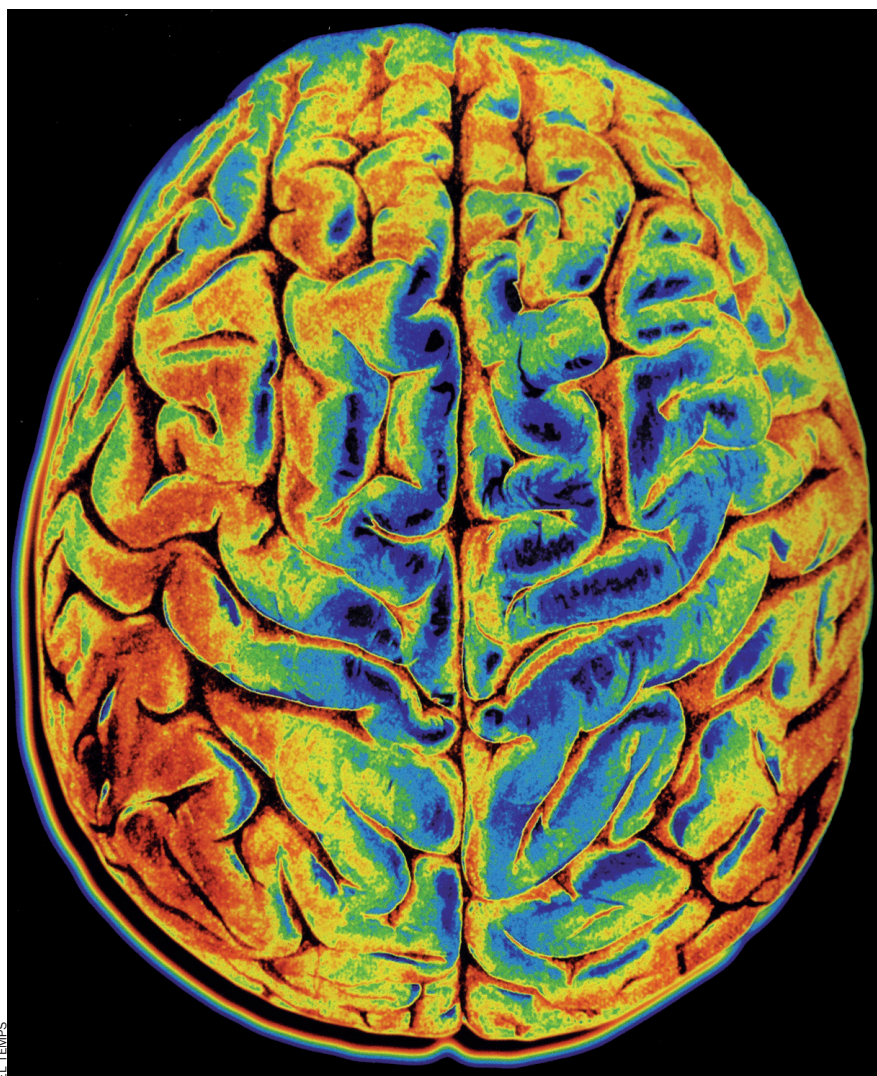


“**M**olts filòsofs, des de la Grècia antiga, han defensat que, quan naixem, som una tabula rasa. Això avui s’ha demostrat totalment fals, perquè ara sabem del cert que tenim predisposició per al llenguatge, el reconeixement de les cares, l’empatia i, molt probablement, la moral –entre moltes altres coses que anirem esbrinant en un futur gràcies a la ciència.” Ho afirma Francisco J. Rubia, catedràtic de la Facultat de Medicina de la Complutense, que va més enllà en la seva opinió sobre una ètica innata a la humanitat: “La moralitat no és escrita pel dit de Déu sobre les Taules de la Llei a la muntanya del Sinaí, sinó inscrita en el nostre cervell.”

En sengles conferències que van tenir lloc al Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB), dins un cicle anomenat “Als orígens de la ment humana” –organitzat pel CCCB i BioCat en ocasió de l’Any de la Neurociència–, Francisco J. Rubia i Ignacio Morgado, neuròleg de l’Institut de Neurociències de l’Autònoma de Barcelona (UAB), van explicar què és la ment i com el cervell crea la consciència, incorpora la capacitat d’imitació i genera sentiments d’empatia fonamentals per a la comunicació, la socialització i, en últim terme, potser fins i tot la moral.

Ignacio Morgado defineix la ment com “un conjunt de funcions o processos del cervell, com sentir i percebre el propi cos i el món en què vivim, tenir motivacions i emocions, aprendre i recordar, oblidar, dormir i somniar; parlar i comprendre el llenguatge, etc., incloses totes les formes possibles de pensament, entès com l’activitat que té lloc en absència de la pròpia cosa sobre la qual es pensa.”

Tot aquest conjunt de funcions cerebrals inclou moltes funcions que són fisiològiques, inconscients, ordres que el nostre sistema nerviós central dona als nostres òrgans per a mantenir-nos vius, però no configuren la nostra manera de ser, el nostre caràcter: això pertoca a la consciència, un misteri que atribuïm al cervell –diríem que, fins i tot, inconscientment– tot i que no sempre ha estat així: Aristòtil, al segle IV abans de Crist, localitzava els processos mentals



Neuroimatge del cervell. Amb tècniques com el PET, la ciència ha detectat la regió del cervell humà on es troben les neurones mirall.

## Gravat al cervell

La consciència i la moral ens vénen de sèrie. L’empatia, la compassió, la capacitat de ser socials, imitar i aprendre –les bases de la cultura– són a l’escorça cerebral. Les compartim lleument amb els simis i només en som hereus. La neurociència va explicant, a poc a poc, fins on ja tenim el guió escrit.

al cor, tot i que Hipòcrates de Cos ja els havia situats al cervell cent anys abans; però “el filòsof racionalista Descartes

(1596-1650), entrat ja el segle XVII, creia que la ment (o ànima) –apunta Morgado– era quelcom aliè al cos”.

**Un film intransferible.** Els neurocientífics han pogut aprofundir l'explicació dels mecanismes i els òrgans del cervell implicats en la consciència, però encara no han reeixit a explicar “com la matèria objectiva es torna imaginació subjectiva”, amb paraules de Morgado.

Els circuits cerebrals que creen la consciència s'han anat descobrint gràcies, en part, a aquelles lesions que causen la inconsciència. Sabem, per exemple, que els pacients que tenen una lesió al tàlem perden la consciència, però s'ha demostrat també que l'escorça cerebral és fonamental per a la mateixa consciència. Segons la comparació de Morgado, “el tàlem seria com un projector de la consciència i l'escorça cerebral, la pantalla on és projectada”.

Però qualsevol teoria per a explicar com el cervell crea la consciència ha de ser capaç d'explicar la complexitat d'aquesta consciència. Per a Morgado, “la consciència és el fenomen més fascinant de la nostra vida, perquè sense consciència la vida seria totalment diferent: la consciència és allò que dona sentit a la nostra vida”.

De la mateixa manera que l'aigua pot estar en estat sòlid, líquid o gasós, la ment pot estar conscient o inconscient. Les característiques que fan d'aquest estat un fenomen tan particular és que és subjectiu, unificat i continu, com un film propi i individual, amb les úniques interrupcions del son o l'anestèsia –perquè és també “independent de la nostra voluntat”, segons Morgado: “No podem deixar de ser conscients. A tot estirar, podem anar a dormir i intentar caure en la inconsciència, però seria semivoluntària.”

Diu Morgado que és un estat “subjectiu perquè és propi de cadascú, és una experiència íntima i intransferible”; és unificat, “perquè pot haver-hi elements de color, so, i moviment molt diversos, però la percepció que tenim és unificada: no tenim la percepció de rebre separatament el color i el so”; i és també un estat continu, “perquè el món per a mi és continu: el món, per a mi, no és un seguit de flaixos de diapositives, veig la continuïtat en tots els elements perceptius”. Tot i que la continuïtat i la unitat de la consciència poden semblar òbvies, Morgado destaca que són una “creació” del cervell: “Bona part de la



**Ignacio Morgado: “Un ximpanzé pot entendre una arrel quadrada? No. I el nostre cervell pot entendre com es crea la il·lusió?”**

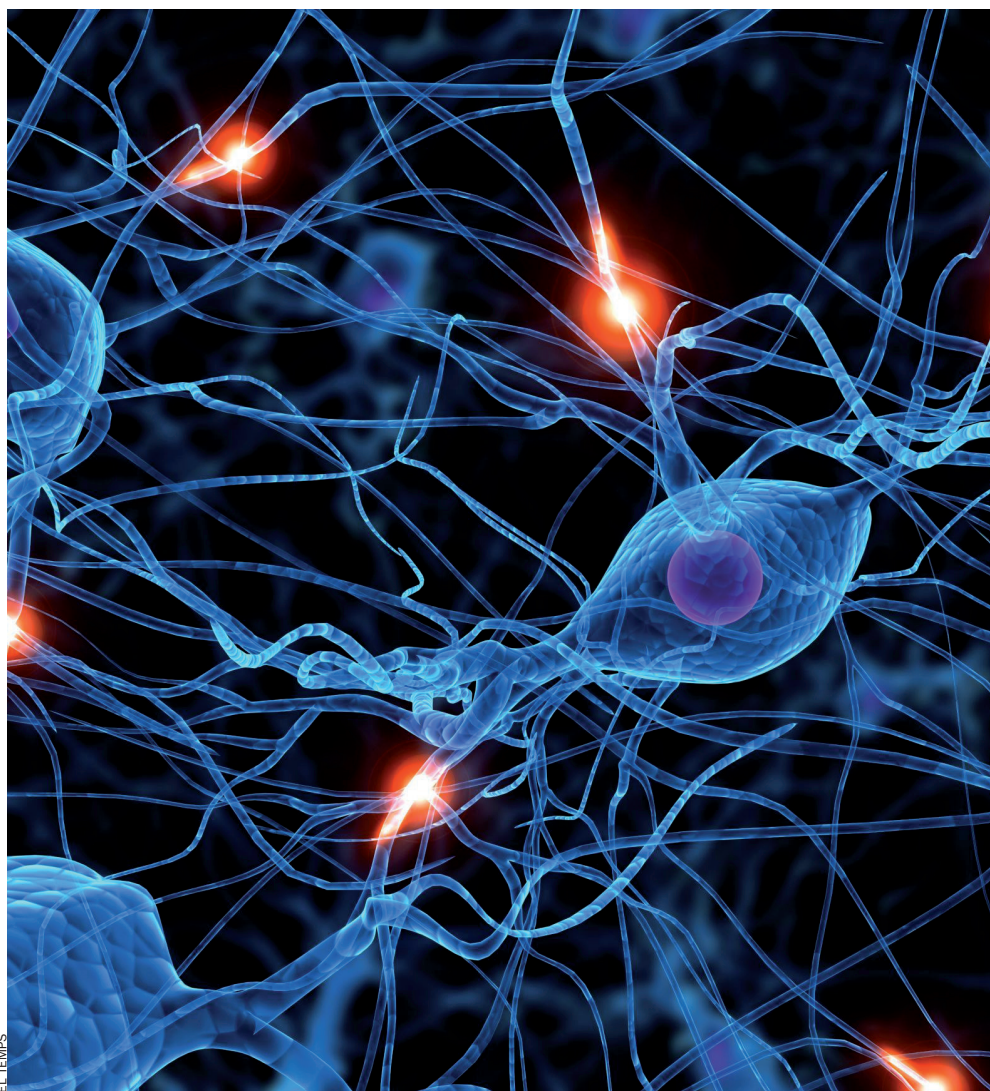
continuïtat i la unitat és il·lusòria. En tenim exemples pertot arreu: si algú de nosaltres demana a un altre que miri a esquerra i dreta, amunt i avall, veurà perfectament els moviments oculars de l'altre, però si un mateix ho prova davant d'un mirall, no veurà mai els propis moviments oculars. No sabem ben bé com passa, però el cervell paralitza la visió en el moment que els ulls es mouen. Cada vegada que hi ha un moviment ocular, la visió queda apagada per tal d'evitar que tinguem una visió del món en moviment constant, semblantment a la manera com es belluga la imatge del vídeo que hem filmat malament durant les nostres vacances. A la nostra consciència no li passa això. És un treball continu del cervell al qual no donem importància.”

Una altra de les peculiaritats de la consciència és que s'hi projecta la realitat, el pensament i la imaginació alhora: “Una de les característiques més importants és la capacitat del cervell de canviar contínuament els continguts propis. Una metàfora per a la consciència podria ser un escenari: quan les cortines estan tancades som inconscients i quan s'obren, podem tenir una mena d'imatges completament diferents. Ara puc tenir la imatge de tots vosaltres que m'escolteu –deia Morgado a la conferència del CCCB– i un segon més tard puc pensar on passaré les vacances o la resolució d'un problema matemàtic que tinc a mig fer o qualsevol cosa. En dècimes de segon puc haver canviat de pensament.”

**El mico davant del mirall.** Els humans som capaços, a més a més, de tenir autoconsciència, d'adonar-nos que som conscients. Però encara no sabem del cert si som l'única espècie que té consciència. “Hauríem de pensar que el nostre cervell té capacitat de metarepresentació, de representar allò que ja s’hi ha representat durant els processos perceptius. I els animals, en tenen? Alguns científics pensen que una prova per a determinar si una espècie té aquesta capacitat seria la prova del mirall. Si un animal es reconeix a ell mateix en un mirall, això indicaria que hi ha una prova de metaconsciència. Tenim proves que hi ha tres espècies que es poden reconèixer: ximpanzés i bonobos, d’una banda, dofins i elefants. Totes tres espècies es reconeixen en un mirall. Se’ls fa una taca a la cara per a veure si, quan es miren al mirall, es toquen on tenen la taca perquè s’hi reconeixen. I amb aquestes espècies funciona. Però alguns científics diuen que hi ha animals que podrien ser autoconscients per a sentits diferents de vista, cosa que vol dir que si no es reconeixen per la vista podrien fer-ho d’una altra manera, per l’olfacte per exemple. Encara s’ha d’investigar.”

**Com crea la consciència el cervell?** La neurociència ha pogut esbrinar que una de les parts del cervell més implicades en la configuració de la consciència és el tàlem, “un lloc de processament sensorial –diu Morgado–, per on passen tots els sentits i una estació de relleu per a enviar tota la informació que ve dels nostres òrgans sensorials cap a l’escorça cerebral, amb la qual es comunica mitjançant moltíssimes fibres”. Ho sabem perquè “quan es lesiona el tàlem d’un individu i s’aturen les seves projeccions a l’escorça cerebral, l’individu perd la consciència. Per més estrany que sembli, la lesió de l’escorça prefrontal, que és la més evolucionada del cervell, no implica la pèrdua de consciència, no porta al coma”.

El tàlem ha arribat a ser anomenat el llindar de la consciència: fins que una informació procedent dels sentits no arriba al tàlem, no comença a fer-se conscient. “Però –adverteix Morgado– ara sabem que això tampoc no és ben



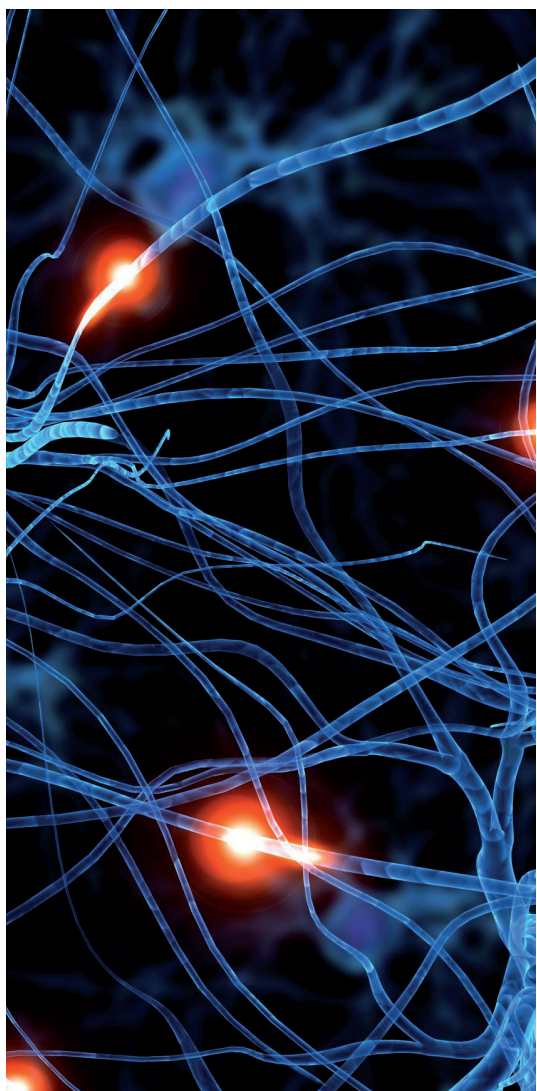
A la dreta, recreació d’una neurona. Frans de Waal: “He dubtat si anomenar éssers morals indivi-

cert, perquè s’ha observat que un individu anestesiàt pot estar inconscient i el tàlem encara és actiu: això ens porta a allò que probablement és la clau de la consciència: l’escorça cerebral.”

Per a explicar-ho, Morgado fa servir el símil de la projecció: “El tàlem és com un projector, i l’escorça cerebral és la pantalla que, quan s’il·lumina, és la consciència. És necessari que el projector funcioni, però és a l’escorça cerebral on hi ha la consciència. Ara pensem que el tàlem i més estructures del tronc de l’encèfal són necessàries però no suficients per a l’activitat cortical que genera la consciència.”

Una de les teories que pretenen explicar el funcionament de la consciència es basa en la sincronia, perquè respon sobretot a una de les esmentades

característiques de la consciència: la unitat. “Aquests científics –diu Morgado– han trobat una resposta en la sincronia. Quan anem a un concert i cada músic assaja, l’espectador sent molts instruments però sense cap sentit. Però quan comencen a tocar tots seguint la partitura sota la batuta del director, ja no sentim diferents instruments. Tots els instruments s’unifiquen i sentim una unitat, una única melodia, gràcies a la sincronia. La teoria de la sincronia intenta explicar això: perquè s’ha trobat que quan som conscients, estudiant l’activitat del cervell amb elèctrodes, podem trobar una determinada activitat fisiològica sincrònica a la major part de l’escorça. Això ha fet pensar que la sincronia podia ser la base crítica de la consciència. El problema és que també



EL TEMPS

**...dus d'unes altres espècies que no siguin la nostra, però crec que molts dels sentiments i capacitats cognitives són anteriors a nosaltres.”**

s'ha trobat sincronia en determinades situacions d'inconsciència. La posició actual és que no pot haver-hi consciència sense sincronia però sí sincronia sense consciència.”

La teoria que explica més bé la generació de la consciència, segons Morgado, és la que ha elaborat l'equip de Giulio Tononi i Christof Koch, de la Universitat de Wisconsin (EUA). “És la millor teoria –defensa Morgado–, perquè és la més heurística, la que té més potencialitat per explicar les coses i trobar nous elements d'investigació sobre la consciència. La idea és que quan tota l'escorça cerebral treballa integradament, en equip, és quan estem conscients. Quan la part de l'escorça cerebral treballa separadament, desenganxada de la resta, sense connectivitat

funcional amb les altres parts, és quan estem inconscients.” Dit d'una altra manera: si només treballa una part del cervell o separadament de l'escorça, no som conscients. “Quan ens aixequem i estem mig adormits –afegeix Morgado–, possiblement hi ha parts encara desconnectades que s'hi van afegint quan ens dutxem i fem un cafè, per a entendre'ns. Arriba un moment que tota l'escorça cerebral treballa en equip. S'han produït connexions entre les sinapsis dels diversos circuits. Ja no tenim circuits diferents, sinó un sol circuit integrat. És com el Barça.”

La teoria de la integració funcional de Tononi i Koch permet d'explicar característiques de la consciència que no permet cap altra teoria, segons Morgado: “Explica la unitat de l'experièn-

cia conscient; els graus de consciència –com més parts hi ha connectades, més viva és la consciència que tenim–; la variabilitat de contingut (si cada part del cervell té relació amb xarxes neurals que tenen emmagatzemada informació diferent, el fet que l'escorça frontal es vagi trobant amb circuits amb continguts diferents ho facilita); i la consciència reduïda en animals: si els animals tenen una escorça cerebral inferior a la humana, amb menys parts i menys mòduls de processament d'informació bàsica que la humana, la seva capacitat d'integrar funcionalment mòduls a l'escorça és inferior a la humana, i per això hem de sospitar que tenen graus de consciència inferior a nosaltres. No poden tenir mai un grau de consciència tan viva com nosaltres.”

**La inexplicable imaginació.** Allò que la neurociència encara no ha sabut escatir és “com la matèria objectiva es torna imaginació subjectiva”. Per a fer-ho més entenedor, Morgado fa servir una metàfora del periodista de *La Vanguardia* Lluís Amiguet: “Com la carn es torna pensament.” Morgado és categòric a l'hora d'afirmar que és el principal repte de la neurobiologia, perquè sembla el més inaccessible: “No ho sabem. No en tenim ni idea. I no tan sols no ho sabem, ni tan sols en tenim hipòtesis. Això em fa pensar que el cervell humà no ha evolucionat prou per a entendre aquest canvi. Crec que el cervell humà no té capacitat d'entendre-ho. Un ximpanzé pot entendre una arrel quadrada? No. I el nostre cervell pot entendre-ho tot, pot entendre com es crea la il·lusió? Intentem entendre un cervell amb un cervell. Això és perquè el cervell humà no ha evolucionat per a comprendre les coses sinó per a tenir capacitat d'adaptar-se i sobreviure. Penseu que entendre com la matèria es torna imaginació no tindria valor pràctic. Satisfaria la nostra curiositat intel·lectual, però no ens ensenyaria res. La selecció natural té tendència a produir canvis adaptatius i potencialitats adaptatives i aquesta no ho seria.”

**El mirall del cervell.** La consciència ens permet de percebre la realitat, tenir pensaments i imaginar, però inconscientment el nostre cervell està preparat per a la comunicació, el llenguatge, la socialització i la cultura gràcies, en bona part, a una zona anomenada *àrea de Brocca* i unes cèl·lules nervioses molt particulars anomenades neurones mirall. Hom pensa que aquestes neurones són les responsables de la imitació, l'empatia i, per extensió, de les nostres capacitats socials, de comunicar-nos, d'aprendre. Perquè, en el fons, són les responsables d'allò que els neurocientífics anomenen la *teoria de la ment*, una teoria que ja és al cervell humà des de ben petit. Excepte en els autistes.

“L'autisme –explica el neuròleg Francisco J. Rubia– és un trastorn del desenvolupament de les funcions cerebrals del nen. El nom prové del grec *authos* ('un mateix'), perquè aquests éssers tenen la tendència a aïllar-se del món exterior. L'expressió va ser encunyada



### Santa Teresa de Suècia

Els humans som també conscients que la nostra ment és al nostre cos, atrapada a dins. Aquesta consciència també és cent per cent obra del cervell. I la prova és que un equip de recerca suec ha inventat un sistema per a enganyar el cervell i fer-li sentir sensacions extracorpòries –com les de Santa Teresa d'Àvila quan escrivia “Visc sense viure en mi.” “El sentit de trobar-nos situats en els límits físics del nostre cos –explica el neuròleg Ignacio Morgado– també és una creació del cervell. I una vegada descobert això, podem alterar el mecanisme i fer que la gent pugui

sentir-se fora del seu cos. Ho han fet científics suecs al famós Karolinska Institut d'Estocolm. Henrik Ehrsson fa anys que hi treballa i ha descobert com alterar les percepcions d'un individu per a fer-lo sentir fora del seu cos, per a tenir una sensació extracorpòria.” Ehrsson ha aconseguit, fins i tot, que se sentin en el cos d'un altre. L'investigador fa jeure el subjecte d'experimentació i li posa un visor pel qual l'individu no veu allò que té davant –que seria el seu cos, les seves cames i els seus peus– sinó allò que capta una altra càmera: el cos d'un maniquí.

el 1911 pel psiquiatre suís Eugen Bleuler i, el 1943, el psiquiatre austríac Leo Kanner definia els autistes per la dificultat de sortir d'ells mateixos i entrar en contacte amb els altres. Quan són nadons no estenen els braços perquè els agafin, com fan la majoria de xiquets. Deia Kanner que els autistes tracten les persones com si fossin coses. I aquesta incapacitat de relacions afectives alguns psicòlegs l'atribueixen a manca de psicologia intuïtiva, és a dir, capacitat d'atribuir pensaments i estats mentals a

les altres persones, una cosa de què som dotats de naixement.”

Explica Rubia que el professor de psicopatologia de Cambridge, Simon Baron-Cohen, anomena l'autisme “ceguesa de la ment”. Per a Baron-Cohen, els autistes no tenen la teoria de la ment, una expressió que el qui la va encunyar, Gregory Bateson, definia així: “Dir que un subjecte té una teoria de la ment vol dir que el subjecte atribueix estats mentals a ell mateix i a la resta.” Un sistema de pensament d'aquesta mena

L'experimentador toca una cama del maniquí alhora que toca la cama del subjecte i aquest se sent realment fora del seu cos: ja veu que aquell maniquí no és ell però li fa la sensació que sí.

“I no és cap il·lusió –explica Morgado– perquè si l'investigador agafa un ganivet i ataca la imatge del maniquí que ell veu, el seu cos s'altera i produeix la reacció típica de la por: alliberament d'adrenalina, canvi de resistència elèctrica de la pell, etcètera. Ha descobert el mecanisme pel qual el cervell crea la sensació que està dins dels límits del seu propi cos. Aquest mecanisme és ben simple: sincronia perceptiva, sincronia entre els estímuls perceptius, sobretot els visuals i els somàtics tàctils.”

En aquest cas, els experiments d'Ehrsson no es limiten a la ciència bàsica –al pur coneixement del funcionament del cervell–, sinó que tenen moltes aplicacions pràctiques. “Ehrsson –diu Morgado– pensa que aquest sistema pot ser molt útil per a millorar els moviments d'un robot, per exemple, per a desactivar explosius. Si s'instal·la la càmera de manera que el tècnic se senti allà on és el robot, la feina per a desactivar la bomba podrà tenir molta més precisió. Igualment, un cirurgià es pot sentir dins el cos del malalt introduint-hi un robot per a extirpar un tumor. Així podrà fer amb més precisió els moviments per a extirpar-lo. Més aplicacions serien per a robots que puguin actuar en zones d'alta radioactivitat o en desastres ecològics.”

**A. M.**

–diu Rubia– és en sentit estricta una teoria: “En primer lloc perquè tals estats no són directament observables i, en segon, perquè el sistema es pot fer servir per a fer prediccions respecte a uns altres organismes”, uns altres humans. Per a entendre-ho, Rubia exposa un exemple: “Suposem que un home surt d'una botiga i comença a caminar pel carrer. Al cap d'uns quants segons, gira cua i torna a entrar a la botiga. De seguida pensem que l'home es deu haver descuidat alguna cosa. L'home torna a sortir i mira a

terra amb cura. Els observadors pensem de seguida que allò que buscava era alguna cosa que no ha trobat a la botiga i pensem que l'home creu haver perdut alguna cosa al carrer, pel camí.” “Si perdessim les referències de la nostra teoria de la ment –continua Rubia–, tot allò que fa l'home ens semblaria estranyísim. Per tant, la teoria de la ment ens proporciona un mecanisme dispost per a entendre el món social. Sense aquest mecanisme, el món social seria incompreensible i faria por. En canvi, gràcies a aquest mecanisme, dels moviments de l'altre podem inferir quines són les seves accions i objectius.”

Segons Baron-Cohen, aquesta teoria de la ment s'aconsegueix a final del primer any de vida del nadó i queda fermament establerta entre els tres anys i quatre. En l'autisme hi ha d'haver una alteració específica d'aquesta teoria de la ment.

**Imitar com un mico.** La tendència a la imitació és innata en nosaltres. Tan natural i tan antiga, segons Rubia, com unes altres accions reflexes dels nadons. “En els nens molt petits –explica el neuròleg, autor de *La conexió divina*– hi ha un reflex ocular de seguiment dels objectes en l'espai, que és automàtic. Els nens segueixen el dit, sempre que el belluguem. Aquest reflex va desapareixent amb el temps per inhibició des de l'escorça cerebral. Malgrat això, en algunes malalties degeneratives de l'escorça, com l'Alzheimer, el reflex torna.”

Passa això mateix amb el reflex de pressió. “El contacte d'alguna cosa amb el palmell de la mà d'un nadó –recorda Rubia– fa que tanqui la maneta i agafi l'objecte o el dit que el toca. Això és un reflex heretat dels nostres avantpassats animals i era ben útil en un medi arborícola: si no tancaven la mà, queien de l'arbre. Aquest reflex de pressió també desapareix quan el nen creix, però torna a aparèixer en malalties degeneratives de l'escorça, i això vol dir que l'escorça controlava la inhibició d'aquest reflex.”

El reflex d'imitació, com veurem més endavant, és també heretat i el mantenim igualment inhibit.

“El substrat neurobiològic del reflex d'imitació –explica Rubia– s'ha trobat en les neurones *mirall*, al lòbul frontal

del cervell. Es van descobrir l'estiu del 1991 i són localitzades al lòbul frontal, la qual cosa vol dir que el reconeixement dels altres, de les seves accions i intencions depèn del sistema motor, que fins ara havia estat relegat en simples tasques de motricitat, però ara sabem que també té un paper cognitiu important.”

Les responsables són les neurones mirall. “En els macacos s'han descrit dues àrees de l'escorça cerebral premotora ventrals, l'F4 i l'F5. Aquestes àrees han estat estimulades elèctricament i la diferència és que, quan s'estimula l'F4, trobem que regeix el braç, el coll i la cara, mentre que l'F5 controla la mà i la boca. Suposem que volem agafar un got d'aigua. Hem de fer dues coses: allargar el braç i agafar-lo amb la mà. S'ha demostrat que aquests dos processos no són seguits, sinó que es desenvolupen en paral·lel. Els anys 90 es descobreix accidentalment que aquestes neurones s'activaven no tan sols quan un mico feia una acció determinada, com ara agafar un aliment i dur-lo a la boca, sinó també quan el mico, immòbil, observava el mateix moviment fet per l'investigador o per un altre mico. Per això se'n va dir mirall, perquè reflecteixen les accions d'altre en el seu cervell. En un altre lloc de l'àrea F5 hi ha neurones que s'activen quan els micos imiten allò que fa l'experimentador. Si ell porta la mà a la boca, el mico també ho fa, i si l'investigador s'estira el llavi cap enfora, el mico també. Aquestes neurones s'han anomenat *neurones comunicatives*.”

Quina seria la funció de les neurones mirall? Sembla clar que quan aquestes neurones s'activen es genera una representació motora interna de l'acte que l'animal observa, la qual cosa fa possible d'aprendre per imitació. “Tenim davant –conclou Rubia– les bases neurobiològiques de la imitació, una cosa que tenen els micos i també nosaltres.”

El descobridor d'aquestes neurones, Giacomo Rizzolatti, va buscar les neurones mirall en humans, les va localitzar i ha continuat investigant-hi. “Mitjançant registre de l'activitat elèctrica, amb electroencefalogrames, o de l'activitat magnètica, amb magnetoencefalogrames, s'ha constatat que també són humanes.” Amb una tècnica no invasiva,

l'estimulació magnètica transcranial, es va demanar als subjectes d'experimentació "que observessin l'experimentador, que feia moviments senzills com el de dur-se la mà a la boca" i, "efectivament s'activaven els músculs de la mà del subjecte d'estudi, tot i que no s'hi produïa cap moviment".

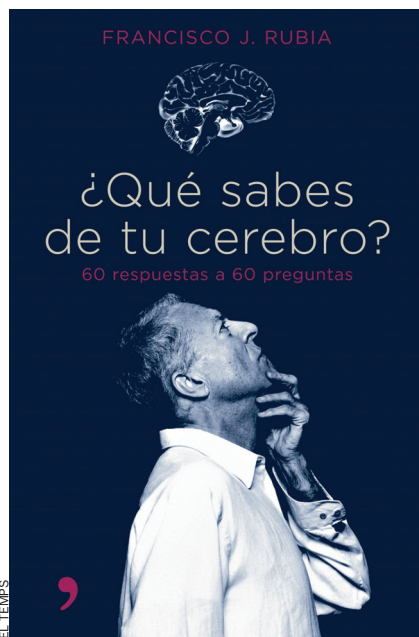
La conclusió ha estat que "les regions en l'escorça humana que s'activen corresponen a les del mico, però són més àmplies –cosa lògica, perquè el cervell humà és més gran–: en el cervell humà corresponen a l'àrea de Broca (dita així perquè Paul Broca hi va descobrir que en aquesta zona del cervell es localitza l'àrea motora del llenguatge), que es troba al lòbul frontal, més o menys en una regió equivalent a la zona F4 i F5 del macaco."

El neuròleg americà Vilanayur S. Ramachandran les ha anomenades neurones de l'empatia, perquè un grup d'aquestes neurones és vinculat a la comprensió de les emocions dels altres.

Citant Ramachandran: "Si l'observació d'una acció duta a terme per un altre individu activa les neurones que permetrien a l'observador de fer aquella mateixa acció, som davant d'una mena de lectura de la ment." Rubia va més enllà: "Si suposem que el llenguatge de gestos ha estat el precursor del llenguatge parlat –cosa que apunta el fet que el llenguatge de gestos és controlat per les mateixes zones cerebrals que el llenguatge parlat–, es pot deduir que les neurones mirall també han estat precursors del llenguatge parlat." Això explicaria per què persones cegues de naixement també gesticulen, tot i que, òbviament, no ho han vist fer mai.

"Avui –afegeix Rubia– la teoria més estesa és que les neurones mirall han estat una peça clau en la capacitat humana de comunicació, primer amb els gestos; després, probablement, amb udols, i, finalment, amb el llenguatge parlat."

**L'espill de la cultura.** Però la imitació també sembla que ha tingut un paper cabdal, el paper protagonista, en l'aprenentatge i la transmissió de l'aprenentatge. "Si ens remuntem a la nostra presència a la Terra, l'ús d'eines va ser essencial en el desenvolupament de la nostra espècie. La capacitat d'imitació i d'emulació va fer possible que allò



El neuròleg Francisco J. Rubia és autor de diversos llibres de divulgació.

que s'havia après amb tècniques de fabricació d'eines, s'estengués, horitzontalment, a tots aquells que l'aprenien –i verticalment, de generació en generació. Això mateix es pot dir del foc, de la construcció de refugis i del llenguatge."

Algú pot objectar que si els macacos tenen neurones mirall, també deuen haver après i ensenyat, que tenen una cultura rudimentària. És exacte. "Un 20% de les neurones mirall registrades pel professor Ferrari, de la Universitat de Parma –explica Rubia–, responia a l'observació d'accions realitzades amb eines, i aquesta extensió horitzontal d'utilització d'eines també s'ha pogut observar en simis. En una illa del Japó uns micos van començar a rentar batates amb l'aigua de mar per a treure'n la sorra i, en pocs anys, el costum es va estendre a tots els simis de l'arxipèlag japonès."

A més, les neurones mirall són les que fan possible la teoria de la ment, "és a dir, la capacitat dels humans, i probablement més animals propers, d'esbrinar, sospitar o anticipar allò que uns altres subjectes pensen o les accions que uns altres individus preparen". Aquesta capacitat, com l'aprenentatge o el llenguatge, "ha tingut un paper molt rellevant en la nostra supervivència: comprenem els estats mentals de les altres persones simulant-los en el nostre cervell, gràcies les neurones mirall".

Segons Ramachandran, "l'extensió horitzontal de les habilitats esmentades (eines, construcció de refugis, llenguatge) s'ha transmès de generació en generació i ha fet possible una mena d'herència lamarkiana".

Segons diversos estudis, hi ha mecanismes de control de les neurones mirall, localitzats a l'escorça prefrontal. "Hi ha pacients –diu Rubia– amb lesions en aquesta àrea de l'escorça prefrontal que tenen dificultats per a abstenir-se de reproduir les accions d'uns altres individus, la conducta imitativa, i presenten una tendència compulsiva a imitar els altres de manera immediata, com un reflex. Per això entenem que tenim un control inhibitori d'aquestes neurones mirall i només patim conducta imitativa si hi ha lesions."

Un altre símptoma de la desinhibició d'aquestes neurones mirall és l'ecolàlia: "Consisteix a repetir automàticament allò que diu un altre, com un eco. Aquests símptomes apareixen també en l'autisme i l'esquizofrènia."

Rubia destaca que Darwin ja va enumerar l'efecte de les neurones mirall: "És curiós que el caràcter imitatiu de les neurones mirall ja havia estat definit per Darwin a *L'origen de l'home* quan escriu: 'Si mentre s'exhibeix davant del públic, un cantant es queda una mica enrogallat, molts dels presents –com m'assegura una persona en qui confio plenament– tessen una mica, com per a aclarir-se la gola. També m'han explicat que, quan un atleta inicia un salt, molts espectadors belluguen els peus.'"

Rubia rebla la intuïció de Darwin amb un comentari de Rizzolati: "N'hi ha prou d'assistir a un combat de boxa o un partit de futbol per a adonar-nos que les fonts de Charles Darwin eren molt dignes de tenir en compte."

**La base de la socialització.** Tot indica que l'arquitectura del cervell ens configura com a éssers empàtics, capacitats per a aprendre i comunicar, per a generar cultura –i riure'ns de nosaltres mateixos. Però hi ha indicis que també marquen el camí de la socialització i la moral.

"Algunes lesions en l'escorça òrbital –sobre les òrbites– fan que els pacients ignorin els senyals socials. De vegades són insensibles a normes soci-



**Dibuixos de neurones de Ramón y Cajal, de l'exposició "Cajal torna a Barcelona", que actualment allotja el CosmoCaixa. El metge aragonès Ramón y Cajal va descobrir la neurona a Barcelona.**

als i no responen a expectatives socials –diu Rubia–: són incapaços d'inhibir respostes socials inapropiades, com ara els impulsos violents.”

És el que s'anomena “conducta utilitària”. Una altra característica d'aquests pacients “és una dependència dels estímuls de l'entorn: si hom els col·loca un martell, un clau i un quadre a la taula,

clavaran el quadre a la paret en un tres i no res. Una vegada un metge va col·locar una agulla hipodèrmica a la taula, es va fer baixar els pantalons i va ensenyar el cul al pacient que, sense pensar-s'ho, es va disposar a punxar-lo amb l'agulla.”

Encara un altre grup de les neurones mirall “responen –explica el catedràtic de la Complutense– quan es toca la pell

d'un altre, però també responen quan un segon individu toca la pell d'un tercer.”

Aquestes neurones han estat batejades per Ramachandri –americà d'origen indi– com *neurones Gandhi*. Segons Rubia, “són la base del sentiment de la compassió, la virtut suprema del budisme i un dels carreus del nostre sistema moral i, per això, alguns autors diuen que tenim un instint moral que té una base neurobiològica innata”.

És per això que Rubia opina que les predisposicions genètiques i les neurobiològiques tanquen un debat: “Molts filòsofs, des de la Grècia antiga, han defensat que, quan naixem, som una *tabula rasa*. Això avui s'ha demostrat totalment fals perquè ara sabem del cert que tenim predisposició per al llenguatge, el reconeixement de les cares, l'empatia i, molt probablement, la moral –entre moltes més coses que anirem esbrinant en un futur gràcies a la ciència.”

Rubia coincideix amb el primatóleg holandès Frans de Waal, que considera l'empatia dels primats una de les bases de la moral. “He dubtat si anomenar *éssers morals* individus d'espècies que no siguin la nostra –diu De Waal perquè l'havien acusat d'antropomorfisme–, però també crec que molts dels sentiments i capacitats cognitives que hi ha darrere la moralitat humana antedaten l'aparició de la nostra espècie en aquest planeta.” Rubia explica que De Waal parla així “perquè observa en primats l'altruisme recíproc, la reconciliació, la compassió i moltes més característiques de la moralitat.” I, per això, Rubia diu sovint que “la moralitat no és escrita pel dit de Déu a la muntanya del Sinai a les Taules de la Llei, sinó inscrita en el nostre cervell”. La moralitat i la transmissió dels sentiments més profunds: “És evident –diu Rubia– que un grup de neurones mirall responen a les emocions dels congèneres i són capaces de reflectir aquestes mateixes emocions: per això plorem al cinema amb escenes tristes i ens alegrem amb escenes alegres.”

Una troballa sobre la qual el director de teatre anglès Peter Brook ironitzava amb humor: “Amb el descobriment de les neurones mirall, la neurociència ha començat a comprendre allò que el teatre ha sabut de sempre.”

*Àlex Milian*