

Llenguatge, creativitat i lliure albir: l'origen evolutiu de la capacitat lingüística

David Bueno i Torrens

Departament de Genètica, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona
dbueno@ub.edu

Recepció: 11/03/2015, acceptació: 04/05/2015

Resum: La capacitat lingüística forma part intrínseca de la humanitat. Malgrat sovint el seu estudi s'aborda des de la perspectiva filològica, social i cultural, per poder-la manifestar cal també un cervell complex i un òrgan fonador adequat. En aquest article s'exposa quin és l'origen evolutiu d'aquesta capacitat en el context del llinatge humà, quines àrees del cervell hi estan implicades i quina és la contribució genètica; es distingeix entre la capacitat lingüística d'origen biològic i l'aprenentatge cultural dels idiomes concrets; s'emfasitza especialment la seva relació amb altres característiques humanes com la manipulació manual fina, la creativitat i l'autoconsciència, i es discuteix quina relació pot tenir tot això amb l'existència d'un hipotètic lliure albir.

Mots clau: evolució humana, creativitat, autoconsciència, cervell, lliure albir

Lenguaje, creatividad y libre albedrío: el origen evolutivo de la capacidad lingüística

Resumen: La capacidad lingüística forma parte intrínseca de la humanidad. Pese que a menudo su estudio se aborda desde la perspectiva filológica, social y cultural, para poder manifestarla también se hace necesario poseer un cerebro complejo y un órgano fonador adecuado. En este artículo se expone cuál es el origen evolutivo de esta capacidad en el contexto del linaje humano, qué áreas del cerebro están implicadas y cuál es la contribución genética; se distingue entre la capacidad lingüística de origen biológico y el aprendizaje cultural de los idiomas concretos; se enfatiza especialmente su relación con otras características humanas como la manipulación manual fina, la creatividad y la autoconciencia, y se discute qué relación pueden tener todo ello con la existencia de un hipotético libre albedrío.

Palabras clave: evolución humana, creatividad, autoconciencia, cerebro, libre albedrío

Language, creativity and free will: the evolutive origin of language capacity

Summary: Language capacity is an intrinsic part of humanity. Despite its study has been often approached from the philological, social and cultural perspectives, a complex brain and proper phonation organ are also needed. This paper shows the evolutionary origin of this capacity in the context of the human lineage, as well as what areas of the brain are involved and what is the genetic contribution; it also distinguishes between biological linguistic capabilities and cultural learning of specific languages; emphasized its relationship with other human characteristics such as delicate manual handling,

creativity and self-awareness, and discusses the relationship all this items may have on the hypothetical existence of free will.

Key words: human evolution, creativity, self-awareness, brain, free will

1. LENGUATGE, NATURA I CULTURA: UN TERRITORI FRONTERER

L'*Homo sapiens*, com qualsevol altra espècie d'ésser viu, és hereu d'un llarg procés evolutiu que es va iniciar fa uns 3.800 milions d'anys, amb la primera forma de vida que va sorgir a la Terra. Era relativament semblant a alguns bacteris actuals molt simples, i totes les espècies actuals en procedeixen per descendència i evolució. Això implica que els humans comparteixen moltes característiques biològiques comunes amb els altres organismes, molt especialment amb aquells que evolutivament —filogenèticament— estan més a prop seu. Tanmateix, l'espècie humana posseeix una característica que la fa única: a la seva evolució biològica, fruit de l'acumulació de mutacions atzaroses en el seu material genètic i dels efectes de la selecció natural, s'hi ha afegit una nova evolució, la cultural. En l'*Homo sapiens*, l'evolució biològica i la cultural es mantenen ben vives, i lluny de ser independents o fins i tot contradictòries, s'influeixen l'una a l'altra de manera recíproca.

«Una cadena de pensament llarga i complexa no pot ser duta a terme sense l'ajut de les paraules, ja seguin parlades o silencioses». Aquesta frase, escrita per Charles Darwin a *L'origen de l'home (The Descent of Man)*, publicat l'any 1871, planteja una qüestió crucial per entendre l'evolució de l'espècie humana. Les persones són éssers socials, com altres mamífers i algunes aus; però a més també són generadores de cultura i de tecnologia, gràcies al fet que tenen una ment creativa, la qual cosa ha fet possible el desenvolupament comunitari d'aquesta cultura i d'aquesta tecnologia. ¿Hagués estat possible tot aquest desenvolupament sense tenir també una gran capacitat de comunicació? És més, hagués estat possible l'evolució biològica del gènere *Homo* tal com ha esdevingut fins ara sense aquesta capacitat? (Dominguez i Rakic, 2009; Massip i Bastardas, 2014). Molt probablement la resposta a ambdues preguntes és que no. *Hom* pot comunicar-se de moltes maneres: amb una mirada, un gest o una ganyota, químicament amb la secreció d'hormones, amb un crit o amb un sospir. Però per comunicar conceptes complexos, com un ritual social o l'aplicació d'una nova tecnologia, no n'hi ha prou amb aquestes simples formes de comunicació. El desenvolupament del llenguatge, per tant, ¿va únicament associat a la necessitat de transmetre conceptes culturals i tecnològics? Sens dubte hi ha una relació directa, íntima, però tanmateix tampoc és possible generar i mantenir una organització social complexa sense una forma de comunicació que sigui prou rica en significats, subtil i expressiva, modular i amb capacitat de canvi i adaptació com la que proporciona el llenguatge. Ni tampoc és possible sobreviure dins d'una societat on els individus col·laboren i al mateix temps competeixen pels seus interessos individuals sense un instrument tan poderós com el llenguatge.

Sens dubte calen les paraules, uns sons simbòlics encadenats que sorgeixen de l'activitat del cervell i que emet un òrgan molt específic, l'aparell fonador, els quals són interpretats també per l'activitat cerebral dels receptors. I també fa falta una sintaxi, per ordenar aquestes paraules de manera que el seu encadenament el puguin interpretar de la mateixa manera tots els interlocutors; és a dir, perquè els evoqui una imatge mental significativa relativament similar, un compromís entre la intenció que tenia l'emissor del missatge i la descodificació que en fa el receptor per tal d'esbrinar —o intentar esbrinar— l'autèntic significat que hi ha darrere les paraules. Perquè una de les característiques fonamentals del llenguatge humà és la seva ambigüïtat, entesa en el sentit que darrere d'alguns o molts processos de comunicació hi ha significats ocults la intenció dels quals és

influir en la conducta del receptor, generalment en benefici de l'emissor. Aquesta característica és bàsica per a la capacitat humana de viure en grans grups socials, i de sobreviure-hi sense perdre individualitat. ¿Com han contribuït la selecció natural i els gens a aquesta immensa capacitat de comunicació? La gènesi i el desenvolupament del llenguatge és probablement un dels millors exemples en què natura i cultura (allò que en anglès s'anomena *nature and nurture*) s'interrelacionen i es condicionen l'un a l'altre. Un territori fronterer on també conflueixen i s'interrelacionen dues altres capacitats humanes sense les quals, probablement, el terme *humanitat* no tindria un significat tan profund com el que se li dóna, que ultrapassa la biologia i s'endinsa profundament en la filosofia (o viceversa): la creativitat i la possibilitat de gaudir d'una certa dosi de lliure albir.

2. L'ORIGEN EVOLUTIU DE L'HOMO SAPIENS MODERN

Filogenèticament, les persones pertanyen a l'ordre dels primats, que inclou també tots els simis i també els homínids avantpassats nostres. La història evolutiva dels humans és un tema complex i enrevessat, en el qual hi ha molts protagonistes. Un dels principals problemes és que totes les espècies d'homínids són fòssils, llevat de l'*Homo sapiens* modern. Són els únics homínids vius, i els animals actuals evolutivament més propers són els primats hominoides, entre els quals destaquen especialment els ximpanzés i els bonobos, i una mica més allunyats els goril·les i els orangutans.

De manera molt resumida i simplificada, l'origen recent dels humans es remunta a fa un xic més de 5 milions d'anys, període en què els australopitecs havien adquirit ja la postura erecta. Aquesta postura és imprescindible, però no suficient, per al desenvolupament del llenguatge. D'una banda, permet que el cervell sigui proporcionalment més gros, atès que se sosté sobre una columna vertebral que actua a mode de columna de sustentació; de l'altra, possibilita canvis anatòmics a la laringe que permeten l'existència d'un aparell fonador més sofisticat, capaç de modular amb precisió els sons que emet (Boyd i Silk 2006).

Fa uns 2,5 milions d'anys van sorgir els primers representants del gènere *Homo*, en forma de diverses espècies, com l'*Homo erectus* i l'*Homo habilis*. L'*Homo erectus* va ser el primer homínid en sortir d'Àfrica, el bressol de la humanitat, per anar a Àsia i a Indonèsia. L'*Homo sapiens* també es va originar a Àfrica fa entre 200.000 i 160.000 anys, però ben aviat va passar per un moment ecològicament molt delicat en què va estar a punt d'extingir-se. Diverses dades genètiques indiquen que una sèrie de canvis climàtics van fer que la població humana quedés reduïda, fa uns 150.000 anys, a unes 10.000 parelles reproductores, les quals van viure en grups relativament aïllats de pocs centenars de membres durant gairebé 100.000 anys, moment en què es va produir el seu reagrupament, poc abans de les seves primeres migracions de sortida d'Àfrica. Això va permetre, però, que se seleccionessin algunes de les característiques anatòmiques i mentals crucials que defineixen la humanitat, i que es passés de l'anomenat *Homo sapiens* arcaic al modern. D'una banda, es van produir canvis anatòmics importants, entre els quals cal destacar un allargament del coll, que va anar acompanyat d'un necessari allargament de la laringe que, al seu torn, va comportar un canvi de posició relativa d'aquest òrgan respecte de la cavitat bucal. En l'*Homo sapiens* modern, a diferència de tots els homínids antecessors i àdhuc de l'*Homo sapiens* arcaic, la laringe se situa a l'angle recte respecte de la cavitat bucal, la qual cosa permet que la llengua es pugui retreure completament enrere i tornar a ocupar tota la boca en una fracció de segon. Aquests moviments, acompanyats de la vibració de les cordes vocals, permeten el que s'anomena una *vocalització quàntica*; és a dir, fa possible pronunciar vocals de

manera encadenada però amb una delimitació absolutament precisa, sense que es barrejin els sons. Sense aquesta possibilitat, la riquesa del llenguatge i de les estructures sintàctiques que se'n deriven serien extremadament més pobres.

D'altra banda, el canvi d'*Homo sapiens* arcaic a modern va significar també el naixement del pensament abstracte i simbòlic, com es dedueix de l'impressionant registre artístic, que s'inicia fa uns 40.000 anys, la qual cosa implica necessàriament canvis funcionals en les xarxes neurals. De ben segur que durant aquesta època en què la població humana es va veure tan reduïda a causa de canvis climàtics, la capacitat d'innovar va ser crucial per a la seva supervivència, i és molt probable que aquest sigui el motiu pel qual la selecció natural va afavorir els mecanismes cerebrals i els canvis anatòmics que permeten als humans moderns ser constantment creatius. I el llenguatge humà és intrínsecament creatiu. Això no vol dir que els antecessors de l'*Homo sapiens* modern no fossin també creatius i que no tinguessin un llenguatge mínimament elaborat, però aquestes capacitats, tal com són actualment en tots els grups humans sense excepció, es van desenvolupar fa entre 50.000 i 60.000 anys. Hi ha diverses proves que ho corroboren.

Quan els *Homo sapiens* moderns van arribar a Europa, fa uns 40.000 anys, hi van trobar els neandertals, més corpulents i amb un cervell més gros que ells, però amb una tecnologia lítica molt més tosca, els quals havien sortit d'Àfrica feia 200.000 anys. Els neandertals es van extingir fa 30.000 anys, molt probablement desplaçats per la superioritat tecnològica, cultural i social dels *Homo sapiens*, en una nova època de canvi climàtic que aquests darrers van poder afrontar amb una més gran capacitat de mantenir una innovació constant, la qual cosa els va permetre adaptar-se a entorns molt diferents. Malgrat que hi va haver alguns aparellaments entre els neandertals i els humans moderns, com es dedueix de diverses anàlisis genètiques (Vernot i Akey 2014), l'empremta que el creixement del cervell deixa a la volta cranial indica que el seu desenvolupament era clarament diferent. Malgrat que el cervell dels neandertals era tan gros com el dels humans moderns (de fet ho era una mica més), el seu desenvolupament pel que fa a les zones relacionades amb la creativitat, l'autoconsciència i el llenguatge s'assemblava més al dels ximpanzés actuals que a la dels humans moderns (Gunz et al. 2010). En aquest context la creativitat s'ha d'entendre com la capacitat per qüestionar assumpcions, trencar límits intel·lectuals, reconèixer patrons ocults, observar l'entorn de manera crítica i analítica i establir relacions noves entre elements no vinculats. S'ha vist que bona part d'aquestes diferències pel que fa al desenvolupament del cervell són degudes a l'expressió diferencial d'aproximadament un centenar de gens concrets d'actuació cerebral, els quals són presents en tots els homínides estudiats, inclosos els ximpanzés, però que en els humans moderns permeten un creixement diferencial específic d'aquestes zones del cervell. A més, també fan possible una més gran plasticitat neural, una capacitat que permet a les neurones establir noves connexions i que, a diferència dels altres primats, es troba restringida a les etapes infantils, es manté activa durant tota la seva vida adulta, la qual cosa els permet una capacitat d'aprenentatge i d'adaptació a ambients canviants exponencialment major (Redolar 2013).

S'han descrit moltes altres espècies d'homínides a més de les esmentades, com l'*Homo antecessor*, que podria haver estat el primer representant d'aquest grup a Europa, amb una antiguitat d'un milió d'anys, i que hauria precedit l'*Homo heidelbergensis*, considerat l'avantpassat directe dels neandertals. També hi ha qui considera que l'*Homo antecessor* és una denominació local de l'*Homo heidelbergensis*, o fins i tot de l'*Homo ergaster* o l'*Homo erectus*, el precursor de l'*Homo habilis*. I no són pas les úniques. També s'han descrit l'*Homo rhodesiensis*, l'*Homo georgicus*, l'*Homo cepranensis* i l'*Homo floresiensis*, aquest darrer identificat a l'illa de Flores, a Indonèsia, i que es va extingir fa

només 13.000 anys, poc abans que els humans moderns iniciessin la revolució neolítica. La complexitat del llinatge humà és plena de ramificacions i adaptacions locals, però si hom pren el tronc principal pot observar alguns canvis molt significatius, entre els quals els relacionats amb el desenvolupament i l'evolució de les capacitats lingüístiques.

A banda dels canvis anatòmics de l'aparell fonador i del desenvolupament del cervell ja esmentats, l'estudi comparatiu dels fòssils i de les eines que van utilitzar les diferents espècies d'homínids mostra una dada significativa: totes les espècies es van especialitzar en la fabricació i en l'ús d'unes eines molt concretes, però no es detecta cap innovació important quant a aquestes eines des dels seus orígens i fins a la seva extinció. En el cas dels neandertals, per exemple, les eines que fabricaven i utilitzaven fa 250.000 anys, època en què s'han datat els fòssils més antics, eren exactament les mateixes que feien servir quan es van extingir, fa 30.000 anys. Les quals, a més, no eren significativament diferents de les que feien servir els *Homo sapiens* arcaics. És com si la seva capacitat creativa els hagués permès fer un salt tècnic endavant i després s'hagués estancat, fins que una altra espècie va agafar el relleu de la creativitat, desenvolupant una nova generació d'eines més sofisticades i especialitzades. O potser fou al revés, que un avenç tècnic molt concret propiciés en cada ocasió que la selecció natural afavorís una determinada espècie d'homínid. Només els *Homo sapiens* moderns en són l'excepció. La seva cursa tecnològica, cultural i social ha estat imparabile.

3. LLENGUATGE, GENS I CERVELL

La comunicació no és un fenomen exclusiu de l'espècie humana. Tots els éssers vius es comuniquen, des dels bacteris més simples als animals anatòmicament més complexos, la qual cosa contribueix a garantir llur supervivència. Centrem-nos, però, en els primats hominoides, concretament en els ximpanzés, els parents evolutius més propers als *Homo sapiens*. A banda de la comunicació hormonal i conductual instintiva, utilitzen també un llenguatge mixt gestual i gutural, és a dir, a base de moviments i crits, que és format per unes 150 paraules —o significats—, entre els quals hi ha apreciacions i subtileses certament refinades que fan referència, per exemple, al tipus de menjar, a les relacions dins el grup, a les seves emocions, etc. Ara bé, malgrat hi ha certes diferències entre grups de ximpanzés —la qual cosa ha portat a alguns primatòlegs com el català Jordi Sabater Pi a proposar l'existència de protocultures en aquests primats hominoides (Sabater 1992)—, només utilitzen aquestes paraules de manera aïllada i discreta, com *perill*, *menjar*, etc., però mai encadenant-les en frases —o en protofrases—. Com a màxim, en algunes ocasions n'encadenen un parell, per exemple per indicar una acció relativa a un nom, però tota la seva complexitat sintàctica acaba aquí.

Les persones, en canvi, són capaces d'encadenar paraules en frases sintàcticament ordenades i d'ordenar frases de manera jeràrquica, per exemple amb subordinades formades per la unió de més frases, combinant i recombinant de manera creativa tots aquests elements per bastir discursos llargs i complexos, fins a convertir una eina de comunicació en una explosió d'art poètic que permet un ventall virtualment infinit d'expressions. En aquest sentit, s'ha estimat que el llenguatge humà requereix, analitzat en termes computacionals, la capacitat d'un milió d'ordinadors personals units en una xarxa de treball d'un petaflop de velocitat, que equival a mil bilions d'operacions per segon.

Aquesta capacitat, però, ¿és innata, és a dir té un origen biològic ineludible, o és cultural, i per tant basada en l'aprenentatge? Hi ha diverses proves que indiquen clarament que la facultat d'establir sistemes complexos de comunicació, com el llenguatge, és innata, d'origen biològic i, per tant, també genètic —la qual cosa no vol dir

que hi hagi gens que determinin quin idioma parla cadascú— (Benítez 2009). És a dir, les persones estan biològicament capacitades per desenvolupar un llenguatge —entès com a ‘sistema de comunicació complex que permeti comunicar informació objectiva i també subjectiva’—, sense aprenentatge, pel simple fet de viure en societat, com inicialment va postular el lingüista Noam Chomsky, el 1957, sobre bases purament teòriques. El tipus de llenguatge, però, és a dir, l’idioma concret que es parli, depèn únicament d’aprenentatge cultural, el qual es basteix sobre la base biològica que capacita els humans per desenvolupar un llenguatge. Es coneixen casos en què grups humans han desenvolupat el seu propi llenguatge partint pràcticament de zero —com per exemple el cas d’un grup de sords de Guatemala que havien viscut marginats de la societat i aïllats individualment, i en portar-los a una institució, pel simple fet de conviure junts i interactuar socialment per primera vegada, els va portar a desenvolupar un llenguatge gestual propi—, la qual cosa indica que l’espècie humana està biològicament capacitada, i fins i tot obligada, a desenvolupar-se. No hi ha absolutament cap grup humà que no empri el llenguatge com a eina de comunicació, com a mínim una de les 6.000 a 8.000 formes de comunicació verbal comptabilitzades.

S’han identificat diversos gens implicats en la capacitat lingüística, la majoria dels quals estan implicats en diferents aspectes de la fisiologia cerebral, la plasticitat neuronal i el desenvolupament de les diverses àrees del cervell (Benítez 2009), entre els quals destaca l’anomenat *FOXP2*. Controla la formació de diverses àrees del cervell, entre les quals algunes d’implicades en el llenguatge (Nudel i Newbury 2013). Es coneixen famílies portadores d’una mutació que els impedeix construir frases sintàcticament estructurades. El gen *FOXP2* humà presenta únicament dues modificacions respecte del dels ximpanzés, i tres respecte del dels ratolins, però tanmateix són crucials. Experiments en què s’ha afegit una còpia del gen humà a ratolins han demostrat que incrementa la quantitat de vocalitzacions diferents que poden fer, i també la seva capacitat d’interacció social (French i Fisher 2014), la qual cosa relaciona, ja d’entrada, aquests dos aspectes. Curiosament, els neandertals tenien exactament el mateix gen que els humans moderns, la qual cosa indica que la seva capacitat lingüística era sens dubte molt superior a la dels primats homínides actuals, però tanmateix el desenvolupament diferencial del cervell que s’ha esmentat en un paràgraf anterior, junt amb la impossibilitat de fer vocalitzacions quàntiques i la seva menor capacitat creativa, sens dubte limitaven molt la seva capacitat lingüística.

Pel que fa a les xarxes neurals implicades, l’anàlisi de l’activació de zones concretes del cervell amb mètodes de neuroimatge que detecten l’activitat cerebral ha permès establir quins són els grups de neurones que intervenen en la gènesi, l’estructuració i la comprensió del llenguatge. De manera simplificada, s’ha vist que una zona del cervell anomenada *gangli basal* actua de manera concertada amb determinades àrees de l’escorça cerebral, entre les quals destaquen les anomenades *àrees de Broca* i *de Wernike*, que en base a dades procedents de l’estudi de lesions cerebrals ja fa anys que se sap que estan implicades d’alguna manera en el llenguatge humà. Cal emfasitzar que l’escorça és la part del cervell que més ha crescut proporcionalment durant l’evolució dels homínids.

L’àrea de Broca, per exemple, està activa quan una persona escolta, interpreta una paraula o el significat d’una frase i n’identifica el contingut emocional. També s’han identificat les àrees del cervell implicades en l’estructuració sintàctica del llenguatge, com la mateixa àrea de Broca, que proporciona la memòria de treball i resol els conflictes que sorgeixen en la integració i la representació dels significats; el lòbul temporal anterior, implicat en el processament sintàctic, la significació semàntica, el processament del discurs i l’emmagatzematge de la informació lèxica; el lòbul parietal, que actua sobre l’atenció, la lectura, la semàntica i la memòria de treball, a més de fer una funció analítica

de separació dels elements, i determinades àrees subcorticals, que s'activen durant el processament sintàctic.

El gangli basal també actua de manera concertada amb altres àrees prefrontals implicades en la capacitat creativa, i amb les zones de control emocional, específicament amb l'anomenada *amígdala cerebral* (Boeckx 2009, Redolar 2013), la qual cosa confereix un paper destacat a la creativitat i a les emocions en la gènesi, la comprensió i l'estructuració del llenguatge. També s'ha vist que el cervell té una mena d'interruptor que detecta l'existència de possibles metàfores i envia les paraules cap a circuits de comprensió literal del significat o alternativament d'interpretació metafòrica. Aquest interruptor resideix en una zona del cervell anomenada *precúneus*, que connecta les zones corticals i subcorticals del cervell i que també està implicada en la consciència i la imaginació (Mashal et al. 2014). En aquest sentit, les metàfores constitueixen una manera pràcticament il·limitada de multiplicar el significat literal de les paraules, la qual cosa permet descriure conceptes que sovint són difícilment verbalitzables però que tanmateix formen part de la humanitat entesa no només en el sentit biològic de la paraula sinó també en el filosòfic, com la mort, la felicitat o l'amor. De fet, segons la lingüística cognitiva, les metàfores també permeten conceptualitzar nous conceptes a partir d'aproximacions a d'altres ja coneguts, explicar innovacions en qualsevol àmbit del coneixement i, fins i tot, canviar la mentalitat a l'hora d'entendre vivències concretes o abstractes.

Curiosament, alguns d'aquests circuits neurals també estan implicats en el desenvolupament de tasques motores, concretament pel que fa a les capacitats motores fines, que són aquelles que ens permeten fer petits moviments musculars de manera molt controlada, com els necessaris per manipular objectes petits i per parlar (amb la llengua, la boca i les cordes vocals). Una de les principals característiques d'aquestes capacitats motores fines, que també presenta el llenguatge, és l'anomenada *reiteració*. La reiteració consisteix en canvis en la direcció dels processos de pensament en paral·lel a la seva gènesi. Per aquest motiu es considera que la capacitat de reiteració es va seleccionar durant l'evolució pel fet de permetre als animals respondre de manera flexible als successos externs, atès que els permet adaptar i readaptar constantment els seus moviments a les condicions externes en lloc d'executar-los directament fins al final un cop determinats per l'activitat cerebral inicial. Doncs bé, el llenguatge humà també es basa en processos de reiteració, atès que qualsevol frase que hom comença a pensar o a pronunciar és constantment examinada i reelaborada per aconseguir el significat precís que se li vulgui donar, en funció d'un entorn que pot anar canviant a mesura que l'anem verbalitzant. Dit d'una altra manera, sovint hom canvia la direcció d'una frase a mesura que la va pronunciant en funció de la reacció que està provocant en els interlocutors i de quin sigui l'objectiu en verbalitzar-la. I al seu torn, aquests processos reiteratius del llenguatge duen implícita una reiteració cognitiva, dels pensaments, a mesura que els anem elaborant; un canvi en la seva direcció que sens dubte contribueix de manera decisiva a la capacitat creativa humana.

I encara n'hi ha més, perquè tant els moviments motors fins com el llenguatge i també la creativitat comparteixen un altre procés mental específic anomenat *recursió*. La recursió es defineix com 'l'establiment de cicles consecutius en què la sortida mental d'un pensament (l'*output*) s'agafa com a entrada (l'*input*) del cicle de pensament següent'. Els cicles de recursió permeten formar estructures jeràrquiques a base d'agrupar consecutivament elements també jerarquitzats, com fa el llenguatge en estructurar les frases i com també succeeix durant els moviments motors, els quals s'encadenen un darrere l'altre de manera jeràrquica. I també s'utilitza durant els processos creatius, per anar desenvolupant progressivament les idees innovadores. Totes aquestes dades

indiquen que les xarxes neurals implicades en el llenguatge s'han format aprofitant xarxes preexistents implicades en els moviments motors, i que han reciclat i reaprofitat algunes de les seves característiques, relacionades també amb els processos creatius. En conseqüència, suggereixen que la selecció natural ha anat afavorint aquestes característiques de manera paral·lela, de manera que la capacitat de manipular l'entorn físicament, creativament i lingüísticament s'ha anat retroalimentant.

En aquest sentit, en un experiment publicat a principis del 2015 (Morgan et al. 2015), es va monitoritzar l'activitat neuronal de persones en el moment en què reproduïen els moviments motors fins necessaris per elaborar determinades eines paleolítiques. Quan reproduïen l'anomenada *tecnologia d'Olduvai*, de fa 2,5 milions d'anys, a més d'activar-se les zones motores del cervell també se'ls activava l'anomenada *escorça premotora ventral esquerra*, implicada en el processament dels sons; en canvi, quan reproduïen l'elaboració d'eines de l'anomenada *tecnologia atxelense*, de fa 1,6 milions d'anys i molt més elaborada, també se'ls activava el gir frontal, associat a l'abstracció i a l'organització jeràrquica, uns recursos cerebrals clau per al desenvolupament d'un llenguatge elaborat —i de grups cada cop socialment i culturalment més complexos—. Sembla que la creativitat, la capacitat de manipular objectes de manera molt controlada i d'elaborar un llenguatge cada cop més complex han anat evolucionant de manera conjunta. Dit d'una altra manera, han estat processos que s'han anat retroalimentant, condicionant-se els uns als altres, vinculant l'evolució cultural a la biològica i viceversa.

4. L'EVOLUCIÓ SOCIAL

Actualment es considera que el factor principal afavorit per la selecció natural en l'evolució de les capacitats lingüístiques va ser la seva gran utilitat com a eina d'interacció social en grups cada cop més complexos. Una de les maneres principals que tenen tots els primats de mantenir la cohesió del seu grup és dedicant un cert temps a empolainar-se els uns als altres, per exemple amanyagant-se i desparasitant-se. En comparar diverses espècies de primats s'ha vist que la mida del grup es correlaciona directament amb l'estona diària que dediquen a empolainar-se: com més gran és el grup, més estona hi dediquen, per mantenir la cohesió global (McComb i Semple 2005). A través de la mida dels cranis, que reflecteixen el volum de l'escorça cerebral, també és possible predir la mida possible dels grups socials: com més escorça cerebral presenta el cervell d'una espècie determinada de primats, més gran pot arribar a ser el seu grup social. La combinació d'aquestes dues dades —temps que dediquen a empolainar-se respecte de la mida del grup i mida del grup en funció del volum de l'escorça cerebral— permet deduir el temps que cada espècie ha de dedicar a les relacions socials per mantenir la cohesió del seus grups.

Els ximpanzés actuals, per exemple, dediquen entre un 10% i un 20% del seu temps actiu a empolainar-se, el mateix temps que, atenent als cranis fòssils, devien dedicar els australopitecs i els *Homo habilis*. Tanmateix, amb l'increment de la mida dels grups socials afavorida pel fet de tenir un cervell més gros, els *Homo erectus* hi devien dedicar un 30% del seu temps. Seguint aquesta tònica, els humans moderns haurien de dedicar més del 50% del temps actiu a empolainar-se els uns als altres, la qual cosa és clarament insostenible. Doncs bé, es considera que el llenguatge també va permetre suplir bona part d'aquesta necessitat i que en conseqüència va esdevenir, amb les seves estructures sintàctiques que permeten generar infinites combinacions d'elements, la seva capacitat de transmetre tant missatges literals com també metafòrics i la seva facilitat per comunicar emocions, en l'element més important de cohesió del grup, una mena d'empolainament mental entre tots els interlocutors.

Això va afavorir capacitats lingüístiques cada cop més complexes, amb les quals els interlocutors expressaven no només les seves necessitats sinó també, i això és clau per al manteniment dels grups socials, els seus pensaments, desitjos, creences, emocions, etc. En aquest sentit, per referir-se a la classe d'estats mentals que hom experimenta quan és conscient de tenir una creença, un desig o una intenció, fa algunes dècades els filòsofs que treballaven sobre la natura de la ment van encunyar el terme *intencionalitat*, dins l'anomenada *teoria de la ment* (Sodian i Kisten 2010). La intencionalitat s'ha de concebre com una sèrie d'estats de creences jeràrquicament organitzades, la qual cosa precisa novament de la recursió pròpia del llenguatge i de les tasques motores. Així, per exemple, els bacteris tenen una intencionalitat de grau 0, atès que no són conscients dels seus desitjos. En canvi, els organismes que tenen algun tipus de cervell probablement s'adonen d'alguns continguts de la seva ment: saben que tenen gana o creuen que darrere l'arbre hi pot haver un depredador amagat. Es diu que aquests organismes tenen un primer grau d'intencionalitat.

Els ximpanzés, en canvi, manifesten un segon grau d'intencionalitat, atès que són capaços de pensar quina deu ser la intenció d'un altre ximpanzé. Per exemple, s'ha vist que els ximpanzés no dominants esperen l'oportunitat òptima per accedir a una femella en funció de quina pensen que és la intenció del mascle dominant, al qual observen amb atenció per evitar rebre represàlies. És el mateix grau d'intencionalitat que tenen els infants de 4 anys, el qual es veu ràpidament superat en madurar el cervell. Així, les persones adultes poden tenir fins a un sisè grau d'intencionalitat, el qual es pot resumir en una frase model com la següent: "En Gerard creu [1] que l'Arnau pensa [2] que la Maria vol [3] que en David suposi [4] que la Rosa pretén [5] que en Jordi cregui [6] que ja no queda gelat."

En aquest context de vida social, la intencionalitat permet suggerir un altre factor que pot haver contribuït al fet que la selecció natural hagi afavorit la capacitat lingüística: aconseguir que els altres membres de la comunitat es comportin de manera que afavoreixi el comunicador, dins una estructura social complexa, induint accions concretes sense necessitat de comunicar-les explícitament. De fet, si hom s'hi fixa bé i fa un exercici sincer d'introspecció, moltes de les paraules que pronuncia tenen com a objectiu obtenir una resposta dels altres —física, emocional, conductual, etc.—, la qual sovint no prové del significat estricte de les paraules que s'han verbalitzat sinó del conjunt del discurs immers en un context determinat, d'un significat parcialment ocult que va molt més enllà dels sons. Una capacitat a la qual sens dubte contribueix el fet que siguem capaços de tenir fins a un sisè grau d'intencionalitat, i una gran capacitat creativa que ens permet també predir les situacions.

En definitiva, com més complexa és una estructura social més complexa ha de ser també la capacitat lingüística, perquè resulti evolutivament avantatjós per a cada individu i també per a la col·lectivitat. I com més complex és el llenguatge, més complexa ha de ser la ment que el generi. I com més graus d'intencionalitat introdueixi, més capacitat creativa ha de tenir la ment. És un cercle en què les possibilitats biològiques d'estructurar un llenguatge complex i de desenvolupar estructures socials s'impulsen l'una a l'altra, afavorides per la selecció natural, i al seu torn també influeix sobre els avenços culturals i tecnològics, i viceversa.

Poques paraules han omplert tantes pàgines de llibres, tants eslògans publicitaris i tants pamflets i cartells polítics com la paraula *llibertat*. Moltes de les dades genètiques i neurocientífiques que s'han acumulat aquesta darrera dècada sobre el funcionament del cervell i la seva relació amb el nostre comportament semblen indicar la no existència de lliure albir, entès com la capacitat d'escollir sense condicionaments o com la facultat de poder decidir conscientment dur a terme una determinada acció o alternativament de no dur-la a terme, atès que bona part dels nostres comportaments es gesten al cervell de manera preconscient i amb una important base emocional (Redolar 2013). Tanmateix, malgrat que calgui distingir entre el lliure albir autèntic i la sensació de llibertat, que seria l'apreciació subjectiva segons la qual podem escollir sense condicionaments, el cert és que tant el llenguatge com la creativitat hi han d'estar relacionats a través de l'autoconsciència (Bueno 2011, Fuster 2013). L'autoconsciència és la facultat de reconèixer i ser conscients de la pròpia consciència, diferent de la dels altres individus. Quan hom fa un autoreconeixement conscient s'activa una zona concreta del cervell, la part central del lòbul prefrontal, que està relacionada amb el control del comportament.

Aquesta àrea, que en conseqüència també està implicada en el manteniment constant de la imatge del jo, és una de les que presenten més diferències anatòmiques i de connectivitat entre els humans moderns i els primats homínides. Quin és l'origen evolutiu d'aquestes diferències? Malgrat que ara per ara no hi ha cap prova conclouent, es considera que la pròpia vida social en cultures cada cop més complexes pot haver actuat de selecció natural per afavorir el desenvolupament d'aquesta part del cervell, i en conseqüència de l'autoconsciència. És un altre bucle en què biologia i cultura es retroalimenten i condicionen. La idea és la següent. En un moment donat de la història evolutiva dels homínids —o dels primats homínides abans que ells— es va desenvolupar un cervell prou complex per viure en societat i organitzar-se socialment, i per generar cultures cada cop més complexes, uns aspectes que es van veure afavorits per la selecció natural atès que contribueixen a assegurar la supervivència dels individus del grup. Tanmateix, aquest nou estil de vida, més comunitari, requereix que els individus s'identifiquin a si mateixos respecte de la resta del grup per trobar el seu lloc particular dins la comunitat, un aspecte que també incrementa les seves possibilitats de supervivència individual. En aquest sentit, qualsevol canvi —qualsevol mutació genètica— que comporti una més gran consciència d'un mateix es veurà afavorida per la selecció natural, la qual cosa pot explicar el gran desenvolupament d'aquesta part del cervell en la línia evolutiva dels humans moderns. I aquesta confrontació entre individualitat i col·lectivitat precisa, per al seu bon funcionament, que els individus puguin prendre les seves pròpies decisions, la qual cosa és la base del lliure albir (entès aquí com a llibertat de pensament, que no sempre s'ha de traduir com a llibertat d'elecció atesos els condicionants que la mateixa vida social comporta).

Les paraules són la base de la nostra cultura, la qual és també un reflex dels nostres comportaments —o s'hi veu condicionada—, al mateix temps que els modula i condiona. En conseqüència, també la creativitat i la llibertat de pensament que se'n pugui derivar, com a comportaments humans, deuen les seves característiques a aquesta història d'evolució biològica. Cal tenir present també que per mantenir la consciència individual el cervell es passa la major part del temps conversant amb si mateix, amb paraules silencioses, imatges, records, sensacions, etc., la qual cosa contribueix al fet que hom mantingui constantment la imatge de si mateix, la consciència que és un organisme individual. Per tant, des d'aquest punt de vista, sembla molt lògic que el desenvolupament

del llenguatge i de l'autoconsciència també vagin íntimament lligats. En aquest sentit, la maduració de l'autoconsciència i del llenguatge durant la infantesa segueixen camins paral·lels i coetanis (Redolar 2013). Com també és similar la manera que té el cervell d'estructurar la consciència, el llenguatge i els records a partir de zones concretes, com la part central del lòbul prefrontal, el gangli basal i l'hipocamp, respectivament, que posen en contacte àrees distants del cervell, grups específics de neurones, un substrat biològic ben definit.

És a dir, que les converses que hom manté constantment amb si mateix es troben a la base tant del manteniment de la consciència com de la creativitat, i possiblement també del lliure albir, atès que aquesta autoreflexió constant és la que hauria de permetre triar entre diverses opcions igualment possibles, un cop imaginades —i la imaginació comparteix xarxes neurals amb la memòria, les quals s'estructuren de manera conceptualment similar a les de la consciència i el llenguatge.

¿Permet tota aquesta discussió assegurar que el cervell humà capacita els *Homo sapiens* moderns a tenir un cert marge de lliure albir, més enllà de les respostes preconscients i emocionals que tanmateix guien bona part de la seva conducta? Per descomptat que no, però això no obstant, es fa difícil concebre el pensament creatiu i la complexitat creativa del llenguatge humà sense un mínim interval de llibertat de pensament que alguns autors han proposat recentment que pot ser simplement una mena de soroll de fons produït pel funcionament dels mecanismes cerebrals esmentats en aquest article (Bengson et al. 2014, Bode et al. 2014).

6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BENGSÓN, JESSE J.; KELLEY, TODD A.; ZHANG, XIAOKE; WANG, JANE-LING; MANGUN, GEORGE R. (2014). «Spontaneous neural fluctuations predict decisions to attend». *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(11), 2578-84.
- BENÍTEZ, ANTONIO (2009). *Genes y lenguaje*. Barcelona: Reverté.
- BODE, STEFAN; MURAWSKI, CARSTEN; SOON, CHUN SIONG; BODE, PHILIPP; STAHL, JUTTA; SMITH, PHILIP L. (2014). «Demystifying “free will”: the role of contextual information and evidence accumulation for predictive brain activity». *Neuroscience Biobehavioral Review*, 47, 636-45.
- BOECKX, CEDRIC (2009). *Language in Cognition: Uncovering Mental Structures and the Rules Behind Them*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- BOYD, ROBERT; SILK, JOAN B. (2006). *How humans evolved*. New York: Norton.
- BUENO, DAVID (2011). *L'enigma de la llibertat. Una perspectiva biològica i evolutiva de la llibertat humana*. Alzira: Bromera.
- DARWIN, CHARLES (1871) (Reed. 2010). *The descent of man*. EUA: Plume.
- DOMINGUEZ, MARTIN H.; RAKIC, PASKO (2009). «Language evolution: The importance of being human». *Nature*, 462, 169-70.
- FRENCH, CATHERINE A.; FISHER, SIMON E. (2014). «What can mice tell us about Foxp2 function?». *Current Opinion on Neurobiology*, 28, 72-9.
- FUSTER, JOAQUÍN M. (2013). *The Neuroscience of Freedom and Creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GUNZ, PHILIPP; NEUBAUER, SIMON; MAUREILLE, BRUNO; HUBLIN, JEAN-JACQUES (2010). «Brain development after birth differs between Neanderthals and modern humans». *Current Biology*, 20(21), R921-2.

MASHAL, NIRA; VISHNE, TALI; LAOR, NATHANIEL (2014). «The role of the precuneus in metaphor comprehension: evidence from an fMRI study in people with schizophrenia and healthy participants». *Frontiers in Human Neuroscience*. doi: 10.3389/fnhum.2014.00818

MASSIP, ÀNGELS; BASTARDAS, ALBERT (2014). *Complèxica*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la UB.

MCCOMB, KAREN; SEMPLÉ, STUART (2005). «Coevolution of vocal communication and sociality in primates». *Biological Letters*, 1(4), 381-5.

MORGAN, T.J.H.; UOMINI, N.T.; RENDELL, L.E.; CHOUINARD-THULY, L.; STREET, S.E.; LEWIS, H.M.; CROSS, C.P.; EVANS, C.; KEARNEY, R.; DE LA TORRE, I.; WHITEN, A.; LALAND, K.N. (2015). «*Experimental evidence for the co-evolution of hominin tool-making teaching and language*». *Nature Communications*, 6, doi: 10.1038/ncomms7029.

NUDEL, RON; NEWBURY, DIANE F. (2013). «FOXP2». *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 4(5), 547-560.

REDOLAR, DIEGO (ed.). (2013). *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Panamericana.

SABATER, JORDI (1992). *El chimpancé y los orígenes de la cultura*. Barcelona: Anthropos.

SODIAN, BEATE; KRISTEN, SUSANNE (2010). «Theory of mind». *Towards a theory of thinking*, 189-201. Springer.

VERNOT, BENJAMIN; AKEY, JOSHUA M. (2014). «Resurrecting surviving Neandertal lineages from modern human genomes». *Science*, 343(6174), 1017-21.