

## Sobre física i cervell

Sílvia Bravo

Potser la recent mort d'HM, nom en clau d'un dels pacients més citats en estudis científics sobre el cervell, pot suposar un abans i un després en la recerca de com funciona l'òrgan més complex del nostre cos —i, segurament, també un dels objectes més complexos de l'Univers. HM, Henry Gustav Molaison, tenia 9 anys quan va tenir un accident de bicicleta, va perdre el coneixement, i ja mai més va tornar a ser el mateix. L'any 1953, en una operació per mirar de posar remei als seus mals, resulta que se li'n van causar de més greus: el van convertir en amnèsic. Aquest daltabaix en la vida d'HM, però, va permetre aprendre quines parts del nostre cervell participen en la construcció dels records. Fou aleshores quan HM es convertí en el conillet d'índies més famós dels Estats Units.

L'aprenentatge gràcies a pacients amb danys cerebrals s'inicia la segona meitat del segle XIX i ha estat clau fins fa ben poc. Els anys seixanta del segle XIX, per exemple, es van fer observacions que ens mostraren l'especialització dels hemisferis cerebrals. Paul Broca va veure que certes lesions a l'hemisferi esquerre estaven relacionades amb trastorns en la parla, però que això no passava amb lesions similars a l'hemisferi dret. Durant molts anys es va creure que l'hemisferi esquerre era el més important i que el dret tenia una funció molt menor. Però després de la Segona Guerra Mundial, estudis amb soldats que havien patit lesions cerebrals van permetre veure que l'hemisferi dret tenia un paper molt important en certes funcions com ara les habilitats espacials, o en la discriminació de formes i colors. En canvi, els estímuls visuals són processats pels dos hemisferis.

Però gràcies a la gran revolució del segle XX, la tecnologia, la recerca sobre el cervell està emprenent nous camins. Un exemple és el Blue Brain Project, un projecte de recerca iniciat per IBM i l'Escola Politècnica Federal de Lausana (EPFL), que feia ús del supercomputador Blue Gene per construir un model detallat dels circuits del neocòrtex humà, la part més gran i complexa del nostre cervell. El projecte, iniciat el 2005, obria la porta a fer un model complet del nostre cervell. De fet, IBM continua treballant en el que ja es coneix com a *computació cognitiva*, sempre sota el guiatge de les grans universitats, ara

també amb Stanford i Columbia, entre d'altres.

L'ús de la computació per modelar i recrear cada racó de l'univers no és una idea nova, però cada cop sembla més plausible. Un exemple lúdic és Spore, el nou projecte de Will Wright —creador del joc per ordinador més venut de tots els temps, The Sims— i que ara treballa en la creació d'un videojoc que reproduïx la creació i l'evolució de l'Univers: una representació de tot allò que vam ser, de tot allò que som i de tot allò que algun dia serem. Aquest joc permetrà jugar amb les constants fonamentals del nostre univers, les que —tal vegada— han permès l'emergència de vida intel·ligent. No sabem encara si aquest nou projecte tindrà tant èxit com l'anterior, però els nombrosos científics que hi col·laboren no dubten que ha estat i continuarà sent una bona excusa per aprendre coses noves.

Un bon nombre dels seguidors de la intel·ligència artificial creuen que la ment humana algun dia es podrà descriure amb tanta precisió que podrà ser simulada per una màquina. Pot ser que tinguin raó, però a hores d'ara sembla factible aproximar-nos a certes habilitats del nostre cervell, com ara el raonament, la planificació o la comunicació; i en canvi molt complicat poder modelar el funcionament d'una intel·ligència més complexa. Els neurocientífics que han fet ús de les màquines per intentar entendre millor el cervell humà, veuen possible en un futur proper modelar el cervell social —entès com a cervell col·lectiu— i, en canvi, molt més complicat —si no impossible— modelar al detall el cervell individual.

Però, evidentment, hi ha opinions de tota mena. Ray Kurzweil, un reconegut expert en intel·ligència artificial, té una teoria inspirada en la física, anomenada la Singularitat, segons la qual la tecnologia està seguint un procés de creixement accelerat exponencial, que ens permetrà crear màquines que superin la intel·ligència humana. La seva predicció és que això passarà als voltants de l'any 2030. Al seu parer aquest fenomen serà tan important que ens farà replantejar què és l'ésser humà, malgrat que Kurzweil ho veu sempre com un avanç positiu per a la civilització humana.

Segurament, però, les discussions sobre si una

màquina pot o no emular la intel·ligència humana depenen de què vol dir o què entenem per la nostra intel·ligència. Alan Turing va idear el 1950 un test per identificar si una màquina era o no intel·ligent: senzillament es tractava de fer conversar —via xat— un home amb una màquina i veure si era capaç de detectar quan el seu company de conversa era un home i quan una màquina. A hores d'ara s'engloben en el que anomenem intel·ligència artificial camps tan diferents com ara el reconeixement de patrons, l'aprenentatge automàtic, la robòtica, els sistemes experts, els sistemes basats en el coneixement, o la comprensió de llenguatges naturals. En molts casos, a més a més, les recerques no van dirigides a la comprensió de la totalitat del que el nostre cervell és capaç, sinó a assolir aplicacions en la medicina, en sistemes financers o en el disseny de programes per ajudar a persones discapacitades.

Probablement, la dificultat a simular el cervell humà va lligada a la seva pròpia complexitat. De fet, el nostre cervell és la suma de tres cervells, que responen a diferents moments evolutius, i a diferents habilitats. D'una banda tenim el cervell reptilià, el més primitiu, que controla les funcions bàsiques del nostre cos i que viu només en el present. Aquest està integrat pel tall cerebral i el cerebel. A mesura que el nostre cervell és capaç de recordar el passat —i aprendre'n coses— apareixen també les emocions inconscients. Aquestes pertanyen al cervell límbic, característic dels mamífers primitius. I finalment apareix el neocòrtex, característic del mamífer modern, i que aporta la racionalitat, la capacitat d'abstracció i la creativitat.

Si ens ho mirem des del punt de vista de les lleis fonamentals de la física, són molts els que intenten reduir el nostre cervell a un conjunt d'impulsos electromagnètics. Sens dubte l'electromagnetisme hi té molt a dir en tot plegat, però potser no ho explica tot. Roger Penrose, que ha resultat un home savi com a físic, creu que la «pregunta del milió» no és altra que com/d'on sorgeix la consciència. No és pas l'únic a creure que aquesta és l'habilitat més difícil de reproduir per una màquina, tot i que aquesta creença estigui encara molt lluny de poder ser provada. Penrose postulava en *La nueva mente del emperador* que les lleis de la física són —ara com ara— insuficients per explicar la consciència humana. I creia —segurament encara ho creu— que podrem trobar la resposta en el pont entre la mecànica clàssica i la quàntica. Seguint el seu raonament, la computació actual no pot tenir intel·ligència, perquè senzillament és un sistema determinista que bàsicament executa algorismes. Al seu parer el comportament humà sí que pot ser simulat, però no la consciència.

El seu interès en aquests temes no ha decaïgut i, en llibres més recents —com *Las sombras de la mente o Lo grande, lo pequeño y la mente humana*—, ha continuat

desenvolupant la seva teoria. En resum, el que postula és que la consciència humana és un efecte de gravitació quàntica a nivell dels microtúbuls neuronals. Aquesta teoria, però, ha estat bastament criticada, i cada cop més ignorada, pels neurocientífics i experts en intel·ligència artificial que dia rere dia fan avenços en la comprensió i modelització del nostre cervell.

Tingui raó o no Penrose, el que sí que sabem és que l'electromagnetisme encara pot aportar, i molt, a la neurologia. Fa ben poc, per exemple, s'han posat en marxa experiments per al tractament de la depressió i l'esquizofrènia, o per l'estimulació de cecs i autistes, que fan servir camps electromagnètics. I, al parer de neuròlegs com Álvaro Pascual-Leone, de Harvard, a mesura que aprenguem com interactuen els camps electromagnètics i el nostre cervell podrem no només tractar patologies, sinó també canviar la manera com aprenem.

Pascual-Leone i molts altres neurocientífics usen l'estimulació magnètica transcranial (EMT), basada en la inducció electromagnètica descoberta per Faraday el 1831. Aquesta tècnica va ser introduïda pel tractament de desordres del cervell durant els anys vuitanta del segle passat, i no ha deixat de sorprendre'ns amb el ventall d'usos per a l'estudi del cervell que permet. Tot plegat es tracta d'una bobina per la qual passa un corrent elèctric i que, situada sobre certa part del crani, genera un camp magnètic en el cervell que induïx un corrent secundari en el circuit neuronal. Segons el lloc on se situï la bobina, de la freqüència i intensitat del camp magnètic, i del nombre i freqüència de les sessions, els efectes que causa l'EMT són molt diferents. Molt genèricament, els camps amb freqüències baixes deprimeixen l'activitat cerebral, mentre que les més altes la incrementen. Els canvis que produeix en el cervell poden, fins i tot, esdevenir permanents.

Entre els experiments que s'han dut a terme n'hi ha que han permès veure que després d'estimular l'escorça prefrontal es poden resoldre trencaclosques geomètrics més ràpidament. Però encara són més sorprenents els experiments fets per dos científics australians —Snyder i Mulcahy— que deprimien l'activitat de l'hemisferi esquerre —el més racional dels dos. Van aconseguir millorar les habilitats artístiques dels participants en l'estudi. Però si la creativitat és una habilitat del cervell més evolucionat, també ho és —hem arribat a la pregunta del milió— la consciència. Aquí els experiments fets per Pascual-Leone mostren que la manca d'activitat en certes àrees de l'escorça prefrontal dreta fa que tinguem dificultats de reconèixer-nos a nosaltres mateixos.

Evidentment, com en tots els avenços de la ciència, ja comencen a aparèixer les pors sobre un mal ús d'aquest coneixement, concretament por que s'usin per manipular el comportament. De la mateixa manera que podem millorar les capacitats orals, podem fer emmudir algú. O, si sabem com ajudar un drogoaddicte a superar la seva de-



pendència, segurament també sabrem com causar-la. I és clar, si posant una bobina amb un camp elèctric sobre el crani podem ocasionar efectes com aquests, com podem estar segurs que els camps electromagnètics que generen les línies elèctriques, o els telèfons mòbils i la resta d'aparells electrònics que ens rodegen arreu no causen efectes (malignes) sobre el nostre cervell?

Sense entrar en aquestes polèmiques —que d'altra banda ja estan molt treballades per científics i polítics—, el que està ben demostrat és que la física té encara molt a dir en la comprensió del cervell. I aquest nou coneixement passa, com no pot ser d'altra manera, per la conversa entre disciplines ben diferents: com a mínim, entre la física, la neurologia i la intel·ligència artificial.

---

*El contingut d'aquest article està inspirat, malgrat que no el reproduceix, en el Vermut de Ciència «Física i Cervell», que va tenir lloc el passat abril al Museu de la Ciència i la Tècnica de Catalunya i va ser coorganitzat per la Societat Catalana de Física. En la conversa hi van participar l'Òscar Vilarroya, director de la Unitat de Recerca en Neurociència Cognitiva i de la càtedra El Cervell Social de la UAB; l'Àlvar Sánchez, professor de Física a la UAB i expert en superconductivitat; i en Llorenç Valverde, actualment vicerector de Tecnologia de la UOC i catedràtic de Ciències de la Computació i Intel·ligència Artificial a la UIB.*