



Resum de la comunicació

L'emoció és un complex constructe psicològic que involucra sentiments bàsics com l'ansietat, la por o la tristesa i l'alegria. Depèn de la integritat de l'estructura i el funcionament cerebral, especialment, però no exclusivament, del sistema límbic i paralímbic. A la fi del segle xx i durant el XXI les emocions poden estudiar-se *in vivo* mitjançant neuroimatge, especialment amb la ressonància magnètica. Això ha permès ampliar el coneixement de la xarxa neural de certes emocions i els seus trastorns. Addicionalment, tot i que encara de forma limitada, en les últimes dècades diversos estudis han demostrat l'eficàcia de la psicoteràpia mitjançant neuroimatge, i especialment amb la teràpia cognitivoconductual, en diversos trastorns emocionals. Certament, les dades actuals objectiven canvis funcionals cerebrals després de la psicoteràpia, juntament amb una disminució de la simptomatologia, en diversos trastorns mentals com ara el trastorn obsessiucompulsiu, fòbies específiques, el trastorn d'estrès posttraumàtic, el trastorn de pànic, la depressió unipolar i l'esquizofrènia.

Paraules clau: emocions, cervell, neuroimatge, psicoteràpia, neurobiologia dels trastorns mentals.

Joan Deus i Yela

Departament de Psicologia
Clínica i de la Salut.
Universitat Autònoma de
Barcelona (UAB). Unitat de
Recerca en Ressonància
Magnètica de l'Hospital del
Mar - Parc Salut Mar. Cap
del Servei de Psicologia de
CGO-Mèdic de Mataró



Joan Deus i Yela

Conferència plenària

**Els canvis que
genera la
teràpia
psicològica al
cervell**

Psicòleg per la UAB (1989), doctor en psicologia (1995) i premi extraordinari de doctorat (1995) per la UB. Especialista en psicologia clínica (2007), expert en neuropsicologia clínica pel Consell General de la Psicologia a Espanya (2017) i pel Col·legi Oficial de Psicòlegs de Catalunya (COPC) (2008 i 2016) i certificat europeu de psicologia clínica (EuroPsy) (2010). Professor agregat de la UAB. Acreditat d'investigació avançada (catedràtic) per l'AQU (2013). Docent de divuit màsters propis i oficials, des de 1991 fins a l'actualitat. Coautor de 136 publicacions i 108 articles en revistes indexades (92% del Q1), tres manuals (2003, 2006 i 2018) i setze capítols de llibre. Índex d'impacte mitjà de 6.088 amb un factor H de 39. Investigador en deu projectes competitius, com a investigador principal en quatre (SAF2007-62376; SAF2010-19434; PSI2014-53524-P; PSI2017-83777-P). Dotze tesis doctorals dirigides. Un total de 23 premis de recerca, entre els quals hi ha el Premi nacional en neuropsicologia experimental del Consorci de Neuropsicologia Clínica (2013), el premi Rosa Martí-Sensat del COPC (2009), el Premi a la investigació en fibromiàlgia (2008) i el premi Ramón Bayés i Sopena de la Societat Catalanoblear de Psicologia de l'ACMSCB (2018). Ponent en més de 180 actes científics. Consultor sènior de la Unitat de Recerca en Resonància Magnètica de l'Hospital del Mar-Parc Salut Mar, responsable assistencial del Servei de Psicologia i Logopèdia de la UAB i cap del Servei de Psicologia Mèdica del CGO-Mèdic de Mataró.

Adreça electrònica:
Joan.Deus@uab.cat

Els trastorns mentals impliquen una alteració de l'estat emocional i/o la conducta. La psicoteràpia intenta revertir, per si sola o conjuntament amb la farmacoteràpia, i promoure canvis o modificacions del comportament humà i de les emocions per tal d'aconseguir el millor benestar psíquic de les persones. És factible pressuposar que potser aquesta intervenció possibilitarà o permetrà canvis cerebrals funcionals i, potser també, estructurals que justifiquin o expliquin l'eficàcia de la psicoteràpia en l'estat emocional. Etimològicament, el terme *emoció* prové del llatí *emotio* i el seu significat pot traduir-se com "moviment o impuls". Chóliz (2005) defineix l'emoció com una "experiència multidimensional que pot resoldre's com el sentiment o la percepció viscuda dels elements i relacions de la realitat o de la imaginació d'un individu, manifestada o expressada mitjançant tres sistemes de resposta que li permeten adaptar-se al seu entorn: cognitiu/subjectiu, neurofisiològic (*arousal*)/neurovegetatiu i conductual/expressiu".¹ L'emoció, en conseqüència, és un complex constructe psicològic que involucra nombrosos i diversos sentiments o estats emocionals com ara l'ansietat, la por, la ira, la tristesa, l'alegria o la felicitat, el fàstic, l'anticipació o la sorpresa. Així, es pot dir que el sentiment és la resposta manifesta, com empremta afectiva, de les emocions i que està intervinguda per trets de personalitat i factors neurofisiològics i/o neurobiològics, i depèn de la integritat funcional i estructural del cervell.²

1. Perspectiva històrica del cervell emocional

Històricament i inicialment, paradoxalment, l'estudi de les funcions neuropsicològiques i les emocions implicava exclusivament el cor. Els antics egipcis consideraven que la vida mental i emocional estava ubicada al cor (hipòtesi cardíaca), teoria ferotgement defensada per Aristòtil (384-322 abans de Jesucrist). No obstant, Almeó de Crotona, il·lustre grec del segle IV abans de Jesucrist, va plantejar per primera vegada la hipòtesi que el cervell era l'òrgan responsable de sensacions localitzades cerebralment i del pensament, si bé els sentiments eren en el cor. Amb ell sorgeix la revolucionària hipòtesi del cervell, reflectida en el corpus hipocràtic d'Hipòcrates de Cos (460-370 abans de Jesucrist), que també va defensar que el cervell era el responsable de l'activitat intel·lectual, dels sentits, del coneixement de les emocions i,

fins i tot, de les malalties mentals. Aquesta hipòtesi progressivament anava agafant cos, i va ser prevalent i assumida en la cultura romana a través de Galè de Pèrgam (131-201 després de Jesucrist) amb la seva teoria dels ventricles, on creia que residia la psique humana.³

Durant quinze segles, la tradició medieval i part de la renaixentista, com la medicina àrab i el cristianisme, van acceptar el fet que l'activitat mental es localitzava en els ventricles cerebrals.^{2,3} Andrés Vesalio (1551-1564) es va oposar a les hipòtesis ventriculars i va afirmar que l'activitat mental es localitzava únicament en el teixit nerviós del cervell.³ Nombrosos treballs d'altres neuroanatomistes importants de l'època van ser el detonant de nombroses investigacions clíniques i experimentals del segle XIX que van permetre assentar, sense cap mena de dubte, la ubicació de les funcions neuropsicològiques i les emocions en el parènquima cerebral.² Entre ells es pot destacar Franz Joseph Gall (1758-1828) i el seu deixeble Johan Casper Spurzheim (1776-1832), dos neuroanatomistes alemanys fundadors de les teories frenològiques de l'activitat mental i emocional. Entre altres propostes, ubicaven el sentiment de l'alegria en l'escorça prefrontal esquerra, regió cortical que durant els segles XX i XXI s'ha implicat activament en la neurobiologia dels trastorns afectius.^{2,4}

No obstant això, històricament, tant la neurociència com la ciència cognitiva van negligir l'estreta relació entre les emocions i el cervell fins al darrer quart del segle XIX. Charles Darwin (1809-1882), William James (1842-1910), Carl Lange (1843-1900), Sigmund Freud (1856-1939) i John Hughlings Jackson (1835-1911), entre altres eminents científics, van escriure extensament sobre diversos aspectes emocionals. El neuròleg Hughlings Jackson va ser, precisament, qui va fer el primer escrit sobre la neuroanatomia de l'emoció.^{2,5} El 1872 Darwin va proposar que immediatament després de la percepció d'un estímul que produeix una emoció tenen lloc una sèrie de canvis corporals o fisiològics com a resposta cerebral. El que sent l'individu, com a conseqüència d'aquests canvis corporals, és l'emoció. Va proposar vuit emocions bàsiques observables en l'ésser humà i els animals: alegria, por, malestar, sorpresa, interès, ràbia, disgust i vergonya.⁶ Freud va afirmar la dècada de 1880 que l'expressió d'algunes emocions era un conflicte inconscient i va intentar situar-les en

el cervell, sense poder establir una estructura específica.² El 1884 el psicòleg nord-americà William James i el 1885 el científic danès Carl Lange defensen, des d'una perspectiva conductual, que l'ésser humà, en experimentar unes reaccions corporals o realitzar unes determinades conductes motores, pren consciència de l'emoció que està experimentant davant d'una situació o estímul (teoria de James-Lange).¹³ Més tard, dos fisiòlegs nord-americans, Walter Bradford Cannon (1871-1945) i Philip Bard (1898-1977), el 1927 i el 1928, respectivament, van defensar que l'experiència emocional i l'activació fisiològica tenen lloc al mateix temps, de forma ràpida i simultània modulada pel cervell. Segons Cannon, l'estímul productor de l'emoció es processa en el tàlem i es projecta cap a l'escorça cerebral, on l'emoció s'experimenta de forma conscient, i a l'hipotàlem, que permet activar certs canvis fisiològics del sistema nerviós autònom (músculs i vísceres).^{7,8}

En la primera meitat del segle xx altres nombrosos autors van definint progressivament el circuit neural de la conducta emocional. Científics com el neuròleg nord-americà James Papez (1883-1958) estableixen específicament que l'hipotàlem (regió límbica), després de rebre la informació sensorial del tàlem (via ascendent), es connecta amb els nuclis talàmics anteriors i aquests darrers amb la circumvolució cingulada anterior (CCA) (regió paralímbica). La informació que surt de la CCA (via descendent) es projecta cap a l'hipocamp (regió límbica mnèsica) i des d'aquí cap a l'hipotàlem. Així es tanca un circuit que permet codificar el significat dels estímuls sensorials i fa possible que els pensaments i sentiments que tenen lloc en l'escorça cerebral medial prefrontal controlin les respostes emocionals manifestades corporalment i que adquireixin el seu significat emocional únicament quan hagin estat processats per l'hipotàlem (circuit de Papez).^{2,9} Paul D. MacLean (1913-2007), neurocientífic nord-americà, el 1949 va reformular i ampliar el circuit de Papez afegint-hi el rinencèfal (cervell olfatori) i hipocamp, i el va anomenar "sistema límbic". Segons MacLean, l'hipocamp és l'estructura que, en rebre aferències de totes les modalitats sensorials, pot relacionar la informació exteroceptiva amb la interoceptiva i ser la base de l'experiència emocional conscient. Aquesta estructura es componria, a més, de la circumvolució hipocàmpica (que seria el centre receptiu i avaluatiu), de la circumvolució dentada i de

l'amígdala, que proporcionaria els canals de sortida per a les respostes viscerals simpàtica i parasimpàtica.¹⁰ Anys més tard, seguint els treballs del psicòleg britànic Lawrence Weiskrantz (1926), el neurocientífic nord-americà Joseph E. LeDoux (1949) va estudiar els mecanismes neurals relacionats amb l'ansietat i la por, i va remarcar la importància de l'amígdala en la conducta emocional.¹¹

2. Cervell, emoció i personalitat

Des de la segona meitat del segle xx fins a la primera dècada del segle xxi, la neurociència de l'emoció s'ha centrat, bàsicament, en l'estudi de dues estructures cerebrals: l'amígdala i l'escorça prefrontal.^{4,12} Ambdues, certament, tenen un paper important en les emocions i en l'efecte potencial de la psicoteràpia. No obstant això, nombrosos estudis de neuroimatge, i especialment de les dues últimes dècades, han ampliat vastament el circuit neural de l'emoció (figura 1) i han permès definir molt millor el paper de cadascuna de les estructures involucrades, així com establir les bases neurobiològiques del circuit emocional, dels trastorns emocionals i, fins i tot, de la personalitat.²

L'amígdala, estructura subcortical del sistema límbic i localitzada medialment i anteriorment en els dos lòbuls temporals, és una petita massa en forma de fesol subdividida en quatre nuclis interconnectats.¹³ Està estretament vinculada amb l'hipotàlem, estructura implicada en el control de les funcions corporals-viscerals o interoceptives, i rep projeccions de totes les àrees corticals d'associació sensorial, del tàlem i de l'hipocamp. Aquest últim és una estructura clau per al processament emocional de les experiències sensorials que podran ser emmagatzemades com a records.^{11,13} Les connexions tàlem-amigdalines permeten un ràpid processament afectiu dels estímuls amb característiques sensorials molt simples. Les connexions hipocamp-amigdalines deixen establir relacions entre el context i l'estímul emocional, donen un significat afectiu als estímuls i les connexions corticoamigdalines i doten del component emocional la informació complexa elaborada per la neocorça.^{13,18} L'estudi de la funció de l'amígdala en l'emoció, en subjectes i pacients sans mitjançant la ressonància magnètica funcional (RMf), ha permès definir el seu paper. Així, bilateralment es troba implicada en el processament emocional, en la percepció de la por, prepara l'organisme de forma ràpida

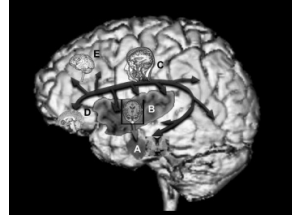


Figura 1. Representació lateral d'un tall sagital de ressonància magnètica (RM) volumètrica (3D) de l'hemisferi esquerre. Delimitació d'estructures implicades en el possible circuit neural de la resposta de l'estat afectiu i altres emocions: amígdala (A), ínsula (B), fascicle arquejat (C), circumvolució cingulada anterior pregeniculada (D) i escorça prefrontal dorsolateral (E). L'efectivitat de la psicoteràpia pot ser modulada pels canvis funcionals d'aquestes estructures cerebrals. Imatge cedida per l'autor i publicada a la revista PHAR²

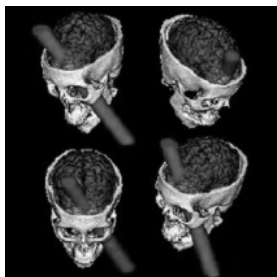


Figura 2. Phineas Gage (1823-1861) era obrer de ferrocarrils als Estats Units i reconegut com a home assenyat, honrat, treballador i fiable (un "pota tranquil"). El 13 de setembre de 1848, mentre piconava pólvora i sorra a l'interior d'un forat amb una barra de ferro, la pólvora va esclatar i la barra li va travessar el costat esquerre de la cara destruint-li l'ull ipsilateral i va emergir a la cúspide de l'os frontal (figura de la dreta). Phineas va sobreviure al traumatisme cranioencefàlic obert, però va canviar la seva personalitat innata o temperament. Si abans era sensat i assossegat, ara era irreflexiu i tempestuós; si antany era discret i considerat, ara era irrespectuós, capritxós i groller. Així va sobreviure onze anys fins que va morir en un estatus convulsiu¹⁶

per iniciar la resposta davant estímuls de perill, intervé en el condicionament emocional, mediatitza l'agressivitat i possibilita el reconeixement de l'expressió facial emocional negativa i de les situacions socials desagradables.^{2,11-12}

La regió prefrontal (PF) s'ha associat amb l'experiència i l'expressió emocional, així com amb la personalitat.^{2,12} Neuroanatòmicament, ocupa la porció més anterior de l'escorça cerebral, situada a la part immediatament anterior a l'escorça motora i premotora del lòbul frontal.¹³⁻¹⁴ En la regió PFes poden diferenciar tres àrees funcionals heteromodals: l'escorça prefrontal dorsolateral (EPFDL), l'escorça orbitofrontal (EOF) i l'escorça prefrontal medial (EPFM). L'EPFDL s'associa amb diverses funcions cognitives complexes o executives, mentre que l'escorça EOF i l'EPFM s'han relacionat més específicament amb la conducta emocional i la personalitat.¹⁴⁻¹⁵ De fet, històricament, les primeres dades que relacionen personalitat i emoció amb aquestes dues últimes estructures prefrontals provenen del cas de Phineas Gage (figura 2).¹⁵

Actualment, l'EOF es considera una regió polimodal funcional terciària que rep aferències de totes les àrees sensorials, de l'amígdala, de l'escorça entorinal i de la circumvolució cingulada (CC).¹³⁻¹⁵ Tanmateix, l'EOF envia projeccions cap a l'escorça temporal, l'escorça entorinal, la CC, l'hipotàlem lateral, l'amígdala, l'àrea tegmental ventral, el nucli accumbens, el cap del nucli caudat i l'escorça motora.¹⁴⁻¹⁵ Funcionalment, ha estat implicada en la resposta emocional fonamentalment quan implica recompensa, ja que inhibeix altres regions cerebrals quan un estímulo deixa de predir el reforç i és considerada una regió clau per a la reavaluació contínua de les associacions emocionals.^{12,14} De l'EPFM cal destacar la CC, anterior i posterior o retrospenial, atès que és una zona de transició entre les estructures límbiques i la neocorça, i es considera una regió paralímbica.¹³⁻¹⁴ Funcionalment, la CCA s'ha relacionat amb una tendència o la disposició a l'acció, mentre que la circumvolució cingulada posterior (CCP) s'ha implicat en l'avaluació dels estímuls de l'entorn.¹⁵ Addicionalment, la CCA s'ha implicat en respostes més neurovegetatives, emocionals i del dolor,¹⁴⁻¹⁵ així com amb trets de personalitat temperamental o innata^{15,17} (figura 3).

3. Neuroimatge i neuroanatomia funcional de la psicoteràpia

El creixent interès de la importància de l'eficiència de la psicoteràpia comença l'any 1993, any en què un comitè de la Divisió 12 (Psicologia Clínica) de l'Associació Americana de Psicologia (APA) va començar a establir criteris per avaluar l'eficàcia dels tractaments psicològics per als trastorns mentals.¹⁸

Un tractament és eficaç quan provoca canvis psicològics mesurables en el sentit esperat i de forma superior als de la no intervenció o altres tractaments disponibles.¹⁹ Habitualment, la psicologia clínica ha fet servir com a mètode estàndard per objectivar l'eficiència potencial de la intervenció psicològica diverses proves psicomètriques en detriment d'altres mesures objectives com les tècniques de neuroimatge.¹⁸ El sorgiment i l'ampli desenvolupament de la neuroimatge en les tres últimes dècades amb la tomografia computeritzada per emissió de positrons (TEP) cranial, la tomografia computeritzada d'emissió monofotònica (SPECT) cranial i la ressonància magnètica cranial estructural (RM) i RMf- han fet possible l'estudi *in vivo* i relativament invasiu (TEP i SPECT) i no invasiu (RM i RMf) dels canvis estructurals i funcionals de les malalties mentals.²⁰⁻²¹ En neurociències, s'ha reconegut que la clau per a la comprensió dels mecanismes neurobiològics subjacents als trastorns mentals resideix en el coneixement de la seva neuroanatomia i fisiologia cerebral.^{21,22} Les tècniques de neuroimatge permeten explorar i mesurar canvis en el volum, la forma, la funció i la connectivitat en diverses patologies mentals.²² No obstant, encara no està establerta la manera com podria ser una eina clínica rutinària i complementària que permeti obtenir dades per utilitzar-les en el procés diagnòstic o en les decisions terapèutiques farmacològiques i psicològiques.²¹ Tot i així, l'ús de la neuroimatge per demostrar l'eficiència de la psicoteràpia en els trastorns mentals, i com a recurs objectiu complementari, implica un avenç importantíssim en la recerca de la psicologia basada en l'evidència.¹⁸ Les tècniques de neuroimatge deixen explorar i conèixer la neuroplasticitat potencial del sistema nerviós central subjacent als canvis terapèutics i aporten dades dels correlats neurobiològics de manteniment i reducció de símptomes.^{20-21,23} El conjunt d'aquestes noves dades hauria de permetre al psicòleg clínic seleccionar el millor recurs terapèutic psicològic per a un trastorn mental concret,^{18,20} que majoritàriament són diverses tècniques incloses en la teràpia cognitivoconductual (TCC).¹⁸

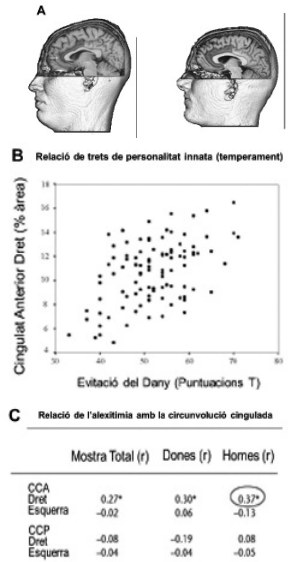


Figura 3. L'asimetria hemisfèrica de la superfície de la CCA és molt comuna en la població (83% dels casos) (figura A: tall sagital de ressonància magnètica de la superfície medial del cervell de dos voluntaris sans), i és més prominent una CCA més grossa (color vermell, estructura paralímbica més grossa) en dones que en homes. L'anàlisi de regressió lineal (figura B: plot que mostra la relació entre el volum de la CCA dreta i el grau d'evitació del dany) mostra que la superfície de la CCA dreta explica un 24% de la variància d'evitació del dany. Addicionalment, com més gran és el volum de la CCA dreta, més gran és la preocupació que s'experimenta per possibles problemes, por davant la incertesa, tímidesa amb estranys i fatigabilitat. Tanmateix, les dones són les que tenien puntuacions més altes en la dimensió evitació del dany.¹⁵ El volum de la CCA dreta també es relaciona positivament i significativament (figura C), especialment en els homes, amb el grau d'alexitímia-incapacitat per poder expressar les emocions o sentiments- i explica un 41% de la seva variància¹⁷

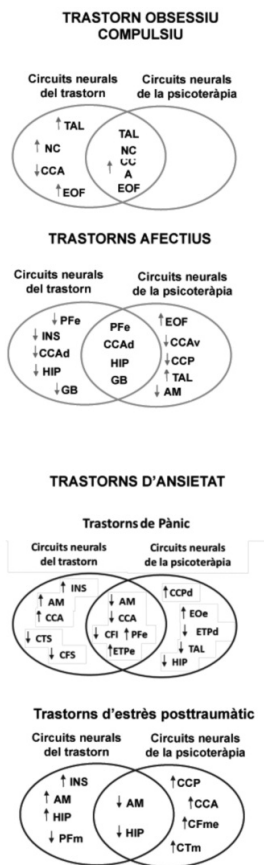


Figura 4. Línia: hipocativitat cerebral funcional; línia: hiperactivitat cerebral funcional; absència de línies: normalització de l'activitat cerebral funcional. Efecte de la psicoteràpia en el funcionament cerebral: línia verda, normalització dels patrons cerebrals anormals; línia blava, reclutament d'altres regions cerebrals; línia vermella, normalització dels patrons cerebrals i reclutament d'altres regions cerebrals. Abreviacions de les àrees cerebrals implicades: INS,

3.1 Trastorns d'ansietat

Diversos trastorns s'inclouen en aquest grup: fòbies específiques (FE), trastorn de pànic (TP), trastorn d'estrès posttraumàtic (TEP) i fòbia social (FS). Comunament, les alteracions funcionals del circuit neural per a aquests trastorns impliquen el sistema límbic, amb especial participació de l'amígdala. Amb relació a les FE els estudis de neuroimatge reporten una activitat funcional anormal pretractament de l'ínsula quan la fòbia té relació amb la contaminació, o disminució de l'activitat funcional de l'EOF i increment de l'ínsula, l'hipocamp i l'amígdala davant diversos estímuls fòbics. Aquest circuit neural s'involucra amb l'ansietat, les respostes de defensa i les de recompensa. Després d'una TCC es constata una disminució de l'activitat funcional de la CCA dorsal i ventral (sistema inhibitori endogen i paralímbic), l'ínsula dreta, la circumvolució parahipocampal i l'amígdala (sistema límbic). Aquestes últimes estructures s'han involucrat amb la presència de reaccions emocionals negatives i s'associen amb l'activitat del sistema nerviós autònom. Alguns estudis remarquen que l'increment de l'activitat funcional de l'EOF medial podria ser rellevant per a l'autoregulació de les emocions i el recondicionament entre els estímuls i el seu reforç. La possible reducció de l'activitat funcional de l'EPFDL mostra resultats contradictoris entre diferents estudis (figura 4).^{18,20-21,23-25}

Tradicionalment el TP s'ha relacionat amb una hiperactivitat funcional del circuit neural de la por (amígdala, ínsula i CCA) i una hipoactivitat de regions del lòbul temporal, parietal i prefrontal. Després de la TCC els pacients mostren un increment de l'activitat funcional de la CCP dreta, el PF esquerre i l'escorça temporoparietal i occipital esquerra, i un decrement de l'activitat funcional de la circumvolució prefrontal inferior bilateral de predomini dret i l'escorça temporal i parietal dreta. És a dir, la normalització de l'activitat funcional del circuit prefrontal límbic possibilita una normalització de l'activitat de l'hipocamp, en la mesura que la TCC permet modificar els processos cognitius de l'escorça PF i hipocamp (figura 4).^{18,21} En el TEP, els estudis de neuroimatge funcional pretractament reporten un increment de l'activitat funcional de l'amígdala de predomini dret i una reducció de l'activitat funcional de l'àrea PF medial quan es fa recordar als pacients els estímuls traumàtics. Després d'una psicoteràpia tipus TCC es constata una hiperactivitat funcional

de la circumvolució temporal mitjana, CCP, CCA i circumvolució frontal mitjana esquerra, i es normalitza l'activitat funcional de l'amígdala (figura 4).^{18,21,25} Finalment, respecte a l'FS els estudis de neuroimatge funcional mostren una hiperactivitat funcional de l'amígdala en context social, mediatitzada o controlada per l'activitat funcional de la circumvolució fusiforme.^{18,20,26} A més, el circuit neural de la percepció de ser socialment avaluat en la població normal està mediatitzat per la circumvolució prefrontal medial, l'ínsula, l'opercle frontal i el cerebel, si bé els pacients amb FS recluten, a més, a l'escorça visual i el tàlem.²⁷ Addicionalment, els pacients amb FS mostren un increment de la connectivitat entre el circuit neural de l'escrutini i la CCA (control inhibitori).²⁷ Tot i que hi ha pocs estudis amb neuroimatge sobre l'efecte de la psicoteràpia, sembla que després d'una TCC els pacients mostren una reducció de l'activitat funcional de l'amígdala i l'hipocamp (figura 4).^{18,20,25}

ínsula; EOF, escorça orbitofrontal; AM, amígdala; HIP, hipocamp; CF, circumvolució fusiforme; CCA, circumvolució cingulada anterior; EPFDL, escorça prefrontal dorsolateral; CPH, circumvolució parahipocàmica; CTS, circumvolució temporal superior; CFS, circumvolució frontal superior; CFI, circumvolució frontal inferior; PFI, prefrontal esquerra; ETPE, escorça temporoparietal esquerra; CCPd, circumvolució cingulada posterior dreta; EOE, escorça occipital esquerra; ETPd, escorça temporoparietal dreta; TAL, tàlem; PFm, prefrontal medial; CCAv, circumvolució cingulada anterior ventral; CFme, circumvolució frontal medial esquerra; CTm, circumvolució temporal mitjana; LTm, lòbul temporal medial; LTI, lòbul temporal lateral. Font bibliogràfica: adaptat i modificat de Quidé *et al.*, 2012

3.2 Trastorn obsessiucompulsiu

El trastorn obsessiucompulsiu (TOC) és una malaltia neuropsiquiàtrica crònica. En les dues últimes dècades, la investigació de les seves bases neurobiològiques amb neuroimatge ha aportat evidències sobre la implicació de dos circuits neurals en la clínica psicopatològica i neuropsicològica del trastorn. Específicament, hi intervenen el circuit prefrontal dorsolateral estriat (EPFDL, CCA, caudat, substància negra, tàlem anterior ventral), implicat en les funcions executives, i el circuit orbitofrontalmedial estriat (nucli accumbens, globus pàl·lid i tàlem dorsomedial), implicat en el component emocional.²⁸ No obstant això, no es pot oblidar que el TOC mostra una comorbiditat important amb altra clínica psicopatològica, especialment els trastorns afectius i/o d'ansietat, que poden entebolir els efectes sobre el dèficit psicopatològic i neurocognitiu manifestat, així com en les troballes de neuroimatge observats en els pacients amb TOC, l'eficàcia potencial de la psicoteràpia i els canvis funcionals cerebrals després de la psicoteràpia.

Els resultats de diversos estudis indiquen que la TCC permet normalitzar la hiperactivitat funcional cerebral anormal pretractament, del tàlem bilateral, del cap del caudat dret i de l'EOF bilateral.^{18,20-21,25} Aquests canvis de l'activitat funcional són més evidents en els pacients que mostren una millor

resposta a la TCC. Altres estudis reporten, a més, un increment de l'activitat de la CCA dorsal dreta després d'una intensa TCC que podria correspondre al primer mecanisme d'acció terapèutica per poder ajudar a reprimir o suprimir les respostes emocionals negatives en actuar com a mecanisme endogen d'inhibició (figura 4).^{18,21} No obstant això, la magnitud dels canvis funcionals cerebrals no es relaciona significativament amb la millora clínica ni psicomètrica objectivada,¹⁸ tot i que el grau d'activitat funcional pretractament de l'EOF bilateral es relaciona significativament amb la millora de la clínica entre els pacients que responen a la TCC i, per tant, pot ser una estructura que proporcioni informació predictiva de la resposta a la psicoteràpia.²¹

3.3 Trastorns de l'estat d'ànim

Els estudis de neuroimatge han aportat en els darrers vint anys un important nombre de troballes relacionades amb la morfologia cerebral i els canvis funcionals corticosubcorticals en pacients amb trastorn afectiu. S'han implicat l'escorça PF i temporal, l'hipocamp, l'amígdala i els ganglis basals. Aquestes estructures presenten extenses interconnexions entre si i, a més, formen part de circuits neuroanatòmics ben definits, els quals s'ajusten als models neurobiològics proposats per a la regulació de l'humor (figura 1). Els estudis de neuroimatge funcional informen d'un hipometabolisme de regions PF i temporals, de l'ínsula i dels ganglis basals, i que el hipometabolisme de l'hipocamp es relaciona amb la severitat de la depressió.^{21,29} Addicionalment, d'aquests estudis es pot establir un model funcional amb tres components principals: un sistema dorsal constituït per elements neocorticals i límbics, que mostra una tendència a la hipoactivitat durant l'episodi depressiu agut i s'implica en les funcions cognitives (atenció, memòria i funcions executives); el sistema ventral, constituït per estructures límbiques i paralímbiques, el qual tendirà a presentar una activitat funcional elevada durant la depressió aguda modulant els aspectes vegetatius i somàtics de la depressió, i la CCA pregeniculada, aïllada dels altres dos components, que gràcies a les seves connexions actua com un destacat regulador de tot el sistema.³¹

Tot i que els estudis que monitoren els resultats de la psicoteràpia en depressió unipolar reporten dades molt

heterogènies, sembla que la TCC i la teràpia interpersonal aconseguen que la hipoperfusió EPFDL anterior i temporal esquerra es normalitzi, es produeixi una disminució de l'activitat funcional de l'amígdala, la CCA ventral esquerra i la CCP, i s'incrementi l'activitat funcional de l'hipocamp i de la CCA dorsal (figura 4). En conseqüència, la psicoteràpia en la depressió unipolar sembla que normalitza el patró d'activitat funcional del circuit prefrontal dorsallímbic^{18,20-21,25,29,30} implicat en el control cognitiu i en la regulació amb esforç conscient dels estats afectius.^{25,29}

3.4 Esquizofrènia

Els estudis de neuroimatge funcional han proporcionat suficients evidències que l'esquizofrènia, considerat un trastorn del neurodesenvolupament, s'associa amb alteracions funcionals d'un circuit neural que inclou l'EPFDL, la CCA i regions laterals i medials del lòbul temporal. Addicionalment, nombrosos estudis defensen que aquests pacients tenen una reducció de la connectivitat funcional i estructural frontotemporal. Els resultats dels pocs estudis que investiguen les bases neurobiològiques de la psicoteràpia, centrada en teràpia de rehabilitació cognitiva i entrenament en habilitats socials, suggereixen que es produeix una normalització del patró d'activació de les àrees frontotemporals i, en particular, una reducció de la hipofrontalitat prèvia a la intervenció psicològica (figura 4).²¹

4. Conclusions

Encara que l'estudi neurobiològic de la psicoteràpia i dels seus efectes neurals està en els seus inicis, actualment hi ha prou dades per afirmar que la intervenció psicològica té un efecte potencial per modificar l'activitat funcional cerebral en diversos trastorns mentals. La neuroimatge funcional ha demostrat, en els pocs estudis de les dues últimes dècades, que és una potent eina per objectivar canvis neurals induïts per la TCC en certs trastorns psicopatològics i majoritàriament d'ansietat (figura 4).^{18,20-21,23-25,30}

A tall de resum, els estudis de neuroimatge funcional mostren que, en funció del trastorn mental estudiat, l'ús de la TCC comporta bé la normalització dels patrons funcionals anormals observats pretractament (TOC, depressió unipolar i esquizofrènia), bé el reclutament addicional de certes regions

cerebrals que no mostraven un patró funcional alterat amb TCC prèvia (compensació) (TP i TEP), o la combinació d'ambdós processos (FE i FS).^{21,25,29} Tanmateix, l'efecte cerebral de la psicoteràpia, preferentment la TCC, és comparable al constatat amb la farmacoteràpia en alguns dels trastorns mentals estudiats (TOC, FE i TP)^{20-21,25}, si bé els dos tractaments tenen circuits neurals d'actuació divergents.^{20-21,25,30} És possible que els efectes de la psicoteràpia impliquin l'increment de l'activitat funcional de certes regions prefrontals que regulen cognitivament les emocions (circuit de daltabaix), mentre que la farmacoteràpia redueix l'activació de les estructures límbiques (circuit de baix a dalt).^{20,21,24-25,30} Addicionalment, en els darrers dos anys certes investigacions suggereixen, especialment en els trastorns d'ansietat, que una sincronia més gran de la connectivitat funcional prefrontal límbica pot predir significativament els resultats de la TCC, i resulta en una major reducció funcional de l'amígdala i de l'ínsula. Aquests resultats indiquen que les connexions prefrontals medials, com a sistema endogen inhibitori, són especialment rellevants en la regulació cognitiva de les emocions.³² Finalment, és factible plantejar que la psicoteràpia també pot produir canvis estructurals, tot i que són escassos els estudis al respecte i pot ser una nova línia de recerca en aquest nou camp de treball interdisciplinari.^{21,25} Aquesta dada es recolza indirectament en investigacions recents que reporten com els subjectes que practiquen la meditació amb la consciència plena (*mindfulness*), respecte als que no la practiquen, mostren un increment de la concentració de substància grisa i el grau d'aquest increment es correlaciona directament amb el nivell d'entrenament de la meditació.²¹ Altres autors assenyalen que, després de la TCC, es pot incrementar el volum de substància grisa de l'EPFDL en pacients amb fatiga crònica³³ o es pot normalitzar el volum de l'hipocamp i de la CCA en els pacients amb TEP.²⁵ En suma, en l'actualitat les diverses tècniques de neuroimatge possibiliten l'estudi de les bases neurobiològiques dels trastorns mentals o emocionals i de l'efecte potencial de la psicoteràpia. Així mateix, aquestes tècniques podrien permetre monitorar el progrés de la psicoteràpia en termes de reorganització cerebral potencial i proporcionar informació de les bases neurobiològiques de la recuperació psicològica.

Agraïments

El Dr. Joan Deus pertany al Grup de Recerca SGR 1450 de l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca de la Generalitat de Catalunya, de la Xarxa d'Excel·lència PSI2016-82004-REDT, i l'elaboració d'aquest manuscrit ha estat, en part, recolzada pel Pla nacional R+D+I (beca PSI2017-83777-P) del Ministeri d'Economia i Competitivitat.

Referències bibliogràfiques

- 1- CHÓLIZ, M. *Psicología de la emoción: el proceso emocional*. 2005. <www.uv.es/=choliz>.
- 2- DEUS, J. "El cerebro emocional." A: Revista PHAR.2016. 15:4-16.
- 3- FEINBERG, T.; FARAH, M.J. "The development of modern behavioural neurology and neuropsychology." A: Feinberg, T.E.; Farah M.J. (ed). *Behavioral neurology and neuropsychology*. New York: McGraw-Hill, 1997:3-24.
- 4- DAMASIO, A. "A second chance for emotion." A: Lane, R.D.; Nadel, L. (ed). *Cognitive neuroscience of emotion*. New York: Oxford University Press, 2000: 12-23.
- 5- YOUNG, R. *Mind, brain and adaptation in the Nineteenth Century*. New York: Oxford University Press, 1990.
- 6- DARWIN, C. *The expression of emotion in man and animals*. Chicago: University of Chicago Press, 1965.
- 7- CANNON, W. "The James-Lange theory of emotions: a critical examination and an alternative theory." A: *American Journal of Psychology*, 1927;39:106-124.
- 8- BARD, P. "A diencephalic mechanism for the expression of rage with special reference to the sympathetic nervous system." A: *American Journal of Psychology*, 1928; 84: 490-515.
- 9- PAPEZ J. "A proposed mechanism of emotion." *Archives of Neurology and Psychiatry*, 1937; 38: 725-744.
- 10- MACLEAN, P. "Psychosomatic disease and the 'visceral brain': recent developments bearing on the Papez theory emotion." A: *Psychosomatic Medicine*, 1949; 11: 338-353.
- 11- LEDOUX, J.; PHELPS, E. "Emotional networks in the brain." A: Lewis, M., Haviland, J. (ed). *Handbook of emotions*. New York: Guilford Press, 2008:159-179.
- 12- ROMÁN, F.; SÁNCHEZ-NAVARRO, J.P. "Neuropsicología de la emoción." A: Tirapu, J., Ríos-Lago, M., Maestú-Unturbe, F. (ed). *Neuropsicología*. Barcelona: Editorial Viguera, 2013:289-307.
- 13- GUYTON, A.; HALL, J. *Compendio de fisiología médica*. New York: Elsevier, 2013.
- 14- FUSTER, J. The prefrontal cortex-an update: time is of the essence. *Neuron*, 2001;30:319-333.
- 15- PUJOL J., et al. Anatomical variability of the anterior cingulate gyrus and basic dimensions of human personality. *Neuroimage*, 2002; 15: 847-855.
- 16- DAMASIO H. et al. The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 1994; 264:1102-5.
- 17- GUNDEL H. et al. "Alexithymia correlates with the size of the right anterior cingulate." A: *Psychosomatic Medicine*, 2004; 66:132-140.
- 18- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, A.; PIQUERAS-RODRIGUEZ, J. "Eficacia de la terapia cognitivo-conductual en trastornos afectivos y de ansiedad mediante neuroimagen funcional." A: *Revista de Neurología*, 2010;50:167-178. Revisión.

- 19- MORIANA, J.; MARTÍNEZ, V. "La psicología basada en la evidencia y el diseño y evaluación de tratamientos psicológicos eficaces."A: *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*.2011;16:81-100.
- 20- LINDEN, D. "How psychotherapy changes the brain-the contribution of functional neuroimaging."A: *Molecular Psychiatry*. 2006;11:528-538.
- 21- BARSAGLINI, A., et al."The effects of psychotherapy on brain function: a systematic and critical review." *Progress in Neurobiology*, 2014;114:1-14.Review.
- 22- COSTA E SILVA, J. Personalized medicine in psychiatry: new technologies and approaches. *Metabolism*, 2013; 62 (Suppl 1):S40-S44.
- 23- BEAUREGARD, M. "Functional neuroimaging studies of the effects of psychotherapy."A: *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 2014; 16:75-81.
- 24- FRANKLIN G., et al."Cognitive behavior altherapy for depression: systematic review of imaging studies."A: *Acta Neuropsychiatrica*, 2016;28:61-74.Review.
- 25- QUIDÉ,Y., et al."Differences between effects of psychological versus pharmacological treatments on functional and morphological brain alterations in anxiety disorders and major depressive disorder: a systematic review."A: *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2012;36:626-44.Review.
- 26- PUJOL, J., et al. "Influence of the fusiform gyrus on amygdala response to emotional faces in the non-clinical range of social anxiety."A: *Psychological Medicine*, 2009; 39:1177-87.
- 27- GIMÉNEZ,M., et al."Altered brain functional connectivity in relation to perception of scrutiny in social anxiety disorder."A: *Psychiatry Research: Neuroimaging*. 2012; 202:214-23.
- 28- MENZIES, L."Integrating evidence from neuroimaging and neuropsychological studies of obsessive-compulsive disorder: the orbitofronto-striatal model revisited."A: *NeurosciBiobehav Rev*. 2008;32:525-49. Review.
- 29- FRANKLIN, G., et al."Cognitive behavioural therapy for depression: systematic review of imaging studies."A: *Acta Neuropsychiatrica*, 2016;28: 61-74. Review.
- 30- ROFFMAN, J., et al."Neuroimaging and the functional neuroanatomy of psychotherapy."A: *Psychological Medicine*, 2005;35:1385-98. Review.
- 31- CARDONER, N. "Neurobiología (III). Neuroimagen."A: Vallejo-Ruiloba, J., Leal-Cercós, C. (ed). *Tratado de Psiquiatría*.Vol.II. Barcelona: ArsMédica, 2005:1118-1133.
- 32- MASON L., et al. "Functional connectivity predictors and mechanisms of cognitive behavioural therapies: A systematic review with recommendations."A: *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*.2016;50:311-321. Review.
- 33- VAN DERSCHAAF, M., et al. "Investigating neural mechanisms of change of cognitive behavioural therapy for chronic fatigue syndrome: a randomized controlled trial." *BMC Psychiatry*, 2015;15,144.