna lloc al Món 2
- * teoria de la identitat : el Món 1 és igual al Món 2
- * dualisme interaccionista : Món 1 i Món 2 interactuen (15).

Val a dir que ningú no té cap argument científic clar a favor de cap de les opcions de comprensió de la ment per la qual s'inclini. Tant el dualisme com els monismes només tenen al seu favor la sensibilitat filosòfica dels que els defensen, i tots mereixen atenció i anàlisi en tant que possibilitats, no en tant que comprovacions. Naturalment el punt clau és la dificultat d'objectivar la subjectivitat, o com diu Nagel : "el cost de l'objectivitat podria ser la impossibilitat de reconèixer en termes científics la marca de la subjectivitat". Totes les opinions, tractant d'agrupar matisos, poden resumir-se en la posició dualista o en la monista. El dualisme (la ment és una realitat espiritual irreductible a la corporalitat) té una gran història cultural a Occident. Plató n'és el gran patró amb les seves propostes dramàticament separades de cos i ment, i, a través d'Aristòtil i modernament Descartes, ha disposat de brillants plantejaments en general molt insatisfactoris per a les ciències experimentals. A Occident, la proposta monista (només hi ha una única realitat per a comprendre la ment) ve sobretot de mans de les filosofies materialistes, també d'origen grec, i es manifestà en l'època del materialisme simplificador en versió de vol baix en la coneguda frase que adjudica el pensament a la ment igual com assignem la bilis al fetge. El monisme militant podria avui ser representat típicament per J.P. Changeux conegut per la seva exposició de l'home neuronal (16), o per F. Crick, premi Nobel de Medicina i eminent biòleg molecular reconvertit a la neurologia, que publicà un conegut text sobre el tema (17). Els plantejaments monistes sempre es veuen amenaçats per la simplificació reduccionista, d'una forma correlativa a com el plantejament dualista es veu amenaçat per la irreal claredat de postulats no comprovables.

De totes maneres, les solucions més interessants és possible que estiguin en les reserves que tant dualistes com monistes han anat formulant a les teories pures i dures inicials i que propicien una certa convergència d'opinions. De fet, en moltes àrees de les ciències s'experimenta actualment la necessitat de compatibilitzar models en un exercici d'eclecticisme crític que parteix de la convicció que els models només són aproximacions. En l'àrea de la neurobiologia, aquest in-

tent de compatibilitzar és especialment urgent, atesa la poca base experimental de certes teories. En l'àrea psicològica, H.G. Furth havia reclamat, ja fa temps, el diàleg entre Freud i Piaget en un llibret de lectura obligada per als deixebles dels dos grans mestres (18). En l'àrea de la neuropsicologia, molt més recentment E.R. Kandel, que tant s'ha distingit en l'estudi de la neurologia en xarxes elementals i en altres punts, ha sorprès amb un interessant article en el qual demana un avenç en l'aprofundiment de l'estudi de la ment relacionat sense por la neurologia, la psicoanàlisi i la psicologia cognitiva (19). Assumint els reptes d'una convergència de punts de vista, els models de relació cervell-ment han donat lloc al que podríem considerar dualismes moderats i monismes eixamplats.

Les posicions dualistes segueixen existint tot i que més aviat en regressió, cosa que no hauria de portar a acceptar les posicions monistes "per defecte". En neurologia, la simplificació és particularment arriscada. J.C. Eccles, premi Nobel el 1963, ha esdevingut un referent obligat del dualisme modern a través de la proposta feta amb Popper en un llibre molt divulgat (20). La postulació d'una "ànima" ben caracteritzada constitueix un bon exemple de dualisme en què no és fàcil trobar-s'hi còmode neurològicament parlant. Tesis relativament properes a Eccles, les manté D.J. Chalmers. Aquest autor postula un dualisme en què el que anomena "factor X" seria la peça no reductible al cervell, fent notar molt explícitament que exclou eventuais connotacions religioses en aquesta proposta (parla de dualisme estrictament naturalista). A Chalmers, li sembla que el problema "dur" de la consciència només es pot solucionar en una perspectiva dualista. Ho ha explicat de forma breu (21) o bé de manera més sistemàtica (22).

El monisme més estrictament materialista conviu avui en formes monistes de matisos més oberts que insisteixen en la limitació del nostre coneixement de la realitat per a reivindicar un aspecte unitari però no reduccionista de la relació cervell-ment. No és que sigui més fàcil entendre un dualisme estrictament naturalista com el de Chalmers que un monisme eixamplat, però el monisme és més confortable en el context cultural actual, particularment en el context científic. P. Teilhard de Chardin ja havia proposat un plantejament monista que va haver de maquillar en el seu temps per causa de la seva pertinença religiosa. Actualment, entre els representants del monisme no reduccionista podríem citar l'escola de Zubiri. Destaca la figura de P. Laín Entralgo que ha escrit repetidament sobre el tema. El que anomenen "estructurisme" defensa l'existència de la ment com una qualitat sistèmica (no additiva) del cervell. En aquest sentit, podria considerar-se una proposta propera a l'emergentisme (23). Ll. Barraquer Bordas, des de la neurologia, es manifesta proper a la tesi estructuralista (24). Fins i tot F. Crick, amb posicions en principi molt explícitament materialistes sobre el model de ment, admet que potser un model de síntesi podria ser l'adequat: "Sempre queda una tercera possibilitat (més enllà del materialisme i les posicions més properes al dualisme): que els fets recolzin una forma nova i diferent d'enfocar el problema de la ment i el cervell, significativament diferent tant de la imatge cruament ma-

terialista que mantenen avui molts neurocientífics, com del punt de vista religiós" (25). Alguns autors conscients d'aquesta possible novetat parlen d'una propera "revolució" en les formes d'entendre la consciència transcendental. Així, per exemple, K.H. Pribram i J. Martin (26).

Valgui aquesta referència panoràmica i necessàriament breu als models cervell-ment, per a servir de marc a la cita de les propostes d'explicació més concretes que avui es fan del difícil tema de la consciència des de les àrees físico-psico-bio-neuro-evolutives. Filosofies i probablement les psicologies especulatives (incloent-hi les especulacions que s'autodenominen darwinistes, però no passen d'especulacions que apliquen automàticament els principis genèrics del darwinisme), ja ho han dit tot. Ara cal anar avançant fins on es pugui des de la neurologia.

"Explicacions" de la consciència

Cal utilitzar la paraula explicació entre vírgules per a indicar que es tracta, de moment, d'aproximacions cauteloses i sovint molt perifèriques. Són, però, sempre apassionants i tremendament interessants tant des del punt de vista científic com des de la simple curiositat humana. Presento diverses propostes dins d'una certa agrupació només relativament justificada.

A) Darwinisme psicològic

Sota aquest títol, hom pot considerar innumbrables intents d'explicar la ment humana des de la contemplació del fet evolutiu. La veritat és que aquestes explicacions fan èmfasi en l'observació d'una certa continuïtat en les conductes i capacitats entre els animals (normalment els primats superiors) i l'espècie humana. Com que el que menys continuïtat presenta és la consciència, també és el que resta menys explicat. L'aproximació evolutiva sempre es fa des d'una observació "extrínseca" i sense fer incursió (d'altra banda, difícil) en el nucli dur del tema que és el cervell en funcionament. Per això, en relació amb el tema específic de la consciència l'aproximació del darwinisme psicològic resulta en general frustrant. A més, aquest tipus d'anàlisi sol fer una argumentació que recorda molt una petició de principi. Efectivament, l'argument sol tenir la següent estructura: com que tota la realitat biològica s'ha d'explicar per una adaptació evolutiva, la ment és una adaptació evolutiva. Des d'aquesta posició, es passa a analitzar les pressions evolutives que hagi pogut crear la intel·ligència, i se citen totes les circumstàncies conegudes que acompanyen l'hominització. Naturalment, la dificultat està en el que no s'explica, que és l'aparició de la consciència i el seu funcionament. Aquesta impressió de caràcter perifèric que donen les anàlisis del darwinisme psicològic sol ser general en els textos sobre el tema. És el cas, per exemple, dels llibres que han estat editats per D. Dellarosa i C. Allen (27), o bé per M.C. Corballis i S.E.G. Lea (28). Aquest darrer llibre presenta anàlisis evoluti-

ves comparatives de temes concrets com la mida del cervell, el llenguatge, la gestualitat, els nínxols ecològics, o el que T. Suddendorf anomena "metamind", però sempre es tracta de condicions externes, observacions comparatives etc.; mai no s'agafa "el bou per les banyes", és a dir, la consciència humana en la seva entitat subjectiva. Per dir-ho amb tècniques d'observació neurològica, les activitats són registrades "des de fora" i no s'arriba mai a formes d'accés que puguin assemblar-se al PET, posem per cas.

El resultat sempre és força insatisfactori. Els neuròlegs que van més directament al nucli dur solen manifestar-se més conscients de les dificultats del tema que no pas els psicòlegs darwinistes, que hi troben explicacions molt senzilles. E.R. Kandel, J.H. Schwartz i T.M. Jessell, tots ells neuròlegs ben coneguts, per exemple, escriuen: "Abans, les característiques especials de la consciència van portar a molts filòsofs a una concepció dualística de la ment, a la idea que el cos tenia existència física però la ment no i, per tant, que la ment no era pròpiament tema de la ciència natural. Avui, casi tots els filòsofs contemporanis de la ment estan d'acord que el que anomenem consciència deriva de les propietats físiques del cervell. Ara bé, essent així que la consciència té propietats que les altres funcions cerebrals no tenen (subjectivitat, unitat i intencionalitat), una explicació fiscalista de la consciència representa un formidable problema científic" (29). Aquest formidable problema científic (neurològic) és el que sovint passen per alt els que volen explicar la ment dient simplement que és un fet evolutiu explicable per l'actuació de la mutació i la selecció, aplicant el darwinisme d'una forma una mica massa simple. Això, però, no explica la consciència: només la situa dins de la perspectiva evolutiva.

B) Aproximacions des de la física

L'aproximació a la consciència des de la física evoca automàticament el nom de R. Penrose. No és que sigui l'únic autor que hagi tractat el tema, però sí que és el que ho ha fet amb més ressò cultural, especialment a través de tres llibres que han estat molt divulgats i que en castellà tenen els següents títols: *La nueva mente del emperador* (30), *Las sombras de la mente* (31), i *Lo grande, lo pequeño i la mente humana* (32). En el darrer dels tres, fa una mena de balanç de tota la seva aportació i de la crítica d'alguns dels seus col·legues. Es tracta d'una aproximació tan suggerent com difícil, especialment quan no hi ha una preparació fonda en temes de mecànica quàntica.

Cal dir, en primer lloc, que Penrose pretén directament una explicació científica de la consciència, és conscient de la dificultat del tema i no la dissimula gens. En la pàgina 81 de l'edició que cito d'aquest llibre, apareix set vegades la paraula "misteri" referida a la consciència, i en altres llocs parla d'enigma i d'especulació. Però si alguna vegada podem explicar la consciència serà amb iniciatives com les de Penrose i no amb meres postulacions.

Penrose es declara en contra de tot intent d'explicar computacionalment el cervell. I amb raó. Fa constar que només un únic microtúbul dels molts que hi ha en una neurona, com una més de les moltes estructures que la constitueixen, pot considerar-se ell sol com un ordinador en termes de complexitat i informació. Un resum del que diu Penrose, el fa S. Hawking, gran amic i crític de Penrose, diu: "La teoria de Penrose pretén que la gravetat quàntica provoca la reducció objectiva de la funció d'ona; que aquest procés té un paper important en el funcionament del cervell pels seus efectes en fluxos coherents a través de les molècules; i, a causa del teorema de Gödel, es necessita quelcom semblant a la reducció objectiva de la funció d'ona per a explicar la consciència". Aquest resum pot resultar tremendament crític per a la majoria (en la qual m'incloc). Penrose fa autèntics esforços per a explicar el caràcter global de la consciència i connectar-lo amb els fenòmens quàntics que es podrien produir en els microtúbuls neuronals, tot recordant que probablement per a donar raó adequadament d'aquests fenòmens, caldria recórrer a una nova física, a un marc conceptual completament diferent.

Penrose, en la resposta a A. Shimony, el qual li retreia un "panpsiquisme" similar al de Whitehead, fa una curiosa confessió d'una concepció de la realitat que recorda moltíssim, a més de Whitehead, propostes com les del "dins" i "fora" de Teilhard en la concepció de la naturalesa. Diu Penrose: "Encara que no ho havia afirmat explícitament ni a "L'Emperador" ni a "Ombres", la necessitat que la mentalitat sigui ontològicament fonamental en l'Univers, penso que realment és necessari quelcom d'aquesta naturalesa. Sens dubte, hi ha algun tipus de proto-mentalitat associat a cada instància de reducció objectiva, segons el meu propi punt de vista, però hauria de ser extraordinàriament minúscula en un sentit apropiat. Sense cap embrollament àmpliament estès amb alguna estructura àmpliament organitzada i superbament adaptada a cert tipus de capacitat de processament d'informació --com passa amb els cervells-- és presumible que la genuïna mentalitat no es manifestaria de forma significativa". Teilhard parla d'un "dins" de la realitat que només es manifesta en estructures hipercomplexes, i anomena aquest fenomen, "lei de complexitat-consciència".

Les teories de Penrose han estat criticades per S. Hawking, tal com abans he recordat. Edelman, premi Nobel el 1972, també es malfia d'aquest tipus d'aproximació, i no en vol saber res. Diu Edelman: "No permetré que cap espantall --gravitació quàntica, acció a distància, superfísica-- entri en la teoria de la consciència".(33). R. Pascual, bon coneixedor de la física a la qual al·ludeix Penrose, fa una valoració de l'aproximació des de la física al tema ment-cervell, manifestant la debilitat d'alguns dels arguments en joc.(34). Una vegada més estem davant de l'especulació, però certament amb la impressió que l'assaig d'aproximació és valent, original i intel·ligent. Deuen ser les condicions per tal que el "misteri" o "l'enigma" pugui algun dia sofrir una bretxa epistemològica en les seves impressionants defenses.

C) Les propostes des de la neurologia

Constitueixen els intents més interessants i concrets d'explicació, cada un d'ells fet des d'una òptica que coincideix naturalment amb l'especialitat o l'àrea en què treballa l'autor de la proposta. En citaré algunes que em semblen més representatives. En tot cas es tracta d'explicacions de la consciència a partir de la neurologia, i com a tals explicacions em semblen els intents més seriosos fets avui (dins de la seva limitació), per a explicar aquesta enigmàtica realitat que en diem consciència. Probablement avui no tinguem mitjans neurològics d'accedir a altres aspectes de la ment (per exemple, les etapes evolutives), i ens hem de referir sobretot a dades psicològiques.

1. El darwinisme neuronal d'Edelman

Edelman es refereix també al darwinisme (com la citada psicologia darwinista), però l'aplica no com a model general, sinó també --i aquest és el seu mèrit-- com a model explicatiu del desenvolupament neurològic. De forma general, Edelman contempla la consciència com a "susceptible de millorar l'adaptació evolutiva", i creu que la consciència és un fenomen vital que no té més d'uns tres cents milions d'anys atesa la complexitat neurològica que requereix. Contrari al reduccionisme simplista al qual no acaba mai d'escapar Crick, Edelman reivindica el respecte a la complexitat per tractar d'explicar la ment, fins i tot reclama el respecte i reconeixement d'una certa llibertat, tot reivindicant també la possibilitat d'explicar la ment en termes científics, cosa que no vol dir en termes estrictament bioquímics. "Això significa --diu Edelman-- que les dades sorgides de les neurociències, per nombroses que siguin, no permetran per elles soles explicar què és el pensament. Aquesta afirmació no té res de misteriós ni de místic: significa simplement que l'explicació sorgida de les neurociències és necessària, però que no és suficient en tant que explicació última... Tota temptativa per reduir la psicologia a la biologia acaba necessàriament per fallar en un cert punt". J.R. Searle ha fet un bon resum de la teoria d'Edelman sobre la consciència en un article sobre Crick, Penrose i Edelman.(35). Com gairebé tots els neuròlegs que intenten explicar la consciència, Edelman fa la distinció de dos nivells: la consciència primària, que dóna accés a les "figures", o sigui sensacions i percepcions integrades; i la consciència superior, que comprèn la consciència del jo i el llenguatge. La consciència primària es forma a través del joc "darwinianà" dels grups neuronals que es van establint per l'experiència i es van seleccionant, donant lloc a cartografies parcials que a través de "reentrades" successives permeten establir una cartografia global de la realitat en el cervell. Aquesta cartografia global és adequadament dotada d'una memòria activa, d'un sistema d'aprenentatge, de la capacitat de distingir el que és propi del que és aliè, de la capacitat d'ordenar en el temps i la d'elaborar idees generals. Tot això permet establir la consciència primària a base dels que anomena canals de reentrada globals, que ho connecten tot. A partir d'aquí, quan, com en el cas humà, es pot fer la representació simbòlica de la distinció entre el que és propi i el que és aliè en la interacció social, s'accedeix al de-

senvolupament de la sintaxi i la semàntica, i això permet accedir a la consciència superior pròpiament dita. El darwinisme neuronal d'Edelman explica millor la consciència primària que no pas la consciència superior, amb la qual cosa, quan s'entra en el nucli dur del tema, sempre apareix una certa frustració. El propi Edelman reconeix que en aquest punt és on la seva teoria és més especulativa.

2. El "jo elèctric" de Llinàs

Parlo de "jo elèctric", prenent-me la llibertat de designar així l'explicació de la consciència que proposa R. Llinàs, atès que aquest notable neuròleg de Nova York utilitza els seus amplis coneixements dels fenòmens elèctrics cerebrals per a explicar la consciència. Enfront de les idees fonamentalment ambientalistes sobre el coneixement, Llinàs defensa un fort grau de determinisme genètic. Considera el sistema nerviós central com un "sistema tancat" en el sentit de ser "primàriament capaç d'autoactivar-se i de generar una representació cognitiva de l'ambient extern, fins i tot en absència d'entrada sensorial, com passa en el somni" (36). Aquest ordre intrínsec és el nucli dur de l'activitat cerebral i pot ser modificat per la sensorialitat; en aquest sentit el coneixement pot ser considerat com una propietat "a priori" del cervell. El contingut particular del coneixement és el que és après. Aquesta capacitat cognitiva té com a referència orgànica el sistema talamocortical.

Llinàs ha treballat a partir de la descoberta d'una activitat elèctrica espontània de 40 cicles per segon (40 Hz) en el tàlem de persones despertes o en son REM (37). Aquesta activitat de 40 Hz fa una escombrada del còrtex cada 12.5 mil·lèsimes de segon. Aquest interval de 12.5 mil·lèsimes de segon constitueix un "quàntum" temporal d'activitat cerebral. La consciència vindria donada per l'addició d'aquests "quanta". Cada escombrada donaria una imatge de l'activació del cervell i aquestes imatges en successió donarien la continuïtat de la consciència. Les oscil·lacions de 40 Hz han estat comprovades per altres autors: com W. Freeman, en el bulb olfatiu dels conills en olorar una flaire familiar, i per M. Steriade, en la visió de gats. El treball de Llinàs és d'una notable precisió i dóna l'oportunitat d'aproximar-se a la consciència des de l'activitat elèctrica, peça fonamental del funcionament cerebral. La mateixa naturalesa de l'explicació de Llinàs fa que la seva proposta es faci entendre com una interessant aproximació a un dels elements bàsics de la infraestructura de la consciència, més que no pas a una explicació exhaustiva de la seva naturalesa.

3. El protagonista emocional de la pel·lícula. Damasio

A. Damasio és en aquest moment un dels neuròlegs més coneguts entre el gran públic, sobretot pels seus excel·lents treballs neurològics que s'han traduït en la popularització de l'anomenada intel·ligència emocional, que té com a referència el llibre titulat *El error de Descartes* (38). Damasio ha treballat també en el tema de l'estudi del jo conscient en diverses ocasions. Citaré sobretot tres referències: una intervenció feta el 1995 en un Simposi a Madrid (39), un llibre de

dicat específicament al tema (40), i un petit article-resum sobre la mateixa qüestió (41). Com tots els autors neuròlegs que treballen el tema de la consciència, Damasio fa una distinció fonamental de dos punts: a) com el cervell crea imatges en les nostres ments; b) com aquestes imatges adquireixen el to de subjectivitat. Aquesta distinció és fonamental si hom vol acostar-se al mecanisme de la consciència, i no hi fan sovint atenció els que parlen de consciència amb divagacions superficials. El primer tema, és a dir, la construcció d'imatges, ha estat molt estudiat aquests darrers quinze anys, i hi ha una idea que sembla força aproximada de com funciona. Pensem --diu Damasio-- que les representacions topogràfiques poden ser lliurades a la memòria en forma no topogràfica i emmagatzemades tant en les regions corticals com en els nuclis subcorticals. L'evocació consistiria en la reactivació d'aquestes formes per a ser reconstruïdes en representacions topogràfiques. El problema dur és el segon, el de la subjectivitat, és a dir, "què volem dir quan parlem del self i com ho podem entendre en termes neurobiològics". La realitat del "self" és enriquida pel llenguatge, però el llenguatge no és l'origen del "self". Aquest punt constitueix un important tema neurològic i, des de Plató a l'actualitat, passant per Descartes, Hegel o Wittgenstein, ha constituït un tema d'interès. D. Laplane ha dedicat a aquesta qüestió un interessant article (42). Damasio parla d'uns "core components" del concepte del "self" que estarien constituïts per l'estructura corporal (Damasio insisteix molt justificadament en el fet que la ment no és una "pantalla" on es projecta el jo, sinó un conjunt compacte amb el cos), més els trets de la identitat psíquica. Aquest conjunt d'estats viscerals i mecanismes neurals estaria orgànicament referit al tronc cerebral i al complex del còrtex somatosensorial de l'ínsula, l'opèrcul parietal i el còrtex postrolàndic. La qüestió central seria, tenint present aquestes indicacions, "d'una banda, com la imatge corrent d'una entitat i, d'altra banda, el conjunt d'imatges de l'estat de l'organisme, les dues constituïdes per una activació neuronal momentània, poden generar subjectivitat". Damasio postula que aquesta operació es produeix entre un conjunt d'estructures neurals que suporten les imatges dels objectes, un altre conjunt d'estructures que suporten la imatge del "self", i un "tertium quid" que és un conjunt neural que connecta els altres dos i que Damasio anomena zona de convergència. Aquesta proposta significa que la subjectivitat es produeix quan simultàniament s'activen imatges d'objectes, imatges del propi organisme i imatges de l'organisme en l'acte de respondre a la situació. Aquesta tercera imatgeria seria la responsable de la subjectivitat.

Damasio considera, doncs, que existeix un nucli dur de la consciència (conjunt d'imatges) que compartim amb els animals, i una consciència extensa que se situa temporalment i autobiogràfica, i és exclusiva dels humans. Per a explicar-ho gràficament, parla d'una pel·lícula que succeeix en la ment (nucli dur) que és la gènesi de la sensació que jo sóc el protagonista de la pel·lícula (consciència extensa). D'acord amb tota la seva teoria, en la consciència que descriu Damasio, hi ha un gran component emocional (el "jo" és el "feeling" d'allò que succeeix), i l'autor insisteix també --d'acord amb aquest punt amb Edelman-- en el paper

adaptatiu que la consciència ha tingut en la singular aparició de l'espècie humana. La consciència és la peça clau de la homeostasi humana. Aquest punt de vista s'adiu molt amb una concepció que evita tot tipus de dualitat cos-ment. I a propòsit d'aquest punt, Damasio assenyala que en la construcció de la consciència hi ha una primacia emocional, punt de vista que coincideix amb les notes neurològiques que comenta Barraquer dient: "Com que la maduració del sistema límbic és més precoç que la del còrtex de la convexitat, pot assenyalar-se que existeix una correlació entre aquestes dades neuromaduratives i el principi psicològic --assenyalat per Dolle-- que a tots els nivells el subjecte "afectiu" precedeix en el "canvi" el subjecte epistèmic, i entra tot seguit en mútua relació amb ell. Així, per exemple, la "primera descentració cognitiva" representada per l'adquisició de la "permanència de l'objecte" (Piaget), s'estableix, d'acord amb el que s'ha considerat clàssicament, entre els nou i onze mesos, mentre que la "primera descentració afectiva" seria "l'angoixa dels vuit mesos" (Spitz) (43).

4. Els detalls del jo

Entre els molt autors que s'han interessat pel tema de la consciència, alguns ho han fet a partir d'aspectes parcials, sense voler enfocar la totalitat del problema. Aquests aspectes, però, també constitueixen pinzellades molt il·lustratives del que pot esdevenir neurològicament en la configuració i funcionament de la consciència. V.S. Ramachandran ha treballat sobre els aspectes del jo conscient des del problema de l'agnosognosia i el "jo defensiu". Aquest autor fa una hipòtesi sobre els mecanismes de defensa del jo i els imagina explicables des de la interacció entre els hemisferis. Tal com ja M. Gazzaniga havia proposat (44), suposa Ramachandran que el cervell esquerre sempre intenta reduir les dissonàncies generades entre els dos hemisferis, imposant una coherència (ni que sigui forçada) perquè "cap decisió, encara que només sigui probablement correcta, és millor que la indecisió" (45). Així l'hemisferi esquerre tranquil·litza el jo. A través de la mateixa dicotomia hemisfèrica, Ramachandran proposa una curiosa hipòtesi sobre aspectes molt suggestius i subtils de la consciència humana com són l'humor i el riure.

M.M. Merzenich s'ha interessat neurològicament pel tema del canvi, o millor pel manteniment de la consciència d'identitat en el canvi, qüestió d'interès obvi. (46). Des del punt de vista neurològic, aquest punt està molt relacionat amb el capítol de la plasticitat neurològica implicada en la maduració, l'aprenentatge, la modulació del pensament i la conducta.

Altres autors han treballat a partir d'un sentit en particular, en concret el de la vista, tan estructurat en el cervell humà. S. Zeki, segurament un dels millors coneixedors actuals del còrtex visual, en una obra ben coneguda (47), oferia les seves reflexions sobre la consciència i el coneixement a través del complex món de la visió. Zeki, per exemple, diu a propòsit de la visió cega: "Una revisió de les dades experimentals i clíniques suggereix que, per a la percepció conscient d'un

estímul visual i, per tant, per a l'adquisició de coneixement entorn del món visual, és necessària l'activitat simultània de moltes àrees visuals, i a menys que aquesta condició sigui satisfeta, l'estímul visual no arribaria mai a la consciència. Aquest és el cas dels pacients amb visió cega, una situació patològica en la qual els subjectes no són conscients dels estímuls visuals que els són presentats i consegüentment no posseeixen coneixements dels dits estímuls. Malgrat això, els pacients són capaços de "veure'ls" i discriminar-los. Es pot postular que la visió cega és la conseqüència d'una condició en la qual no hi ha una activació sincrònica de neurones entre les àrees visuals. Dit d'una forma més simple, els grups de repertoris neuronals necessaris per a la percepció conscient de la visió no poden formar-se" (48). W. Singer ha estudiat, en el mateix camp de la visió, la qüestió de la sincronització com una possible explicació en el debat de la relació cervell-ment (49). N.K. Logothetis, ben recentment, feia una revisió de la consciència a través de la visió (50), ressaltant com la neurologia demostra la gran quantitat de vida neurològica que no arriba a la consciència, i com la consciència visual és un fenomen que involucra sempre tota la trajectòria visual, essent, per tant, un fenomen "holístic". Aquests estudis, relacionats amb altres temes com l'atenció o la memòria operativa, poden anar il·lustrant aspectes de la consciència.

Hi ha moltes dades de la neurologia a la recerca del jo conscient. Hi ha, però, també la consciència que manca algun "turning point" que permeti fer el "salt" de comprensió que evidentment manca. F. Mora ho resumeix amb unes paraules que em semblen ideals per a tancar aquestes ratlles: "Sens dubte és cert que coneixem molt sobre molècules, neurones i circuits, però ningú no podria discutir, al mateix temps, que també desconeixem, veritablement, com funciona el cervell. Això ha donat ocasió a aquesta intuïció no clarament formulada en la neurociència actual que desvetllar la lògica dels processos cerebrals que estan a sota dels processos mentals demanarà una nova i diferent aproximació científica de la que s'ha seguit fins ara, i la qual, malgrat tot i paradoxalment, ha permès el gran avenç que ha assolit la neurobiologia actual. Precisament les neurociències estan mancades d'una autèntica revolució, de l'aparició d'un gran descobriment, d'un salt imprevisible o "turning point" que il·lumini i orienti les investigacions en una nova direcció. Com deia no fa molt D. Hubbel, "quelcom semblant al que ha succeït en altres ciències, com les troballes de Copèrnic, Newton, Darwin, Einstein o Watson i Crick" (51). El temps dirà quin neurobiòleg s'afegirà a la llista.

NOTES

Per a facilitar les consultes, els llibres o revistes dels quals hi ha traducció castellana són citats amb el títol i any d'aquesta traducció.

- (1).- Nature, (1999). 402: 715-720.
- (2).- Vegeu, p. ex., "El País", 1 de març del 2000, p.51.
- (3).- L.H. Ford & Th.A. Roman.(2000)."Qué es la energía negativa". Invest.y Cienc. març. pp.4-12.
- (4).- M. Chown.(2000). "What is Reality?" New Scientist. 2227 : 24-28
- (5).- J.P. Luminet &al. (1999). "¿Es finito el espacio?". Invest. y Cienc. juny. p.6-13.
- (6).- "Science et Vie".(2000). gener. p.33-46
- (7).- "Science et Vie". (1999). maig. p.71-75
- (8).- Vegeu, p. ex., E.N. Lorenz (1995). "La esencia del caos". Ed. Debate. Madrid.
- (9).- J. Briggs & F.D. Peat (1999). "Las siete leyes del caos". Ed. Grijalbo. Barcelona.
- (10).- Complex Systems.(1999). Science, 284: 79-109.
- (11).-N. Rescher. (1994)."Los límites de la ciencia". Ed. Tecnos. Madrid.
- (12).- J.W. Dawson.(1999)."Gödel y los límites de la lógica". Invest. y Cienc. agost. p.58-63.
- (13).- A. Rivière. (1995). "Mentes, cerebros y cómputos : ¿problemas o misterios?" a "El problema cerebro-mente" F. Mora (Ed). Ed. Alianza Universidad. Madrid. p.73-75.
- (14).- D. Laplane. (1994). "Réflexion épistémologique sur la question de l'organisation cérébrale". Revue Neurologique. 150,8-9 : 555-563.
- (15).- J.C. Eccles. (1992). "La evolución del cerebro : creación de la conciencia". Ed. Labor. Barcelona.
- (16).- J.P. Changeux. (1983)."L'homme neuronal". Ed. Fayard. Paris
- (17).- F. Crick.(1994). "La búsqueda científica del alma". Ed. Debate. Madrid.
- (18).- H.G. Furth.(1992). "El conocimiento como deseo". Alianza Editorial. Madrid.
- (19).- E.R. Kandel.(1999)."Biology and the Future of Psychoanalysis: a New Intellectual Framework for Psychiatry Revisited". Am. J. Psychiatry.156:4, 505-524.
- (20).-K.R. Popper & J.C. Eccles (1985). "El yo y su cerebro". Ed. Labor. Barcelona
- (21).- D.J. Chalmers.(1996)."El problema de la conciencia". Invest. y Cienc. febrer. p.60-67.
- (22).- D.J. Chalmers.(1999)."La mente consciente". Ed. Gedisa. Barcelona.
- (23).- P. Laín.(1995)."El problema alma-cuerpo en el pensamiento actual" a "El problema cerebro-mente". F. Mora (ed). Ed. Alianza Universidad. Madrid.
- (24).- Ll.Barraquer.(1995)."Cerebro-mente en neurología clínica", a "El problema cerebro-mente", F. Mora (de). Ed. Alianza Universidad. Madrid.
- (25).- F. Crick, o.c. p.329.
- (26).- K.H. Pribram & J. Martin.(1995). "Cerebro y Conciencia". Ed. Díaz Santos. Madrid.
- (27).- D. Dellarosa & C. Allen.(1998). "The Evolution of Mind". Oxford U. Press. N.Y.
- (28).- M.C. Corballis & S.E.G. Lea (1999). "The Descent of Mind". Oxford U. Press.N.Y.
- (29).- E.R. Kandel, J.H. Schwartz & J.M. Jessell.(2000)."Principles of Neural Science" Mc Graw Hill. N.Y.

- (30).-R. Penrose. (1991)."La nueva mente del emperador". Ed. Mondadori. Madrid.
- (31).-R. Penrose.(1996)."Las sombras de la mente". Ed. Crítica. Barcelona.
- (32).- R. Pnerose.(1999)."Lo grande, lo pequeño y la mente humana". Cambridge U. Press. Madrid.
- (33).- G.M. Edelman (1992). "Bright Air, Brilliant Fire : On the Matter of Mind". Basic Books. N.Y.
- (34).- R. Pascual.(1995)."La física y la relación mente-cerebro" a "El problema cerebro-mente" F. Mora (de). Ed. Alianza Universidad. Madrid. p.175 seg.
- (35).-J.R. Searle.(1996)."Dos biólogos y un físico en busca del alma". Mundo científico 170: 654-669.
- (36).-R. Llinás & D. Paré.(1996)."The Brain as a Closed System Modulated by the Sense" a "The Mind-Brain Continuum", R. Llinás & P. Churchland (ed).MIT Press. London.
- (37).-R. Llinás & U. Ribary .(1993)."Coherent 40-Hz oscillation characterizes dream state in humans". Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 90:2078-2081.
- (38).- A.R. Damasio .(1996)."El error de Descartes". Ed. Crítica. Barcelona.
- (39).- A.R. Damasio & H. Damasio.(1996)."Making Images and Creating Subjectivity" a "The Mind-Brain Continuum", R. Llinás & P. Churchland (de). MIT Press. N.Y.
- (40).- A.R. Damasio.(1999) "The Feeling of What Happens". Ed. Harcourt Brace. N.Y.
- (41).- A.R. Damasio.(2000). "Creación cerebral de la mente". Invest. y Cienc. gener. p.66-71.
- (42).- D. Laplane.(1999)."Controverse : existe-t-il une pensée sans langage?". La Recherche, 325: 62-67.
- (43).- Ll. Barraquer . a.c.(1995).p.210.
- (44).- M.S. Gazzaniga.(1993)."El cerebro social". Alianza Editorial. Madrid.
- (45).- V.S. Ramachandran & al.(1996)."Illusions of Body Image : What They Reveal About Human Nature" a "The Mind-Brain Continuum", R. Llinás & P. Churchland (Ed.).MIT Press. London.
- (46).- M.M. Merzenich & R.C. de Charms.(1996)."Neural Representation, Experience and Change" a "The Mind-Brain Continuum", R. Llinás & P. Churchland (De). MIT Press. London.
- (47).- S. Zeki.(1995)."Una visión del cerebro". Ed. Ariel Psicología. Barcelona.
- (48).- citat per F. Mora a "Neurociencia y el problema cerebro-mente" a "El problema cerebro-mente" F. Mora (Ed). Ed. Alianza Universidad .Madrid. p.286-287.
- (49).- W. Singer.(1996)."Neural Synchronization: A Solution to the Binding Problem" a "The Mind-Brain Continuum", R. Llinás & P. Churchland (Ed). MIT Press.London.
- (50).-N.K. Logothetis.(2000)."La visión, ventana de la consciencia". Invest. y Cienc. febrer. p.47-53.
- (51).- F. Mora (1995).a.c.p.288.

ABSTRACT

La conciencia de ser conscientes es muy antigua. En esta conciencia se basa la justa convicción humana de ser singulares. La ciencia, que, como actividad sistemática y generalizada, es moderna, se ha interesado lógicamente por la conciencia, y no ha podido hacerlo de forma significativa hasta que la neurología ha alcanzado un cierto nivel de desarrollo. Vivimos, pues, unos decenios en los que comienza a ser posible conectar mínimamente la ciencia, la neurobiología y la conciencia. A continuación, desarrollo un análisis panorámico de estas conexiones interesantes y prometedoras.



Consciousness of being conscious is very old. The fair human conviction of being singular is based on this consciousness. Science, which as a systematic and generalised activity is modern, has been logically interested in consciousness, although it has not been able to do it significantly until neurology has developed further. We are therefore living in some decades when it begins to be possible to connect minimally science, neurobiology and consciousness. In this article, I draw a panoramic view of these interesting and promising connections.



La conscience d'être conscients est très ancienne. C'est dans cette conscience que se base la juste conviction humaine d'être singuliers. La science qui, comme activité systématique et généralisée est moderne, s'est intéressée logiquement à la conscience et elle n'a pas pu le faire significativement jusqu'à ce que la neurologie a été un peu plus développée. Nous vivons, donc, des décennies dans lesquelles on peut déjà connecter minimement la science, la neurobiologie et la conscience. À la suite, j'expose une citation panoramique de ces connexions à la fois intéressantes et prometteuses.

