

# Evolució humana

Ampliació de les lectures  
complementàries

Marina Lozano Ruiz

PID\_00212879



## Índex

<b>1. Els orígens. Un arbre amb moltes branques.....</b>	<b>5</b>
<b>2. El gènere <i>Homo</i>. L'origen.....</b>	<b>15</b>
<b>3. L'evolució a Europa. L'<i>Homo antecessor</i>, l'<i>Homo heidelbergensis</i> i l'<i>Homo neanderthalensis</i>.....</b>	<b>26</b>
<b>4. L'<i>Homo sapiens</i> i la colonització del planeta.....</b>	<b>36</b>
<b>Resum.....</b>	<b>47</b>



## 1. Els orígens. Un arbre amb moltes branques

K. Harmon (2013). "Una historia intrincada". *Investigación y Ciencia* (núm. 39, pàg. 30-37).

Aquest article de síntesi de l'estat de les investigacions sobre el tipus de locomoció dels primers homínids està escrit per Katherine Harmon, periodista nord-americana especialitzada en notícies científiques i editora de la revista *Scientific American*.

El tema central d'aquest article gira entorn del bipedisme com a tret essencial en l'adscripció d'una espècie al nostre llinatge. Tradicionalment, s'havia establert que si un homínid mostrava indicis de bipedisme estava directament emparentat amb el nostre llinatge. Els darrers descobriments, però, han posat de manifest que el procés va ser molt més complex del que s'havia pensat. Sembla que hi va haver diverses espècies d'homínids que van desenvolupar un cert tipus de bipedisme, encara que no totalment eficient i sense abandonar la locomoció arborícola. El primer apartat de l'assignatura *Evolució humana* està dedicat al coneixement de les diferents espècies que constitueixen els primers representants dels homínids. Aquesta lectura complementària ens farà adonar del fet que l'estudi de l'evolució humana és un procés obert, dinàmic i en transformació contínua, ja que en descobrir-se nous indicis fòssils s'obtenen dades que fan canviar els paradigmes establerts.

Avui dia encara no sabem amb total certesa quina va ser l'espècie representativa de la separació dels llinatges que van conduir a l'aparició dels humans, d'una banda, i dels ximpanzés actuals, d'altra. Sabem que aquella divergència es va produir en algun moment fa entre sis i set milions d'anys i que va succeir a l'Àfrica. Les investigacions al continent africà dels darrers vint anys han posat al descobert restes fòssils d'aquesta època pertanyents a tres gèneres diferents: *Sahelanthropus*, *Orrorin* i *Ardipithecus*.

Tots tres gèneres s'han erigit com a candidats per a ser la baula perduda o la darrera espècie comuna tant d'humans com de ximpanzés. Un dels trets clau que s'han utilitzat com a indicadors per a incloure en el llinatge humà un gènere o una espècie és el tipus de locomoció i, en concret, la locomoció bípeda. S'ha considerat que la postura vertical utilitzant només les cames per a desplaçar-se va ser una característica primigènica dels nostres avantpassats. Per aquest motiu, els paleoantropòlegs tenen especial interès a trobar les parts anatòmiques que ofereixen més informació sobre aquest aspecte (base del crani, pelvis i extremitats inferiors, cames i peus).

L'arbre genealògic de les pàgines 34 i 35 d'aquest article és particularment útil per a tenir una visió actualitzada dels primers hominins amb les seves relacions evolutives i informació referent al tipus de locomoció. No obstant això, a continuació oferim una descripció més detallada sobre l'anatomia d'aquests hominins per tenir una visió més global de cadascuna d'aquestes espècies.

El gènere més antic que es coneix fins ara està representat pel *Sahelanthropus tchadensis*. Aquesta espècie es va establir amb l'estudi d'un crani i d'algunes restes de mandíbula i de dents aïllades trobats al jaciment de Toros-Menalla (Txad), i s'ha establert que té una edat d'entre sis i set milions d'anys. No se n'han recuperat altres parts anatòmiques, amb la qual cosa la informació sobre el seu tipus de locomoció s'ha deduït a partir de l'estudi de la posició del forat magne (obertura a la base del crani per on surt la medulla espinal). La posició avançada del forat magne indica una postura vertical del crani i de la columna vertebral. La posició vertical la podia haver utilitzat, almenys, a les branques dels arbres. Aquesta espècie també és interessant per la barreja de trets anatòmics (dents canines de mida reduïda i poc prognatisme facial) que la fan una bona candidata per a ser l'ancestre comú a humans i ximpanzés.

Una mica més modern, entre cinc i sis milions d'anys, és l'*Orrorin tugenensis*, procedent de Tugen Hills (Kènia). Només se n'han recuperat dinou fòssils, però la presència de mandíbula, dents, i ossos de les extremitats superiors i inferiors han permès deduir que tindria una locomoció mixta. És a dir, els braços estarien dissenyats per a ser un braquiador i grimpador eficient, però el fèmur també indica que podria caminar de manera bípeda.

Dels tres gèneres més antics associats a la nostra família, el més ben conegut i estudiat és l'*Ardipithecus ramidus*. Les primeres troballes es van fer públiques l'any 1994 i es van datar en 4,4 milions d'anys. Posteriorment, l'any 2009 es van trobar noves restes més antigues de fins a 5,2 milions d'anys i es van assignar a una subespècie, l'*Ardipithecus ramidus kadabba*. Totes les troballes es van fer al jaciment d'Aramis, a la regió d'Afar d'Etiòpia. Ens interessa especialment per la qüestió del bipedisme l'esquelet complet de l'individu ARA-VP-6/500, que es coneix popularment amb el nom d'Ardi. Encara que se n'ha recuperat part de la pelvis, l'estat de conservació fragmentari impedeix obtenir informació sobre el seu tipus de locomoció. No obstant això, s'ha trobat un peu bastant complet que permet suggerir que tindria una locomoció bípeda prou eficient quan es desplaçés per terra. Tal com és comú a tots els fòssils d'entre set i quatre milions d'anys, no seria exclusivament bípede perquè la part superior del cos encara presenta trets anatòmics característics dels grimpadors.

Per a trobar la primera espècie amb indicis clars de bipedisme hem de desplaçar-nos temporalment fins a fa entre quatre i tres milions d'anys. En aquell període, l'espècie *Australopithecus afarensis* vivia a la regió d'Hadar (Etiòpia).

Aquesta espècie és de les més ben estudiades, ja que, des del descobriment del primer esquelet parcial l'any 1974, se n'han recuperat més de dos-cents fòssils pertanyents a un nombre mínim de deu individus.

A aquesta espècie pertany l'esquelet parcial anomenat Lucy, trobat l'any 1974. Els seus descobridors, encapçalats per Donald Johanson, li van posar el nom de Lucy en honor a la cançó dels Beatles *Lucy in the sky with diamonds*, que sonava per la ràdio mentre excavaven i l'estudiaven.

L'any 1978, es va fer una troballa excepcional que va ajudar a establir el bipedisme de Lucy. Mary Leakey i el seu equip van trobar les empremtes de Laetoli a Tanzània. Fa 3,6 milions d'anys el volcà Sandiman va entrar en erupció i va escampar cendres pels voltants; poc després d'aquesta erupció dos hominins van trepitjar-les i van deixar gravat el seu rastre. Al llarg de poc més de 25 m, s'han conservat les empremtes de dos individus. Els hominins que van deixar aquest rastre caminaven de manera totalment bípeda i s'han relacionat amb l'*Australopithecus afarensis* perquè han aparegut restes fòssils d'aquesta espècie al mateix jaciment. L'anatomia de la pelvis i el genoll de Lucy mostren que caminava dreta, encara que continuava mantenint algunes adaptacions de grimpador als braços. Aquest rastre constitueix l'indici de locomoció bípeda més antic que es coneix.

En el moment del seu descobriment, la dècada dels setanta del segle XX, els indicis de locomoció bípeda li garantien un lloc d'honor en l'arbre genealògic humà, ja que la majoria dels científics pensaven (i encara ho fan) que l'*Australopithecus afarensis* és un bon candidat per a ser l'avantpassat directe dels humans.

A mitjan segle XX, entre la comunitat científica es tenia la convicció que els orígens evolutius dels humans van ser bastant lineals i simples, i que no va ser fins a temps més recents quan van coexistir diferents línies evolutives. Per tant, Lucy era el resultat d'una evolució directa entre uns avantpassats amb un tipus de locomoció similar a la dels ximpanzés i els goril·les (amb el cos semiflexionat i recolzant els artells dels dits de les mans a terra) i la nostra locomoció en posició vertical en què els braços no intervenen.

Segons els darrers estudis, aquest tipus de locomoció es va desenvolupar en paral·lel en els dos gèneres (*Gorilla* i *Pan*) constituint un exemple d'homoplàsia<sup>1</sup>. Es creu que aquest tipus de locomoció s'ha desenvolupat en animals que utilitzen els dits de les mans per a altres tasques a més de la locomoció. De fet, tant ximpanzés com goril·les en són un exemple clar, ja que amb els dits de les mans manipulen aliments i altres objectes.

La qüestió del bipedisme relacionat amb els primers hominins es va anar complicant a mesura que es feien més descobriments. El descobriment de l'*Ardipithecus ramidus* i de les restes fòssils d'un peu a Burtele datats en 3,4 mi-

#### Nota

Per a explicar la diferent profunditat de les petjades hi ha investigadors que parlen de tres individus, un dels quals aniria trepitjant el rastre del que anava davant. També s'ha proposat que un dels individus portaria una cria als braços.

#### Nota

El tipus de locomoció que comparteixen goril·les (*Gorilla gorilla*) i ximpanzés (*Pan troglodytes*) es coneix també amb el terme anglès de *knu-ckle-walking*.

<sup>(1)</sup>Canvi evolutiu en paral·lel que fa que dos organismes tinguin un mateix tret però adquirit de manera independent.

lions d'anys van posar de manifest que no tot era tan fàcil com s'havia pensat. L'arbre evolutiu va passar a tenir moltes més branques del que s'havia pensat i, en molts casos, les connexions entre les branques no estaven gaire clares.

La locomoció bípeda s'havia erigit com a tret essencial per a definir els nostres avantpassats, però els nous descobriments indicaven que aquest tipus de locomoció havia sorgit altres vegades durant l'evolució i que no sempre estava relacionat amb el nostre llinatge. És a dir, es va arribar a un punt en què era necessari establir quins havien de ser els trets bàsics que permetessin una assignació fiable d'un fòssil als homínins.

Un dels exemples que més s'han emprat per a il·lustrar el problema de l'homoplàsia en l'aparició del bipedisme és el de l'antropoide *Oreopithecus bambolii*. L'*Oreopithecus* és un simi del miocè, datat en vuit milions d'anys, trobat a Itàlia (Toscana i Sardenya). Es caracteritzava per tenir les dents canines petites en comparació amb altres simis del miocè, i una cara poc projectada. Diversos trets anatòmics com el forat magne en posició avançada i els coxals curts indiquen que podria desplaçar-se dret, encara que es pensa que aquesta posició l'adoptaria als arbres, com fan els gibons, i no a terra. Per aquest motiu se l'ha relacionat directament amb els simis i no amb un homíní arcaic.

La qüestió sobre la importància del bipedisme en l'evolució humana només és conseqüència lògica del material fòssil cada cop més nombrós que s'està recuperant. Almenys així ho declara la investigadora Carol W. Ward (Facultat de Medicina de la Universitat de Missouri), per a qui tenir més fòssils ens fa adonar de les nombroses ramificacions de l'arbre evolutiu humà. No obstant això, és interessant tenir en compte que aquest procés de canvi no és estrany al llinatge dels ximpanzés, en què també s'han produït canvis considerables en aquest període encaminats cap a una gran especialització en el desplaçament pels arbres.

Centrant-nos de nou en els nostres avantpassats, alguns paleoantropòlegs pensaven que un homíní de l'antiguitat d'Ardi tindria molts trets similars als dels ximpanzés i altres simis actuals de l'Àfrica: dents canines de grans dimensions relacionades amb un sistema social basat en l'agressivitat dels mascles per aconseguir les femelles, braços i dits molt llargs per a poder enfilarse pels arbres i adaptacions al canell per a poder desplaçar-se amb els artells.

Però l'estudi de l'ardipitec que va dur a terme Tim D. White (Universitat de Califòrnia a Berkeley) va posar de manifest que Ardi va ser un homíní amb característiques tant d'homínids posteriors com de simis més antics, però amb escassos trets de ximpanzé. Igual que els humans, Ardi té unes dents canines de dimensions reduïdes, cosa que indicaria un canvi en el sistema social dominat pels mascles cap a un sistema més cooperatiu amb parelles monògames estables i duradores. A diferència dels grans simis africans actuals, la capacitat de moviment d'extensió del canell d'Ardi fa pensar que, quan caminava de quatre potes, ho feia recolzant els palmells de les mans i no els artells. És



a dir, el bipedisme en aquesta espècie no hauria evolucionat a partir del *knuckle-walking* com alguns pensaven. Ardi tenia dits llargs i corbats que l'ajudarien a enfilarse pels arbres, encara que els canells i les mans no estarien adaptats per a penjar-se de les branques de manera similar a com ho fan els ximpanzés.

Les extremitats inferiors d'Ardi també mostren la mateixa combinació de trets humans i de simi primitiu. El peu era relativament pla i el dit gros divergent, és a dir, separat de la resta de dits del peu com en els simis. Aquesta disposició li permetia desplaçar-se fàcilment pels arbres. La rigidesa del peu i l'escassa capacitat dels altres dits per a doblegar-se cap enrere li facilitarien al mateix temps la locomoció bípeda.

William Jungers (Universitat Stony Brook de Nova York) ha estudiat altres característiques anatòmiques d'Ardi com el coxal<sup>2</sup> i el sacre<sup>3</sup>. Entre el coxal i el sacre d'Ardi hi ha poca distància, cosa que caracteritza els humans actuals i altres homínids amb locomoció bípeda. A més, el forat magne està situat de manera avançada, indicatiu clar de la postura bípeda que tindria aquest primat quan es desplaçés per terra. Encara que hi ha altres investigadors que pensen que potser només es posaria dret de manera ocasional.

(<sup>2</sup>)Pelvis

(<sup>3</sup>)En els humans, l'os amb morfologia triangular format per la fusió de les cinc vèrtebres del sacre situat a la base de la columna vertebral i a la part posterior de la cavitat pelviana entre tots dos coxals.

Tant si era bípede de manera habitual com ocasional, la barreja de trets que s'ha descrit en aquesta espècie ha fet reconsiderar la definició d'*hominí*. Tradicionalment, el terme portava implícit el bipedisme com a única forma de locomoció. Però l'*Ardipithecus* no havia perdut la capacitat d'enfilarse als arbres. Fins i tot l'espècie de Lucy, *Australopithecus afarensis*, amb un bipedisme clar, tenia braços relativament llargs, la qual cosa suggereix que també s'enfilava als arbres. Aquest punt es va veure confirmat amb la troballa d'un esquelet parcial d'un individu infantil d'aquesta espècie a la regió de Dikika, propera a Hadar (Etiòpia). El fòssil, considerat de sexe femení, s'ha datat en 3,3 milions d'anys i, a més del crani i la mandíbula, conserva bona part de l'esquelet postcranial (costelles, vèrtebres, braços, genolls i cames). Els braços d'aquesta nena són similars als dels simis i tindria moltes facilitats per a penjar-se pels arbres. La nena, que es va batejar amb el nom de Selam, va morir quan tenia tres anys. El fòssil ha conservat la primera dentició (dents de llet) i també a l'interior dels alvèols les dents permanents en formació, d'aquesta manera s'ha pogut saber l'edat exacta a què va morir, encara que no ha estat possible determinar la causa de la mort. L'anàlisi de les falanges dels peus ha determinat que hauria perdut la capacitat de penjar-se al pelatge de la mare tal com fan els simis. Aquesta manera d'agafar-se de les cries de simi dóna certs avantatges a les mares, ja que tenen els braços lliures per a la braquiació o per a desplaçar-se per les branques. Si Selam no podia penjar-se de manera autònoma del cos de la seva mare, aquesta s'havia de preocupar d'agafar-la amb un dels braços, amb la qual cosa els seus moviments quedaven limitats. Per als paleoantropòlegs aquesta evidència indica que la resta del grup hauria d'exercir un cert paper protector de les mares i les seves cries que cada cop naixien essent més dependents de les mares, a diferència del que passa amb les cries d'altres simis.

Segons Tim D. White i els seus col·laboradors, el bipedisme i una certa capacitat d'enfilar-se pels arbres de l'*Australopithecus afarensis* el vincula amb l'espècie *Ardipithecus ramidus*. Per tant, totes dues espècies serien ascendents directes de l'*Homo sapiens*. Però aquesta hipòtesi no és compartida per tota la comunitat científica, ja que hi ha qui pensa que la gran antiguitat d'Ardi i alguns detalls de la seva anatomia són indicis suficients per a establir la possibilitat d'un llinatge independent no relacionat amb el nostre. Almenys així ho pensa David Begun (Universitat de Toronto, Canadà) per a qui hi ha una altra espècie que podria ser candidata a avantpassada directa de l'*Australopithecus afarensis*, l'espècie anomenada *Australopithecus anamensis*. Aquest altre australopitècid presentava un bipedisme més evolucionat que Ardi i és més proper cronològicament a l'espècie de Lucy. L'*Australopithecus anamensis* es va trobar als jaciments de Kanapoi i Allia Bay, al llac Turkana (Kènia). La seva antiguitat és de 4,1 milions d'anys, fet que el situa, almenys cronològicament, entre totes dues espècies. Per això, no es pot descartar totalment la possibilitat d'una evolució relativament ràpida de l'*Ardipithecus ramidus* a *Australopithecus anamensis*, però nombrosos científics, entre ells David Begun, opinen que és més probable que aquestes espècies pertanyin a dues línies evolutives diferents.

La barreja de trets anatòmics que presenta Ardi és el que fa que molts investigadors opinin que va representar una línia lateral en el nostre arbre evolutiu. L'*Ardipithecus ramidus* tenia uns ossos del canell preparats per a suportar el pes del cos amb els palmells de la mà, no amb els artells. Les falanges dels dits dels peus tenien capacitat per a doblegar-se cap enrere i les dents canines eren de dimensions massa reduïdes tenint-ne en compte l'antiguitat. Situar Ardi com el darrer avantpassat comú entre humans i ximpanzés implicava un canvi en el que s'havia establert fins aleshores. És a dir, Ardi no s'assemblava gaire a un ximpanzé actual (per la forma de locomoció amb els palmells i per les canines reduïdes), el model que s'ha utilitzat sempre per a representar la baula perduda. D'altra banda, si l'*Ardipithecus ramidus* no hagués estat una línia diferent que es va acabar extingint, el bipedisme no hauria estat un tret específic i exclusiu del nostre llinatge.

En aquest punt, hem de fixar-nos en un conjunt de fòssils que provenen del jaciment de Burtele, a la regió d'Afar (Etiòpia). L'any 2012 es va publicar la troballa de vuit ossos del peu d'una antiguitat de 3,4 milions d'anys. La morfologia d'aquests ossos no encaixava amb els de cap espècie ja coneguda, però el seu escàs nombre no va permetre establir una nova espècie. El que quedava clar amb aquestes restes és que l'evolució dels primers hominins va ser molt més complexa del que s'havia pensat fins aleshores. L'estudi dels ossos de Burtele va concloure que ens trobàvem davant d'un hominí principalment arborícola, encara que va ser contemporani d'una espècie bípeda com l'*Australopithecus afarensis*. Malgrat que hi ha molt poques restes, William Jungers afirma que l'aparença del dit gros és el que permet incloure-les dins de la família dels hominins.

El peu de Burtele s'assembla més al peu de l'*Ardipithecus ramidus*, gairebé un milió d'anys més antic, que al de la seva espècie coetània *Australopithecus afarensis*. Tant Ardi com Burtele tenen un dit gros prènsil i separat dels altres dits del peu, la qual cosa és un signe clar de locomoció arborícola. Els dos recolzarien la part lateral del peu en caminar drets sense fer servir el dit gros per a impulsar-se, tal com és característic en la nostra locomoció. Amb aquesta morfologia sembla difícil que haguessin pogut desenvolupar un bipedisme eficient. Si l'antiguitat de tots dos individus fos similar no hi hauria cap problema, però els separen un milió d'anys. Per aquest motiu, la hipòtesi que sembla més raonable per a situar aquestes restes en l'arbre evolutiu és que l'hominí de Burtele fos un descendent de l'espècie *Ardipithecus ramidus*, que va pertànyer a una línia evolutiva lateral que va conviure durant molt de temps amb el nostre llinatge. De fet, va coexistir amb l'*Australopithecus afarensis* no tan sols en el temps, sinó també geogràficament, ja que el jaciment de Burtele està només a 48 km del lloc on es va trobar la Lucy.

La coexistència de diverses espècies d'una mateixa família no és una característica estranya, ja que, per exemple, al miocè<sup>4</sup> van viure a l'Àfrica, l'Àsia i el sud d'Europa centenars d'espècies de grans simis. Per això, sembla absurd pensar que al pliocè<sup>5</sup> i, després, al plistocè<sup>6</sup>, aquesta diversitat hagués desaparegut de sobte.

La intensificació de les investigacions a l'Àfrica i l'augment de les descobertes de fòssils en els darrers vint anys està transformant les teories establertes fins ara. La varietat d'espècies, representades per un registre fòssil moltes vegades fragmentari, fa molt més difícil tant la identificació dels nostres ancestres directes com la del darrer avantpassat comú d'humans i ximpanzés.

Però la varietat d'espècies no és l'únic factor que complica la troballa de la baula perduda tal com es desprèn d'una investigació realitzada pels paleoantropòlegs Bernard Wood (Universitat George Washington) i Terry Harrison (Universitat de Nova York) i publicada en la revista *Nature* l'any 2011. Per a aquests dos investigadors les relacions entre els simis actuals i els humans moderns estan totalment establertes i, a més, de manera molt efectiva. El problema és situar en l'arbre evolutiu els simis extingits, ja que moltes vegades comparteixen amb nosaltres característiques anatòmiques, tot i que això no vol dir que estiguessin en la nostra línia evolutiva. Científicament, aquesta coincidència de característiques similars en espècies diferents s'anomena *homoplàsia*. És a dir, la presència d'un tret comú, com el bipedisme, en espècies separades per milions d'anys no ens permet assegurar que una d'elles provingui directament de l'altra. Els autors posen com a exemple el cas de l'*Oreopithecus bambolii* (simi extingit fa vuit milions d'anys, del qual ja hem parlat), per indicar que presentava trets morfològics que li permetrien la postura dreta, encara que només

<sup>(4)</sup>Època geològica entre 5 i 23 milions d'anys.

<sup>(5)</sup>Època geològica entre 5,3 i 2,58 milions d'anys.

<sup>(6)</sup>Època geològica entre 2,58 milions d'anys i 10.000 anys.

als arbres i de manera ocasional. La presència d'altres característiques morfològiques que l'allunyen dels hominins va ser fonamental per a no incloure'l en la línia evolutiva dels humans.

Un altre exemple d'homoplàsia estaria representat pel peu de Burtele, d'un hominí amb locomoció bípeda. Però, no va ser l'únic, ja que l'hominí de Sud-àfrica, l'*Australopithecus sediba*, amb 1,977 milions d'anys d'antiguitat també presentava trets anatòmics singulars al taló, el turmell, la part mitjana del peu i el genoll.

Amb tots els indicis que tenim fins ara, hem de tenir clar que els hominins van tenir diferents estratègies per a desplaçar-se. Alguns combinaren una locomoció bípeda amb una altra d'arborícola o terrestre recolzant els palmells de la mà. Les adaptacions anatòmiques van ser diverses i només una va ser la que va conduir cap a espècies posteriors amb un bipedisme clar i establert. Encara no tenim resposta per a explicar a partir de quina espècie va succeir aquest fet evolutiu. Serà necessari trobar més fòssils, tant d'espècies ja conegudes com d'altres de noves, per a poder establir hipòtesis.

Hi ha investigadors que pensen que per a trobar el darrer avantpassat comú s'haurà de comptar amb la genètica; és a dir, caldrà fer estudis d'ADN. Els estudis genètics han establert que el darrer avantpassat comú de ximpanzés i humans s'ha de datar en entre 6 i 10 milions d'anys. Aquesta forquilla temporal encara és molt àmplia, ja que l'estudi dels fòssils ha determinat que s'ha de trobar entre 6 i 7 milions d'anys. Les tècniques d'extracció i seqüenciació d'ADN avancen a bon ritme; els darrers estudis han començat a precisar els ritmes de mutació que condueixen a canvis morfològics i, per tant, a l'aparició de noves espècies. Això ajudarà a establir una cronologia molt més exacta i acotará la cerca de fòssils del nostre avantpassat en dipòsits geològics d'una determinada cronologia. Però, mentre s'evoluciona en aquesta línia, la cerca de fòssils no s'atura.

El investigadors estan d'acord en el fet que fòssils com els de Burtele ens fan reflexionar sobre la complexitat del procés evolutiu i ens proven la presència de diverses espècies coetànies. Encara s'han de plantejar moltes hipòtesis per a establir els processos exactes que van convergir en el nostre estatus d'únic hominí supervivent. Però, per a la comunitat científica, això representa un repte i un estímulo per a continuar treballant, no pas un inconvenient.

En aquest article s'ha fet referència a diverses de les espècies d'australopitècids que es coneixen, però no a totes. Per tal que aquest recull d'informació sigui el més complet possible i estigui vinculat amb la resta de l'assignatura, farem un breu repàs d'altres espècies que van viure al continent africà entre els 4 i els 2 milions d'anys.

#### Vegeu també

D'aquest interessant australopitèc en parlarem tot seguit, ja que la segona lectura complementària està centrada en la seva troballa.

La coexistència d'espècies entorn als 3,5 milions d'anys no solament implica les que van viure a l'est de l'Àfrica, com l'*Australopithecus afarensis* i l'hominí de Burtele, sinó també a altres llocs del continent. Al centre de l'Àfrica també hi va viure una espècie d'australopitècid en el mateix període. L'any 1995 es va trobar una mandíbula amb algunes dents al jaciment de Koro Toro (Txad). La seva anàlisi va conduir a l'establiment d'una nova espècie, l'*Australopithecus bahrelghazali*. La importància d'aquest fòssil radica en el lloc concret on es va trobar, el centre de l'Àfrica, un lloc on es pensava que no hi havia evolucionat cap australopitècid, tal com postulava la teoria d'East Side Story, establerta per Yves Coppens. Segons aquesta teoria, fa vuit milions d'anys, la formació de la vall del Rift (fractura geològica al continent africà de gairebé 5.000 km de longitud i que discorre de nord a sud per diversos països) va produir la separació dels llinatges que conduirien als ximpanzés i als humans moderns. Al costat est de la vall del Rift van evolucionar els australopitècids, dels quals deriva la nostra espècie, mentre que al costat oest ho van fer els ximpanzés. Però, la troballa de l'*Australopithecus bahrelghazali* trastoca de ple aquesta idea en situar australopitècids a les dues bandes.

Encara que la gran majoria d'espècies d'australopitècids s'han localitzat a l'est de l'Àfrica, el primer representant d'aquest gènere es va localitzar a Sud-àfrica el 1925. Raymond Dart en va ser el descobridor i qui va definir el nou gènere d'*Australopithecus africanus*. El primer fòssil descobert d'aquest hominí es el nen de Taung, un crani infantil que conserva la cara, la mandíbula i un motlle de l'endocrani (part interna de la cavitat craniana). L'anàlisi de la dentició fa pensar que el ritme de desenvolupament físic era similar al dels ximpanzés actuals i, per això, es va establir que havia mort a tres anys. Des de la seva descoberta fins a l'actualitat, s'han localitzat altres restes d'aquest hominí als jaciments de Sterkfontein, Makapansgat, Swartkrans i Kromdrai amb datacions entre els 3,3 i els 2,5 milions d'anys. El crani més complet d'*Australopithecus africanus* es va trobar al jaciment de Sterkfontein i és conegut com a Mrs. Ples, ja que es pensa que correspon a un individu femení que tenia una capacitat craniana de 500 cc.

Un dels australopitècids més moderns és l'*Australopithecus garhi* localitzat a la regió de Bouri, a la vall del Middle Awash d'Etiòpia el 1996. El seu nom significa 'sorpresa'. Aquest hominí es coneix tant per restes cranials com postcranials datades en 2,5 milions d'anys. Per primera vegada, s'ha identificat una proporció entre el braç i la cama més semblant a la nostra que a la d'altres simis. El fèmur era més llarg que el d'altres australopitècids, això permet establir que aquesta espècie tindria un bipedisme més especialitzat.

Fa uns 2,5 milions d'anys, van aparèixer els primers representants d'*Homo habilis* a l'est de l'Àfrica. Aquests primers *Homo habilis* van conviure amb un altre gènere, els *Paranthropus*, que van evolucionar, molt probablement, a partir de l'*Australopithecus africanus*. La característica principal d'aquest gènere, que representa una línia evolutiva paral·lela a la nostra, és el desenvolupament d'un gran aparell mastegador que en va transformar l'anatomia facial i cranial-

(7) Músculs encarregats de moure les mandíbules durant el mastegament dels aliments.

na. Les dents posteriors (premolars i molars) d'aquests hominins són de grans dimensions, la qual cosa va fer necessari unes mandíbules i maxil·lars més grans per a poder encabir-les i també un potent sistema muscular per a utilitzar-les amb precisió. El resultat va ser el desenvolupament excessiu dels músculs masseters<sup>7</sup>, que se subjectaven als ossos mitjançant unes insercions musculars molt grans. En diverses espècies de parantrops, aquestes insercions van produir una cresta sagital, estructura mastegadora molt potent directament relacionada amb els aliments que en componien la dieta.

En parlar de l'origen del nostre gènere ens tornarem a referir a l'important canvi climàtic que es va produir a l'Àfrica fa prop de 2,5 milions d'anys. Aquest canvi va comportar que la sabana es generalitzés al continent, amb la qual cosa el tipus de plantes i els aliments a l'abast dels hominins van canviar. Els representants del gènere *Homo* s'haurien adaptat al canvi incrementant el consum de carn, mentre que els parantrops ho van fer alimentant-se de llavors i de grans, molt abundants per la generalització de les gramínies amb el nou clima. Mastegar i moldre aquests aliments de gran duresa necessitava un aparell mastegador molt ben adaptat.

Es coneixen tres espècies de parantrops: *Paranthropus aethiopicus*, *Paranthropus boisei* i *Paranthropus robustus*. El primer que es va trobar va ser el *Paranthropus robustus* (Sud-àfrica, 1938). La cresta sagital i la grandària de les dents van fer pensar al seu descobridor, Robert Broom, que pertanyien a un hominí diferent de l'*Australopithecus africanus*, que ja es coneixia des de feia uns quants anys. La capacitat cerebral d'aquest parantrop, i de tots en general, es troba entre 450 cc i 530 cc. L'any 1959 es van trobar fòssils d'un altra espècie de parantrop a l'est de l'Àfrica, el *Paranthropus boisei*, datat en 1,8 milions d'anys. A partir d'aquest moment van aparèixer més restes a diversos jaciments com Olduvai (Tanzània), Konso i Omo (Etiòpia), i Turkana (Kènia). El *Paranthropus aethiopicus* va ser l'espècie que es va descobrir més tard, el 1967, a Omo (Etiòpia) amb una datació de 2,6 milions d'anys.

### Més informació

Alemseged, Z. i altres (2006). "A juvenile early hominin skeleton from Dikika, Ethiopia". *Nature* (núm. 443, pàg. 296-301).

Lozano, M.; Rodríguez, X. P. (2010). *D'on venim? L'origen de l'Homo sapiens*. Barcelona: Dalmau editors.

Wood, B. A.; Harrison, T. (2011). "The evolutionary context of the first hominins". *Nature* (vol. 470, pàg. 347-352).

## 2. El gènere *Homo*. L'origen

K. Wong (2012). "El origen del género *Homo*". *Investigación y Ciencia* (vol. 429, pàg. 17-25).

L'autora d'aquest article és Kate Wong, editora i escriptora científica de la revista *Scientific American*, especialitzada en paleontologia, arqueologia i ciències de la vida.

L'origen del gènere *Homo*, al qual pertanyem nosaltres, els *Homo sapiens*, s'ha situat cronològicament fa prop de 2,5 milions d'anys i, geogràficament, s'ha establert a l'est de l'Àfrica. El paradigma tradicional indica que l'aparició de l'*Homo habilis* (el primer representant del nostre gènere) estava vinculada a les primeres eines de pedra. Els *Homo habilis* haurien evolucionat a partir d'un australopitècid, essent l'espècie *Australopithecus afarensis* la més probable, encara que hi ha investigadors que atribueixen aquest paper a l'*Australopithecus africanus*. Però, la descoberta de nous fòssils, aquest cop a Sud-àfrica, ha fet si no canviar, almenys, replantejar aquesta hipòtesi com l'única possible. Al llarg de l'article, Kate Wong ens explica com una sola troballa pot canviar el paradigma establert. Aquest article torna a exemplificar una de les característiques més interessants en l'estudi de l'evolució humana: encara ens queda molt per esbrinar i en qualsevol moment pot aparèixer un nou fòssil que faci canviar totes les teories establertes.

L'any 2008 es va produir a Sud-àfrica un d'aquests descobriments que va afegir més complexitat a l'estudi de l'origen del nostre gènere. En un jaciment al nord-oest de Johannesburg es van descobrir uns fòssils, la datació i situació geogràfica dels quals poden contradir la hipòtesi establerta segons la qual l'origen del gènere *Homo* es va produir a l'Àfrica oriental. Aquests fòssils es van adscriure a una nova espècie d'homínid que incorpora característiques d'australopitècids i d'*Homo*, amb la qual cosa els seus descobridors el postulen com un avantpassat directe del nostre gènere.

El que sembla clar és que fa entre 2 i 3 milions d'anys que al continent africà els nostres avantpassats van adquirir característiques anatòmiques que els conferien una aparença humana. Ja sabem que els australopitècids eren bípedes que caminaven de manera molt semblant a la nostra, encara que tenien les cames més curtes que nosaltres, els braços més llargs, les mans encara estaven adaptades a la braquiació i les seves dimensions cerebrals eren més similars a les d'altres simis, ja que no superaven els 500 cc. La transformació i evolució cap a un nou gènere, l'*Homo*, està vinculat al canvi climàtic que en aquella època s'estava produint al continent africà. Un clima més sec va afavorir l'expansió

de la sabana en detriment del bosc, i els australopitècids van donar lloc a noves línies evolutives. D'una banda, van aparèixer els parantrops, dels quals ja hem parlat en el capítol anterior. D'altra banda, els primers representants del gènere *Homo*, exemplificats en l'*Homo habilis*, una espècie amb cames més llargues, cervell més voluminós i mans amb una capacitat de prensió més fina que les feia més eficients per a la fabricació i manipulació d'eines.

El registre fòssil pertanyent a *Homo* més antic de 2 milions anys és encara força reduït i fragmentari, ja que no hi ha restes que permetin tenir una visió completa de la seva anatomia. Els fòssils d'aquesta antiguitat han aparegut a l'est de l'Àfrica i, per aquest motiu, es pensa que el seu origen va ser aquella àrea geogràfica. La transformació de la vegetació que va comportar el canvi climàtic, va conduir a la generalització d'un nou aliment en la dieta dels primers *Homo*. Els fruits secs i les fruites, que havien estat la base de la dieta dels hominins, eren ara més escadussers a la sabana i van ser substituïts per la carn, un aliment ric en nutrients que va generar transformacions anatòmiques importants en aquests hominins. La carn és un aliment que es digereix de manera més ràpida i amb menys despesa energètica que els vegetals.

Els primers *Homo*, en augmentar la ingesta de carn, necessitaven un aparell digestiu menys desenvolupat, i l'energia que ja no s'utilitzava per a fer la digestió va contribuir a l'expansió d'un altre òrgan corporal que també necessita molta energia per al seu funcionament: el cervell. Per aquest motiu, es considera que l'augment de la ingesta de carn dels primers *Homo* va ser cabdal per al desenvolupament de cervells cada cop més grans.

L'agost de l'any 2008, l'investigador Lee Berger (Universitat de Witwatersrand, Johannesburg), juntament amb el seu fill petit, va fer una descoberta que podria situar l'origen del gènere *Homo* a Sud-àfrica. Al jaciment de Malapa es va trobar un conjunt fòssil format per pelvis, ossos de les cames, costelles, vèrtebres, ossos del braç, una clavícula i un crani. Posteriorment, a més, es va localitzar a la mateixa àrea un altre esquelet parcial amb una mà gairebé completa. A tot aquest conjunt de fòssils, s'hi ha assignat una antiguitat de prop de 2 milions d'anys.

Un cop estudiades i publicades les restes fòssils l'any 2010, Berger i el seu equip van atribuir-les a una nova espècie, l'*Australopithecus sediba*. Entre les característiques anatòmiques d'aquest nou australopitècid destaca la combinació de trets primitius típics d'australopitècids amb d'altres de més evolucionats, propis del nostre gènere. Davant aquesta combinació de trets, els investigadors van plantejar que la situació en l'arbre filogenètic d'aquesta espècie estaria directament relacionada amb el gènere *Homo*. Amb aquesta hipòtesi es replanteja tot el paradigma sobre on, quan i de quina manera va sorgir el nostre gènere. És a dir, se'n trasllada l'origen geogràfic a Sud-àfrica i cronològicament

**Nota**

Els animals herbívors tenen un aparell digestiu molt desenvolupat, ja que la cel·lulosa és de digestió molt lenta. En canvi, l'aparell digestiu dels carnívors és més simple.



s'estableix un límit en els 2 milions d'anys (els fòssils més antics considerats d'*Homo* tenen 2,3 milions d'anys i s'han trobat a Hadar, a Etiòpia). A més, es canvia l'espècie de la qual va sorgir el gènere *Homo*.

Un dels esculls principals amb què topa la hipòtesi de Lee Berger és la datació dels fòssils. Lee Berger va utilitzar nous mètodes de datació basats en el mesurament de la proporció d'urani i de plom presents en el sediment que envolta els fòssils. Es coneix de manera precisa el temps que l'urani necessita per a transformar-se en plom, per tant, obtenint la quantitat de cadascun d'aquests dos elements es pot saber l'antiguitat del sediment. Per a obtenir una datació més acurada, es va combinar aquest mètode amb l'anàlisi dels estrats sedimentaris i el paleomagnetisme<sup>8</sup>. L'associació fòssil de Malapa es va formar en el moment just en què es produïa una inversió de la polaritat del planeta. L'equip de Lee Berger va concloure que els fòssils de Malapa tenien una antiguitat de 1.977 milions d'anys.

<sup>(8)</sup>Estudi del camp magnètic del planeta que queda fixat a les roques.

### La datació dels fòssils

El problema de la datació és general en tots els fòssils de Sud-àfrica. En aquella zona els fòssils apareixen en coves, a diferència dels fòssils de l'est de l'Àfrica (Tanzània, Kènia, Etiòpia etc.), que es troben en sediments formats per cendra volcànica. L'anàlisi de la composició química de les cendres volcàniques permet obtenir una edat molt precisa d'aquest sediment. Els fòssils que es troben entre dues capes de cendra tindran una antiguitat intermèdia entre la dels dos estrats volcànics. Però, les coves sud-africanes no tenen cendres volcàniques entre el seus sediments, amb la qual cosa s'han d'utilitzar altres mètodes de datació que, fins fa relativament poc, no eren tan precisos.

La cerca de fòssils al jaciment de Malapa continua actualment (fins a l'any 2012 s'hi havien recuperat més de 220 fòssils de la nova espècie). Les troballes inclouen diferents parts anatòmiques com restes cranials, vèrtebres, pelvis, ossos dels braços, mans, cames i peus. Totes aquestes restes han permès fer un estudi en profunditat per a identificar quines adaptacions d'*Homo* ja estaven presents en l'*Australopithecus sediba*, i a partir d'aquesta informació inferir l'ordre d'aparició d'aquests trets al nostre gènere, ja que les adquisicions dels trets anatòmics típics del gènere *Homo* no van aparèixer totes en bloc al mateix temps. Per als paleoantropòlegs és clau identificar l'ordre en què van aparèixer per a poder situar les diferents espècies en el lloc corresponent de l'arbre evolutiu. Tradicionalment, s'ha pensat que la pelvis humana, més ampla que la dels simis, va evolucionar com a conseqüència del naixement de cries amb una dimensió craniana més gran promoguda pel creixement del cervell. L'estudi de la pelvis d'*Australopithecus sediba* ha posat de manifest una morfologia similar a la humana, però, en canvi, no va acompanyada d'una dimensió cerebral més gran, ja que aquests australopitècids tenien una capacitat craniana de tan sols 420 cc. La combinació d'un cervell petit i una pelvis ampla significa que, al menys en el llinatge de l'*Australopithecus sediba*, la transformació de la pelvis no hauria estat imposada per un cervell més gran. En aquest cas, primer hauria evolucionat la morfologia de la pelvis.

Però, malgrat que el cervell d'aquesta nova espècie no tingués unes dimensions més grans, l'estudi de la cavitat craniana d'un individu jove de sexe masculí ha permès identificar indicis d'un lòbul frontal més gran (en els humans moderns, en aquesta part del cervell es troben les funcions relacionades amb el control de la conducta, la memòria de treball i la flexibilitat mental, entre d'altres). Aquest augment és indicatiu d'una reorganització de la matèria cerebral en comparació a la d'espècies anteriors. D'altra banda, l'anàlisi dels ossos del braç i de les mans pertanyents a un individu adult de sexe femení ha posat de manifest que tenen una combinació de trets primitius heretats d'un avantpassat arborícola, com és un braç llarg, amb altres trets més evolucionats com són dits curts i rectes idonis per a la fabricació i manipulació d'eines, tot i que les insercions musculars dels dits de les mans fan pensar en una capacitat de pressió no tan acurada com la dels humans, sinó més similar a la dels simis.

Als investigadors els sorprèn l'estranya combinació de trets primitius i evolucionats que s'han descrit per a l'*Australopithecus sediba*. No tan sols als ossos dels braços i les mans tal com ja hem vist, sinó també al peu, on el calcani<sup>9</sup> és similar al dels simis, mentre que l'astràgal<sup>10</sup> és semblant al de l'*Homo*. Segons Lee Berger la barreja de característiques primitives i evolucionades presents en aquest australopitècid s'ha de considerar com una advertència per als paleoantropòlegs a l'hora de definir espècies amb ossos aïllats, ja que si aquestes restes s'haguessin trobat de manera aïllada, s'haurien classificat com a pertanyents a espècies diferents.

<sup>(9)</sup>L'os que forma el taló del peu.

<sup>(10)</sup>L'os que forma la part inferior del turmell.

L'antiguitat dels fòssils de Malapa planteja nous interrogants respecte del moment en què va aparèixer el nostre gènere. El fòssil més antic adscrit al gènere *Homo* és un maxil·lar que es va trobar a Hadar (Etiòpia) i té una datació de 2,3 milions d'anys. Però amb excepció d'aquest maxil·lar, els fòssils d'*Australopithecus sediba* són més antics que cap altra resta d'*Homo* (les altres restes més antigues d'*Homo habilis* estan datades en 1,8 milions d'anys) i un milió d'anys més moderns que les restes d'*Australopithecus afarensis*. Tenint-ne en compte l'antiguitat, els seus descobridors creuen que l'australopitècid sud-africà és un bon candidat per a ser el darrer avantpassat del gènere *Homo*. La seva hipòtesi ha anat molt més enllà: considerar que l'*Australopithecus sediba* podria ser l'ancestre, fins i tot, de l'*Homo erectus*. És a dir, han presentat una alternativa a la teoria tradicional que considera que l'*Australopithecus afarensis* va donar lloc a l'*Homo habilis* i que l'*Homo erectus* hauria evolucionat a partir d'aquest. Lee Berger proposa que l'*Australopithecus africanus* va ser un avantpassat de l'*Australopithecus sediba* i que aquest va evolucionar cap a l'*Homo erectus*. Per a Berger, l'*Homo habilis* hauria estat una branca lateral en el nostre llinatge. La mateixa branca on hi hauria l'*Australopithecus afarensis*, l'espècie considerada com a avantpassada de tots els homínids posteriors als tres milions d'anys, tant australopitècids com del gènere *Homo*.

A més, en aquesta nova hipòtesi de Berger no hi hauria lloc per a la hipòtesi d'Yves Coppens de l'*east side story*, que focalitza l'origen dels humans a l'Àfrica oriental, ja que en trasllada l'origen a Sud-àfrica. A més, tradicionalment s'ha considerat que les espècies d'australopitècids sud-africans no estarien en el nostre llinatge, ja que haurien evolucionat cap a una espècie de parantrop que es va extingir.

No tots els paleoantropòlegs, però, accepten les hipòtesis de Lee Berger. William Kimbel (Universitat Estatal d'Arizona), director de l'equip de recerca descobridor del maxil·lar d'Hadar amb una cronologia de 2,3 milions d'anys, per exemple, pensa que no cal tenir un esquelet complet per a poder identificar l'espècie d'unes restes. Si es descobreix una part anatòmica amb els trets diagnòstics clau es pot fer assignació d'espècie. Per a Kimbel, el maxil·lar que va descobrir a Hadar presenta unes característiques anatòmiques clares que el vinculen amb l'*Homo*. En particular, la forma parabòlica de l'arcada dental<sup>11</sup>.

A més de Kimbel, hi ha altres investigadors que no accepten les hipòtesis de Berger, com ara Meave Leakey (Institut del Llac Turkana, Kènia), per a qui hi ha una manca de concordança entre les dades cronològiques i les geogràfiques de l'*Australopithecus sediba*. En opinió de Meave Leakey, el més probable és que els hominins sud-africans representin una línia evolutiva independent, ja que no hi ha restes posteriors d'*Homo habilis* a Sud-àfrica que validin un origen del nostre gènere en aquella zona. Lee Berger rebutja aquesta opinió dient que no hi ha fòssils perquè no s'han buscat. Per a ell, només és qüestió de temps que apareguin a Sud-àfrica restes que validin la seva hipòtesi.

La datació dels fòssils d'*Australopithecus sediba* és l'argument principal de la majoria d'investigadors que no accepten les hipòtesis de Lee Berger. René Bobe (Universitat George Washington) també troba objeccions a la qüestió cronològica, ja que, segons ell, si els fòssils de l'australopitècid sud-africà fossin més antics, de prop de 2,5 milions d'anys, seria acceptable parlar d'ell com a avantpassat de l'*Homo*, però la datació de 1,97 milions d'anys i la seva anatomia massa general sense característiques més específiques del nostre gènere no són prou perquè siguin els avantpassats dels fòssils procedents del llac Turkana que tenen una datació d'1,8 milions d'anys i ja mostren moltes adaptacions d'*Homo*.

Lee Berger rebutja les crítiques responent que l'*Australopithecus sediba* ja hauria existit com a espècie abans que els individus de Malapa, encara que la manca de fòssils més antics d'aquesta espècie no li permet demostrar-ho. El debat entorn d'aquests fòssils continua, ja que Bernard Wood està d'acord amb Berger que és imprudent assignar fòssils aïllats a espècies concretes. Per a Bernard Wood, la combinació de trets morfològics de l'*Australopithecus sediba* deixa moltes opcions obertes, tot i que no accepta que sigui un avantpassat directe

(11) La morfologia del maxil·lar i de la mandíbula.

#### Nota

En el nostre gènere, les dents estan disposades en forma de lletra V, mentre que les arcades dentals dels ximpanzés i dels australopitècids tenen forma de lletra U.

de l'*Homo*. Bernard Wood defensa que les característiques dels individus de Malapa són un exemple d'evolució independent i paral·lela al llinatge del gènere *Homo*.

El període de transició entre els australopitècids i el gènere *Homo* és cabdal per a esbrinar el nostre origen com a espècie, però els fòssils datats de prop de 2 milions d'anys són molt fragmentaris i escadussers, amb la qual cosa és molt complicat de determinar amb exactitud quines són les característiques que permeten diferenciar els australopitècids dels primers *Homo*. És a dir, és clau identificar tant els canvis que van fer humà aquell ancestre com l'ordre en què van aparèixer.

Els fòssils de Malapa són prou complets i nombrosos per a obtenir una gran quantitat d'informació. A més dels dos esquelets parcials, un d'un mascle jove i un altre d'una femella adulta, s'han recuperat restes d'un mínim de quatre individus més, entre les quals destaquen les d'un individu infantil. S'han conservat extremitats completes amb les quals s'ha obtingut informació sobre la locomoció d'aquesta espècie. Els ossos de braços i cames de Malapa estan més complets que els de Lucy, l'*Australopithecus afarensis* descobert per Donald Johanson l'any 1974.

### Els fòssils de Malapa

L'esquelet de l'individu femení adult conserva tota l'extremitat superior des de l'escàpula (l'os pla que connecta l'húmer amb la clavícula) fins a la mà. Només li manquen algunes falanges dels dits i els ossos del carp (els ossos que formen el canell).

Per la seva part, el crani de l'individu jove de sexe masculí ha conservat restes del que podria ser estructura de la pell; és a dir, indicis de teixit cutani. Encara continuen les anàlisis d'aquesta troballa, ja que si es confirma que és teixit cutani es podrien tenir dades del color de la pell, i la densitat i les característiques del pèl corporal. Per primera vegada es tindrien indicis directes de les glàndules sudorípares, que ofereixen una informació interessant sobre la regulació de la temperatura corporal. L'augment de la dimensió cerebral hauria fet necessari un mecanisme eficient que regulés la calor ambiental de la sabana. El mecanisme de regulació de la temperatura corporal és una de les funcions bàsiques del cos humà i es regula a l'hipotàlem<sup>12</sup>. A partir d'aquesta informació es podria arribar a obtenir informació sobre l'evolució del cervell. A més, la presència de cèl·lules de la pell podria fer possible la recuperació d'ADN. En aquest punt de l'article s'explica que l'ADN més antic que s'ha recuperat pertany a un neandertal i té una antiguitat de 100.000 anys. Actualment, aquesta data està en revisió, ja que s'ha pogut recuperar i seqüenciar ADN molt més antic. L'any 2013, la revista *Nature* va publicar la seqüenciació i identificació de l'ADN d'un individu d'*Homo heidelbergensis* del jaciment de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos) amb una datació de 400.000 anys. Ara per ara, aquesta troballa és excepcional, però la millora dels mètodes d'extracció i seqüenciació de l'ADN obre noves vies d'anàlisi en fòssils molt més antics.

<sup>(12)</sup>Part nuclear del cervell que regeix altres funcions bàsiques del cos com l'alimentació.

La informació que s'ha obtingut de les restes de Malapa no s'ha centrat exclusivament en l'estudi dels ossos, també s'ha analitzat el càlcul dental trobat a les dents d'aquests individus. El càlcul dental podrà aportar informació directa sobre la dieta, ja que una part del component del càlcul són petites partícules dels aliments ingerits que s'han mineralitzat juntament amb sals, saliva i microorganismes presents a la placa bacteriana. Les restes d'aliments que es conserven al càlcul dental són bàsicament fitòlits d'origen vegetal, cosa que permetria identificar el tipus de plantes ingerides per aquests homínins.

Una altra font per a obtenir informació sobre la dieta dels homínins és l'anàlisi isotòpica de les dents. Aquests estudis es basen en la quantitat i tipus d'isòtops de nitrogen i carboni presents a l'esmalt de les dents. A partir de la proporció d'aquests isòtops, es pot saber si un homíní ha consumit plantes de tipus  $C_3$  (arbres i arbustos que fixen el carboni en la seva forma de tres àtoms mitjançant la fotosíntesi) o plantes de tipus  $C_4$  (herbes i gramínies que fixen el carboni en la seva forma de quatre àtoms). La proporció de carboni es manté al llarg de la cadena tròfica i és per això que en el cas d'espècies carnívores es pot saber si s'alimentaven d'animals que havien consumit un d'aquest tipus de plantes o els dos.

Finalment, una altra font d'informació sobre la dieta dels homínins és l'estudi de les marques de desgast presents a les dents. Els diferents aliments que s'ingereixen, segons la duresa i el temps que es necessiti per a mastegar-los, deixen diferents tipus de marques a les superfícies dentals, bàsicament en forma d'estries o forats visibles al microscopi. Totes aquestes anàlisis que s'estan fent amb *Australopithecus sediba* permetran obtenir una informació molt aproximada sobre diferents aspectes de la seva ecologia.

El que encara no s'ha pogut determinar és la causa de la mort d'aquests individus. Lee Berger i el seu equip plantegen que una sequera els hauria conduït cap a aquella cova subterrània per a cercar-hi aigua i podrien haver-hi caigut. La feina de Berger i el seu equip encara continua perquè només s'han recuperat els fòssils que apareixen en superfície. El jaciment té prop de 500 m<sup>2</sup> i encara queda molta extensió per excavar, per la qual cosa queden molts descobriments per fer en el futur. Potser amb més descobriments de restes fòssils d'aquesta espècie es podrà obtenir informació que ajudi a refutar o a validar les hipòtesis d'aquests investigadors.

Al llarg de tot l'article es fa referència a l'*Homo habilis*, la primera espècie del nostre gènere, i s'hi aporta una informació general sobre aquesta. A continuació farem un breu repàs de les característiques principals dels primers representants del gènere *Homo* que van poblar el continent africà fa entre 2 i 1 milió d'anys.

#### Fitòlits

Els fitòlits són cristalls de sílice que constitueixen la base estructural dels vegetals, que té unes característiques particulars segons el tipus de planta.

#### Exemple

Si un homíní tenia una dieta basada en aliments durs i abrasius, tenia més marques de desgast a les dents que un altre que ingerís aliments més tous i que no requerissin un temps de mastegament molt llarg.

L'*Homo habilis* és el primer representant del nostre gènere i va aparèixer aproximadament fa 2,5 milions d'anys. Tradicionalment s'ha vinculat aquesta espècie amb les eines lítiques més antigues descobertes que tenen una antiguitat similar. És a dir, seria la primera espècie amb un cervell prou evolucionat i complex per a ser capaç de fabricar eines. L'augment de la capacitat cerebral hauria possibilitat que aquests hominins fabriquessin eines de pedra. Aquest va ser el motiu pel qual els van anomenar *habilis*.

Les primeres troballes de fòssils d'aquesta espècie es van fer a Olduvai (Tanzània) el 1964. La datació d'aquestes restes és d'1,8 milions d'anys. L'espècie va ser descrita per Louis Leakey, Phillip Tobias i John Napier. El maxil·lar trobat a Hadar per William Kimbell amb una antiguitat de 2,3 milions d'anys també s'ha assignat a aquesta espècie.

Entre les característiques evolucionades del crani de l'*Homo habilis* destaquen el reduït prognatisme facial, a diferència d'hominins anteriors, la mida més reduïda de les dents i un augment notable de la capacitat cerebral, ja que el cervell d'aquest hominí tenia una capacitat de 680 cc. L'*Homo habilis* era totalment bípede, amb un dit gros del peu que ja no era oposable a la resta de dits amb la qual cosa caminaria de manera més eficaç. Les mans estaven molt adaptades per a la manipulació d'objectes. L'esquelet parcial OH62 trobat a Olduvai ha permès inferir una proporció entre la longitud de les cames i dels peus molt més similar a la dels humans actuals que la d'altres espècies anteriors.

Al jaciment de Koobi Fora (llac Turkana), l'any 1972, es va trobar un crani amb una antiguitat d'1,9 milions d'anys. La datació encaixava en el marc temporal de l'*Homo habilis*, però la morfologia del crani, conegut com a KNM-ER 1470, presentava uns trets peculiars que van conduir els seus descobridors a assignar-lo només al gènere *Homo* sense especificar-ne l'espècie. Uns quants anys més tard, el fòssil es va assignar a una nova espècie, l'*Homo rudolfensis*, però entre els investigadors encara no hi ha un consens sobre a quina espècie pertany aquesta resta. Entre les característiques més destacades es troba la grandària del cervell, que s'ha establert en 775 cc. La morfologia de la cara és més ampla i plana que la de l'*Homo habilis*, amb unes dents posteriors grans i morfològicament més complexes. El fet que només s'hagi trobat un crani sense cap altre part d'esquelet postcranial fa pensar a diversos investigadors que som davant d'un individu d'*Homo habilis* més gran i robust, i no davant d'una espècie diferent. És a dir, les diferències serien degudes a diferents grandàries, com pot passar en el cas d'espècies amb dimorfisme sexual on hi ha una marcada diferència entre les dimensions corporals de mascles i femelles.

**Nota**

El dimorfisme sexual en primats es caracteritza per mascles de dimensions superiors a les femelles.

Les primeres eines de pedra van ser fabricades per l'*Homo habilis*, encara que el 1996 es va plantejar la possibilitat que l'*Australopithecus garhi* també fos capaç de fabricar eines. Aquest australopitècid es va descobrir al jaciment de Bouri (Vall d'Awash, Etiòpia) i té una datació de 2,5 milions d'anys. Les restes d'*Australopithecus garhi* van aparèixer associades a ossos d'antílop amb senyals

de marques de tall produïdes per eines lítiques, encara que les eines per si mateixes no van aparèixer en el mateix jaciment sinó en un altre de proper, Gona, amb la mateixa datació. Per als investigadors, l'escull principal per a admetre que l'*Australopithecus garhi* fes eines lítiques és que no s'han trobat directament associades a les seves restes. A més, s'ha considerat que per a poder fabricar eines es necessita un volum cranial més gran que el d'aquest australopitècid. És a dir, un cervell de menys de 500 cc no podria tenir les capacitats cognitives necessàries per a crear eines.

La tècnica amb què es van confeccionar les eines de pedra més primitives era molt simple: colpejar còdols de diferents primeres matèries com basalt, sílex, quars i quarsita, que es podien trobar fàcilment en aquell territori. La intenció dels hominins era obtenir ascles (estelles de pedra) amb una vora que tallés sense tenir en compte la morfologia. Es creu que les podien fabricar en el mateix moment en què sorgia la necessitat d'utilitzar-les i les abandonaven un cop les havien fet servir. Aquestes eines són conegudes com a *eines olduvaianes* o *de mode 1*.

La simplicitat d'aquestes eines, però, no pot fer-nos oblidar que la fabricació d'una eina implica un cervell organitzat amb capacitat per a resoldre problemes, i denota una intel·ligència encara no expressada per cap hominí anterior. L'augment de la capacitat cerebral és un contínuum evolutiu a partir d'aquell moment i es posa de manifest en l'hominí que va evolucionar a partir de l'*Homo habilis*, l'*Homo ergaster*. Les restes més antigues tenen una datació d'1,8 milions d'anys i s'han localitzat a diversos jaciments com Swartkrans (Sud-àfrica), Illeret (Kènia) i el llac Turkana (Kènia). El fòssil més conegut d'aquesta espècie és, sens dubte, l'esquelet molt ben conservat d'un individu adolescent anomenat KNM-WT 15000. Es va descobrir el 1984 al jaciment de Nariokotome (Kènia) i té una antiguitat d'1,5 milions d'anys. El seu estudi ha permès establir que, en el moment de la mort, l'adolescent tindria una alçada d'1,60 m i han inferit que d'adult podria haver arribat a 1,80 m. Un hominí alt i prim estaria millor adaptat al clima càlid de la sabana, tal com ho estan avui en dia alguns pobles africans. L'*Homo ergaster* tenia un cervell molt gran, de prop de 850 cc, i una morfologia facial en què destaca el desenvolupament dels arcs supraciliars<sup>13</sup>, o torus supraciliars, molt marcats. A banda, les dents són més petites i la proporció corporal és molt més propera a la nostra. Les transformacions també afecten la pelvis, que és més estreta i està més ben adaptada a caminar de manera bípeda, i la caixa toràcica, que presenta la morfologia de barril típica dels humans moderns.

L'*Homo ergaster* va ser l'espècie que va fabricar una nova tipologia d'eines més complexes que s'han denominat *acheulià* o *mode 2*. Aquestes eines eren més grans i tenien unes morfologies ben establertes i prefixades. Per primera vegada apareixen morfologies estandarditzades que es van repetint: les grans ascles, els bifaços, els pics i els fenedors. La fabricació d'aquestes eines implica concebre'n la morfologia amb antelació; és a dir, imaginaven l'eina abans de fer-la. Això implica un salt qualitatiu en la intel·ligència d'aquests hominins

<sup>(13)</sup> Les protuberàncies que constitueixen l'os de les celles.

que ja no fabricaven eines en el moment en què sorgia una necessitat, sinó que eren capaços de preveure'n la necessitat i, a més, ja no les abandonaven després de fer-les servir. Les eines acheulianes eren reutilitzades i transportades d'un lloc a un altre, ja que la fabricació era més costosa tant pel temps invertit com per la primera matèria emprada, que s'havia d'escollir amb més cura.

Per finalitzar aquest repàs a les primeres espècies del nostre gènere parlarem de l'*Homo erectus*, un hominí no africà que molts investigadors consideren descendent dels primers *Homo ergaster* que van abandonar el continent africà i que van evolucionar a l'Àsia cap a aquesta forma fa més d'un milió d'anys.

L'*Homo erectus*, com a espècie, va ser la segona a conèixer-se després de la troballa dels neandertals. Eugène Dubois pensava que l'origen de l'ésser humà es trobava a l'Àsia i es va traslladar a Java per cercar els nostres avantpassats. El 1891 va trobar fòssils d'un hominí a aquella illa indonèsia i, després d'estudiar-los, el 1894 va descriure l'espècie anomenant-la *Pitecanthropus erectus*. Uns quants anys després, l'espècie va passar a denominar-se *Homo erectus*.

Morfològicament, l'*Homo erectus* és molt semblant a l'*Homo ergaster*, però destaquen algunes diferències importants al crani, com per exemple els arcs supraciliars molt més desenvolupats i protuberants als fòssils asiàtics. La volta craniana<sup>14</sup> té una morfologia baixa i allargada, els ossos cranials són més gruixuts, la resta d'ossos de l'esquelet també són més robustos que els de l'*Homo ergaster*. Pel que fa a la capacitat cerebral, és molt semblant en totes dues espècies, ja que és de prop de 900 cc en els hominins asiàtics. S'han trobat restes d'*Homo erectus* a nombrosos jaciments de diferents països: Sangiran i Mojokerto (illa de Java), Zhoukoudian, Longgupo, Donggutuo i Gongwangling (la Xina), Ubeidiya (Israel) i Riwat (Pakistan).

(14) Els ossos del neurocrani.

L'origen del nostre gènere es troba a l'Àfrica, però molt aviat alguns representants d'aquelles primeres espècies van sortir del continent i van explorar nous territoris, amb la qual cosa l'estudi de l'evolució humana s'ha d'ampliar a altres països. Durant molt de temps s'havia considerat que el primer hominí que va sortir de l'Àfrica havia estat l'*Homo ergaster*, ja que els fòssils més antics no africans eren més recents i tenien moltes característiques anatòmiques que feien pensar que havien evolucionat directament d'aquesta espècie. El descobriment d'indis d'ocupació humana fa 1,8 milions d'anys a Israel, al jaciment d'Ubeidiya i, posteriorment, la troballa de restes fòssils al jaciment georgià de Dmanisi amb una datació també d'1,8 milions d'anys i uns hominins de característiques morfològiques molt primitives han fet pensar que fins i tot representants de l'*Homo habilis* podrien haver iniciat exploracions fora de l'Àfrica.

### Més informació

Carbonell, E. (coord.) (2005). *Homínidos: Las primeras ocupaciones de los continentes*. Barcelona: Editorial Ariel.



**Fernández Martínez, V. M.** (1990). *Teoría y método de la arqueología*. Madrid: Editorial Síntesis.

**Lozano, M.; Rodríguez, X. P.** (2010). *D'on venim? L'origen de l'Homo sapiens*. Barcelona: Editorial Dalmau.

### 3. L'evolució a Europa. L'*Homo antecessor*, l'*Homo heidelbergensis* i l'*Homo neanderthalensis*

H. Pringle (2013). "Los orígenes de la creatividad". *Investigación y ciencia* (núm. 440, pàg. 19-25).

L'autora d'aquest article, Heather Pringle, és escriptora científica i directora editorial de la revista *Archaeology*.

Aquest apartat està centrat en el continent europeu. Quan es va produir el poblament d'Europa i quina va ser la primera espècie que hi va arribar són algunes de les qüestions principals que desenvoluparem a partir de l'estudi de les tres espècies que van poblar Europa abans de l'arribada dels humans moderns, l'*Homo antecessor*, l'*Homo heidelbergensis* i l'*Homo neanderthalensis*. Al llarg de l'apartat ens centrarem en la descripció de la morfologia d'aquestes espècies, parlarem dels seus hàbitats i farem una breu menció dels seus trets culturals que evidencien una complexitat creixent vinculada a les capacitats cognitives.

L'augment de la capacitat cerebral d'aquestes espècies es veu reflectida en el registre arqueològic per la seva tecnologia, l'elecció de l'hàbitat i les estratègies de caça i obtenció de recursos del medi que els envoltava. La complexitat del comportament i les innovacions tecnològiques es veu incrementada amb cadascuna d'aquestes espècies. Per a molts investigadors, la màxima complexitat l'adquirirà la nostra espècie, fet que serà cabdal perquè assoleixi l'estatus d'única espècie humana al planeta i arribi a poblar tots els continents.

La capacitat d'inventar i de crear ha acompanyat el nostre gènere des del principi, tal com queda palès amb la fabricació de les primeres eines. Sembla, per tant, que la creativitat és una característica típica del nostre gènere. Saber quan va sorgir, què la caracteritza i quins exemples ens ha proporcionat el registre arqueopaleontològic és el que defineix aquest article d'*Investigación y Ciencia* que ens servirà per a ampliar els coneixements sobre les fites assolides per les diferents espècies d'humans.

Heather Pringle ofereix una definició del terme *creativitat* al començament de l'article:

"Creativitat és la capacitat per a crear alguna cosa nova i beneficiosa, el do de millorar contínuament els dissenys i les tècniques."

Però, el terme *creativitat* és molt complex, i si consultem l'entrada corresponent a *creativitat* en l'*Enciclopèdia Catalana* veurem que dóna una definició similar, però més breu:

“Creativitat és la capacitat de crear amb l'intel·lecte o la fantasia.”

Aquesta definició hi afegeix un detall molt important, la referència a l'intel·lecte, cosa que la vincula a les capacitats cerebrals. Si fem una cerca del terme a Internet, veurem que apareix àmpliament definit a la Viquipèdia, en què es relaciona de manera clara amb la capacitat intel·lectual:

“Creativitat és la capacitat de la ment per associar idees de manera nova o inventar objectes i solucions originals als problemes a què s'enfronta. La creativitat s'associa amb la imaginació i el pensament divergent, ja que sovint sorgeix el dubte, de replantejar un assumpte des de diferents angles, en un procés on intervenen la intuïció i la memòria.”

És indubtable que l'ésser humà és creatiu i que aquesta creativitat ens ha estat especialment útil per a arribar a poblar tot el planeta i per a adquirir la tecnologia que tenim. A més, la creativitat no solament ha servit per a inventar objectes útils per a la nostra vida, sinó també per a crear objectes i obres d'indubtable bellesa com són totes les manifestacions artístiques. L'article que ens ocupa comença parlant de la Mona Lisa, el retrat que va fer Leonardo Da Vinci entre 1503 i 1506. Una obra d'art que meravella tothom que l'observa i l'autora el destaca com a exemple de la creativitat humana. Però, aquesta obra és el resultat d'un procés, d'un llarg procés que va haver de començar fa molt de temps en la nostra evolució. Establir exactament quan va començar la creativitat en el nostre llinatge és el tema d'estudi i anàlisi per a molts investigadors.

En parlar de creativitat en el nostre llinatge s'ha de tenir clar que no sempre ha existit el mateix grau de creativitat. És a dir, hem de parlar d'un procés que cada cop es va fer més gran, més intens i més ràpid. Els primers indicis de creativitat els podem observar en les primeres eines de pedra. El fet que uns homínins en un moment determinat agafessin dues pedres i les colpeguessin entre elles per crear un objecte nou va ser el punt d'inflexió d'aquest procés creatiu. A partir de dos objectes naturals se'n va crear un altre de completament nou i diferent. S'havia fabricat una eina amb una vora tallant amb la qual es podrien processar de manera més fàcil altres materials. Això, va succeir fa 2,5 milions d'anys. Durant gairebé un milió d'anys, els homínins van continuar fabricant eines de la mateixa manera, sense innovar. Però, coincidint amb l'aparició d'una nova espècie, l'*Homo ergaster*, es va produir un canvi en el mode de tallar la pedra i van aparèixer noves eines: els pics, els bifaços i els fenedors. Morfologies diferents que servien per a accions diferents. Els canvis van continuar però a un ritme molt lent, fins que tot el procés creatiu es va accelerar tal com passa avui dia amb les constants innovacions tecnològiques i les incomputables mostres artístiques.

Per a molts investigadors, la creativitat humana va patir una mena de revolució fa prop de 40.000 anys, quan va començar el període conegut com a *paleolític superior* a Europa, que coincideix amb la colonització del continent europeu per part de l'*Homo sapiens*. Si bé és cert que en aquell moment, l'*Homo sapiens* va donar mostres d'una creativitat impressionant, també és cert que focalitzar la creativitat humana a partir d'aquest moment pot fer-nos oblidar que les espècies anteriors també en van tenir. No obstant això, tal com queda reflectit en l'article, la darrera etapa del paleolític europeu ens ha llegat un conjunt extraordinari de mostres d'art com collarets elaborats amb conquilles, l'art figuratiu de Hohle Fels (Alemanya), una gran varietat d'instruments lítics i d'os, pintures rupestres com les d'El Castillo (Espanya) i les agulles de cosir de Kostenki (Rússia). Fins i tot, instruments musicals, com les flutes de la cova de Geissenklösterle (Alemanya), datats entre fa 42.000 i 43.000 anys. Per tant, és indubtable que, a partir d'aquell moment, la nostra espècie va produir una gran diversitat d'innovacions. Alguns investigadors van pensar que aquesta explosió de creativitat podria estar vinculada amb alguna mutació genètica exclusiva de l'*Homo sapiens*.

Noves descobertes i troballes en altres indrets fora d'Europa han posat en entredit aquesta hipòtesi. Els arqueòlegs han trobat indicis de manifestacions artístiques molt més antics i també indicis de tècniques avançades molt abans de la data de 40.000 anys. Tot això ha fet plantejar-se que l'origen de la creativitat s'hauria d'establir molt anteriorment, fins i tot, abans de l'aparició de la nostra espècie, fa 200.000 anys. Els indicis arqueològics mostren que la capacitat d'innovar dels humans moderns no va sorgir de sobte com a conseqüència d'una mutació genètica, sinó que respon a un procés gradual que es va gestar al llarg de milers d'anys. En aquest procés van intervenir diversos factors, tant biològics com socials.

Un exemple clar de creativitat anterior a la data dels 40.000 anys i, a més, fora d'Europa, el tenim a la cova de Sibudu (Sud-àfrica). L'arqueòloga Lyn Wadley (Universitat de Witwatersrand), especialista en l'estudi de la cognició en el passat, va treballar durant el anys noranta del segle xx a la cova de Sibudu, a prop de 40 km al nord de la ciutat de Durban, on va descobrir una capa d'un material vegetal de color blanquinós i consistència fibrosa. Al mateix jaciment, aquelles restes semblaven algun tipus d'estora o llit fet amb plantes. Per aquest motiu, va decidir recuperar-la totalment per poder analitzar-la de manera sistemàtica i detallada al laboratori. Després de moltes anàlisis van publicar el resultat en la revista *Science* l'any 2011.

La matèria que havia recollit era d'origen vegetal i pertanyia a un únic tipus d'arbre anomenat *Cryptocarya woodii*, que té propietats insecticides i larvícides que repel·leixen els mosquits, transmissors de malalties. La utilització exclusiva d'aquell tipus de fulles per a construir unes estores o llits per a dormir o descansar indicava que els pobladors d'aquella cova, fa 77.000 anys, tenien un coneixement profund dels recursos vegetals que els envoltaven. Malgrat les

diferents espècies vegetals que hi havia disponibles, només van triar la que els era més útil per a protegir-se de les picades dels insectes, que devien ser molt abundants, ja que molt a prop de la cova hi havia un riu.

Però, aquells llits fets amb fulles aromàtiques de propietats insecticides no van ser les úniques innovacions que es van trobar en aquella cova. Uns quants milers d'anys després, fa prop de 73.000 anys, els llits vegetals es van cremar de manera intencionada per netejar l'espai i tornar a utilitzar-lo, una mena de treballs de manteniment. Els habitants de Sibudu també van idear trampes per a capturar petits antílops i, a més, van fabricar arcs i fletxes per a la caça d'altres animals. Els investigadors van analitzar els residus que hi havia en algunes puntes de fletxa datades en 70.000 anys i van descobrir que s'hauria emprat algun tipus de substància enganxosa per a emmanegar les fletxes amb pals de fusta. Experimentalment van aconseguir reproduir la pega utilitzada per aquells homínids mitjançant la barreja de diversos tipus de substàncies naturals: una barreja d'ocre i de reïnes vegetals escalfades al foc. Aquest descobriment va evidenciar que, en una data tan antiga com fa 70.000 anys, aquells pobladors tenien uns coneixements prou avançats de química, alquímia i control de les tècniques del foc.

La cova de Sibudu va ser habitada de manera intermitent durant alguns milers d'anys més, cosa que evidencia les fluctuacions de la població a la zona. Els estrats de fa 58.000 anys mostren una nova ocupació de la cova amb un ús més intens, s'hi continuaven fent tasques de neteja de l'espai mitjançant la crema i es continuaven construint llits amb plantes.

A altres llocs del sud de l'Àfrica també hi ha proves d'innovacions tecnològiques importants en èpoques molt anteriors a la data de 40.000 anys. Les troballes del jaciment de Blombos Cave (aproximadament a 300 km a l'est de Ciutat del Cap) van revifar el debat sobre què significa ser humà i sobre el moment en què es van desenvolupar les conductes típicament humanes. És a dir, els partidaris que aquestes fites es van començar a assolir a partir de 40.000 anys es van veure superats pels indicis arqueològics que posaven de manifest que en dates molt anteriors ja es troben aquestes conductes.

L'investigador Christopher Henshilwood (Universitat de Bergen) fa tasques arqueològiques a Blombos Cave des de 1991. Els caçadors-recol·lectors que vivien en aquella cova van donar mostres de conductes típicament humanes modernes fa entre 72.000 i 100.000 anys. Entre les restes recuperades en aquell jaciment han aparegut eines de pedra i punxons elaborats amb ossos (possiblement per a fer vestits amb pells), i també espines, que ens parlen de l'explotació de recursos aquàtics. A més, van fer collarets amb conquilles de cargol i van utilitzar de manera abundant l'ocre, material sempre relacionat amb un ús exclusivament decoratiu o cerimonial. Els habitants de Blombos van gravar

<sup>(15)</sup>Cargol marí comestible amb una closca gran.

dissenys a diversos fragments d'ocre i també el van moldre i el van guardar en contenidors fets amb conquilles d'haliotis<sup>15</sup>. Aquestes conquilles són la prova d'ús d'un recipient més antiga que s'ha descobert.

Les proves més antigues de l'ús de l'ocre van aparèixer al jaciment de Pinnacle Point, una cova dels penya-segats de la badia de Mossel a Sud-àfrica. L'estratigrafia de la cova té nivells datats entre fa 39.000 i 162.000 anys, encara que les ocupacions més intenses es van produir entre els 162.000 i els 90.000 anys. Els fragments d'ocre de molt bona qualitat presenten alguns gravats. Aquells hominins recorrien prop de 5 km cap al nord per anar a cercar l'ocre. A més, s'ha documentat el consum de marisc que recollien a la vora del mar, essent un dels indicis més antics d'aprofitament d'aquests recursos. Però, el jaciment és conegut per una interessant innovació tècnica, ja que hi ha proves de l'ús del foc per part dels seus habitants. L'estudi de les eines lítiques va demostrar que s'havien tallat després de sotmetre la roca silícia a un tractament tèrmic amb el qual s'aconseguia que fos més fàcil de tallar.

Els diferents indicis trobats a Sud-àfrica ens indiquen que els primers humans anatòmicament moderns ja tenien la capacitat d'innovar mitjançant noves tècniques i l'aprofitament de nous recursos del medi. Però la creativitat no és exclusiva de la nostra espècie, tal com es pot comprovar amb els indicis associats a altres espècies anteriors. Els neandertals, que van aparèixer a Europa fa prop de 300.000 anys, van donar mostres de creativitat amb diverses innovacions tecnològiques. De fet, també van fabricar instruments emmanegats en èpoques tan antigues com fa 200.000 anys. Per fer-ho barrejaven quitrà amb escorça de bedoll i enganxaven les puntes de pedra a pals de fusta. A més, els neandertals van començar a enterrar els morts o, almenys, a dipositar-los en llocs especials. Aquest fet denota una consciència dels congèneres i un pensament simbòlic més complex.

Si retrocedim en l'evolució, ens adonarem que altres espècies anteriors, com l'*Homo heidelbergensis*, avantpassat directe dels neandertals, també van idear innovacions per adquirir noves tècniques de caça que en milloressin l'eficàcia. L'any 2012, la revista *Science* va publicar un estudi de Jayne Wilkins i els seus col·legues en què es presentaven les primeres llances fabricades amb puntes lítiques que havien estat emmanegades en fusta aparegudes al jaciment sud-africà de Kathu Pan 1, amb una antiguitat de 500.000 anys. L'*Homo heidelbergensis* europeu també va fabricar llances fa prop de 400.000 anys. Aquests neandertals van emprar fusta de conífera per a fabricar les llances trobades al jaciment alemany de Schöningen, a prop de la ciutat de Hannover. Segons el seu descobridor, Hartmut Thieme, amb aquestes llances aquells hominins van millorar l'eficàcia de la cacera de cavalls, ja que estaven dissenyades per a ser llançades com javelines. A més, aquest tipus de cacera implicava una estratègia prèvia que feia imprescindible una bona organització i comunicació entre els individus del grup.

L'*Homo ergaster*, un hominí encara més antic, va aprendre a utilitzar el foc per a escalfar-se i protegir-se dels depredadors fa més d'un milió d'anys, com queda palès a la cova de Wonderweck (Sud-àfrica), on s'ha recuperat un estrat amb restes de plantes i ossos cremats. Aquesta constitueix la prova més antiga de l'ús del foc en activitats domèstiques per part dels hominins. Es creu que amb el control del foc els hominins van incrementar la capacitat de socialització i d'humanització, procés que hauria començat fa més d'un milió d'anys. La qüestió del control del foc també ha aixecat controvèrsia, ja que hi ha arqueòlegs que pensen que els hominins ja coneixerien el foc i el sabrien utilitzar en temps arcaics, però el control total no s'obtidria fins a molt temps després, i situen els neandertals com l'espècie que va aprendre a dominar-lo.

Retrocedint en el temps arribem al que s'ha considerat la primera mostra de creativitat i innovació, unes eines lítiques que procedeixen dels jaciments propers al riu Kada Gona (Etiòpia) i a les quals ja hem fet referència en aquestes pàgines. L'equip liderat per Sileshi Semaw (actualment treballa al Centre Nacional d'Investigació sobre l'Evolució Humana a Burgos, encara que amb anterioritat havia estat vinculat a la Universitat d'Indiana, Bloomington, com s'especifica en l'article) va trobar aquestes eines lítiques datades aproximadament en 2,5 milions d'anys. En l'article s'explica que l'artífex d'aquestes eines va ser l'*Australopithecus garhi*, tot i que, com ja hem indicat en parlar de l'article de Kate Wong, "El origen del género Homo", aquesta associació es posa en dubte en no haver aparegut les restes, ja que les restes de l'*Australopithecus garhi* i les eines directament associades.

Tots aquests indicis ens fan adonar que el procés d'innovació va ser gradual fins a arribar a les cotes màximes de l'home actual. Però, el camí per a assolir el punt actual passa obligatòriament per una transformació intensa de la matèria grisa del cervell al llarg de milers d'anys d'evolució. El mecanisme de la selecció natural, del qual en va començar a parlar Charles Darwin al segle XIX, ha tingut un paper fonamental en aquest procés, ja que ha afavorit un cervell de grans dimensions al llarg de tot el nostre llinatge. Els australopitècids tenien una capacitat craniana reduïda molt semblant a la dels ximpanzés d'aproximadament 450 cc, l'*Homo erectus* ja en tenia de més de 850 cc fa 1,6 milions d'anys. L'*Homo sapiens* de fa 100.000 anys en tenia de 1.330 cc. És a dir, la dimensió del cervell i l'organització de la matèria grisa han estat cabdals en l'augment de la intel·ligència i de les capacitats creatives del nostre gènere, com declaren alguns investigadors, entre els quals Dean Falk (Universitat de Florida).

A més del volum i la dimensió del cervell, la manera en què està organitzat també va ser molt important en aquest procés. Katherina Semendeferi (Universitat de Califòrnia a San Diego) ha estudiat el còrtex prefrontal<sup>16</sup> comparant aquesta àrea en bonobos, ximpanzés i humans actuals, i ha descobert diferències en la seva organització. Un cop els ximpanzés i els bonobos es van separar de la línia evolutiva dels humans, l'àrea 10 de Brodmann (situada al còrtex prefrontal) va duplicar les seves dimensions. Aquesta àrea està implicada en

<sup>(16)</sup> La part del cervell encarregada de coordinar els pensaments i les accions relacionades amb la presa de decisions.

l'organització de la informació sensorial i en la consecució de plans. Tal com remarca Dean Falk, aquest fet va propiciar connexions neuronals molt més complicades i remotes amb unes comunicacions més complexes i directes entre les neurones.

Un cervell gran i amb una organització específica com la dels hominins va estimular la creativitat. Saber exactament com es va produir aquest estímul és la tasca de molts investigadors en l'actualitat. Liane Gabora (Universitat de Columbia Britànica) creu que un cervell de dimensions més grans va comportar una millora en la capacitat d'associació d'idees. És a dir, amb milers de milions de neurones es van poder processar molts més estímuls. Es van poder memoritzar amb més facilitat més detalls i, a més, es van establir relacions entre els diferents estímuls. Aquest fet va aportar un avantatge evolutiu important als hominins, ja que la seva supervivència depenia de la gestió correcta del pensament analític.

Liane Gabora i el seu equip han creat un model generat per ordinador per simular la capacitat del cervell per a canviar entre dos tipus de pensament, l'associatiu i l'analític. És a dir, un homínid podia ser capaç d'associar un fet concret a una conseqüència, però per treure'n un rendiment molt més útil hauria de ser capaç d'analitzar les conseqüències d'aquella acció; per tant, hauria d'utilitzar el pensament analític. Amb el model de l'equip de la Liane Gabora es volia comprendre com aquest canvi entre els dos tipus de pensament ens hauria ajudat a trencar barreres cognitives i veure les coses d'una altra manera, diferent de la resta d'animals. Aquest estudi ha posat de manifest que no és suficient tenir un nombre més gran de neurones, sinó que s'ha de poder utilitzar la massa cerebral addicional.

En els estudis de paleoneurologia s'han estudiat les capacitats cognitives dels ximpanzés, ja que són els nostres parents vius més pròxims. Sabem que aquests simis són hàbils utilitzant diferents tipus d'eines, però sembla que no poden anar més enllà, que no són capaços d'elaborar tècniques més avançades. Els ximpanzés ensenyen els seus congèneres com s'han de caçar termites utilitzant una branca, però no milloren el mètode ni es plantegen fer-ho amb un altre tipus de branca o material. Repeteixen la mateixa acció una vegada i una altra potser perquè ja compleix l'objectiu marcat. En canvi, els humans no tenim aquestes limitacions. Aprenem de les idees dels altres, però acabem afegint-hi nous detalls per millorar-ne l'efectivitat. Hi incorporem modificacions fins que, de vegades, creem una cosa nova, completament diferent i, moltes vegades, molt més complexa. Això, es coneix com a *acumulació gradual de coneixements*, cosa que per a molts antropòlegs constitueix un tret específicament humà.

Amb un sistema d'acumulació gradual de coneixements sorgeix un altre mecanisme que és vital perquè aquest sistema es mantingui: la capacitat de transmetre el coneixement d'un individu a un altre, de generació en generació. Els estudis sobre la transmissió de coneixements són molt nombrosos, però en



l'article que comentem se centren en l'estudi que Dean i els seus col·legues van publicar l'any 2012 en la revista *Science*. La intenció d'aquest estudi era explicar perquè els humans tenim l'aptitud de transmetre informació i, a més, som capaços de millorar-la i transformar-la. Els investigadors van dur a terme un experiment per provar la capacitat de resoldre un problema seqüencial, és a dir, amb diversos nivells de dificultat. Per a l'estudi es va escollir un problema (una mena de puzzle) amb tres nivells de dificultat, de manera que per a passar a un nivell de dificultat superior s'havia de resoldre el nivell anterior. El problema es va presentar a un grup de ximpanzés, a un grup de micos caputxins i a un grup de nens d'entre tres i quatre anys d'una escola infantil d'Anglaterra. Només un ximpanzé dels cinquanta-cinc primats va aconseguir el nivell més alt de dificultat després d'intentar-ho durant trenta hores. Els nens, a diferència dels micos i dels ximpanzés, van treballar junts, es van donar instruccions orals, es van ajudar i, fins i tot, alguns van ensenyar als altres a resoldre alguns dels passos. Després de dues hores i trenta minuts, quinze dels trenta-cinc nens ja havien superat el tercer nivell de dificultat. Amb aquest estudi es va demostrar que les capacitats socials dels humans complementen i potencien les capacitats cognitives. Equipats amb aquesta destresa social i les capacitats cognitives d'un cervell més gran, els nostres ancestres van poder transmetre els coneixements d'una generació a una altra, requisit que sembla indispensable per a avançar en el mecanisme de creativitat cultural.

Però encara s'ha de continuar investigant per a saber quan va aparèixer aquesta capacitat d'aprenentatge i d'ensenyament social. A partir de les troballes arqueològiques, es creu que el procés primer es va veure impulsat al continent africà fa entre 60.000 i 90.000 anys, i a Europa una mica més tard, fa prop de 40.000 anys. És a dir, a Europa hauria començat en la data en què apareix una explosió d'innovacions, però el procés tindria les arrels a l'Àfrica. Els factors específics que van influir en aquest aprenentatge social podrien venir impulsats per la demografia. Almenys així ho pensa el genetista Mark Thomas (University College de Londres). L'augment demogràfic és un requisit indispensable per a aquest procés. Per exemple, com més nombrós fos un grup de caçadors-recol·lectors, més possibilitats hi hauria que algun dels seus membres tingués una nova idea que produís una innovació tecnològica. Per a aquest investigador és molt important ser intel·ligent, però encara es pot treure més rendiment d'aquest fet si s'està ben connectat i es treballa en grup.

Per tal de provar aquesta hipòtesi, Mark Thomas, juntament amb dos col·laboradors, va desenvolupar un model informàtic que simulava l'efecte de la demografia en el desenvolupament cultural. Les dades genètiques d'europes actuals van servir per a estimar les dimensions de les poblacions europees durant el començament del paleolític superior, quan va començar aquesta explosió de creativitat, i de manera paral·lela va analitzar l'evolució de les poblacions de l'Àfrica. El model va demostrar que les poblacions africanes van aconseguir la densitat estimada a l'inici del paleolític superior europeu, molt abans, fa prop de 100.000 anys. Aquesta dada és una mica anterior a les innovacions tecnològiques bàsicament sud-africanes a què ens hem refe-

rit anteriorment en aquest apartat. És a dir, l'augment demogràfic va influenciar el procés d'innovació. Com que el nombre d'habitants necessaris per a aquests estímuls es va donar amb anterioritat a l'Àfrica, hi trobem exemples d'innovació tecnològica abans que a Europa, on el procés no va començar fins que els humans anatòmicament moderns la van colonitzar i en van fer augmentar la població.

La creativitat és conseqüència directa de les capacitats cognitives humanes. Un dels indicadors més importants per a definir la cognició humana moderna és l'ús del llenguatge. L'article de Heather Pringle no fa referència a aquesta adquisició cabdal per a l'ésser humà, però per la seva importància tot seguit hi dedicarem unes quantes línies.

El llenguatge va possibilitar la millora de la comunicació entre els membres del grup en permetre desenvolupar els lligams socials i noves estratègies en l'explotació dels recursos del medi que els envoltava. El llenguatge també està unit a la capacitat d'expressar el pensament simbòlic<sup>17</sup> i els sentiments més personals. Les primeres representacions de símbols estan lligades amb les pintures rupestres, però abans de la representació gràfica del llenguatge es va desenvolupar el llenguatge oral, que no és exclusiu de la nostra espècie. Gràcies a diferents estudis de l'organització dels hemisferis cerebrals i de parts anatòmiques relacionades amb la parla, com l'oïda interna i l'os hioides, situat a la gola, sabem que la capacitat per a emetre llenguatge articulat ja estaria present en *Homo heidelbergensis* i plenament desenvolupat en els neandertals.

<sup>(17)</sup>El pensament simbòlic és l'habilitat humana de crear representacions de coses mitjançant símbols que permetin a d'altres congèneres identificar a què es refereixen sense tenir davant l'objecte real.

La creativitat i la conducta típicament humana es pot identificar en el llenguatge i en la capacitat simbòlica, però també en altres adquisicions tecnològiques com són l'aprofitament de recursos marítims i fluvials, la manufactura d'eines d'os decorades o la fabricació de collarets per a l'adorn i embelliment personal. El que hem de tenir clar és que som davant del resultat d'un llarg procés evolutiu que va començar amb els primers representants del nostre gènere i que es va transformar fins a arribar a adquirir les característiques actuals.

### Més informació

Brown, K. S.; Marean, C. W.; Herries, A. I. R.; Jacobs, Z.; Tribolo, C.; Braun, D.; Roberts, D. L.; Meyer, M. C.; Bernatchez, J. (2009). "Fire As an Engineering Tool of Early Modern Humans". *Science* (núm. 325, pàg. 859-862).

Dean, L. G.; Kendal, R. L.; Schapiro, S. J.; Thierry, B.; Laland, K. N. (2012). "Identification of the Social and Cognitive Processes Underlying Human Cumulative Culture". *Science* (núm. 335, pàg. 1114-1118).

Henshilwood, C. S.; d'Errico, F.; Marean, C. W.; Milo, R. G.; Yates, R. (2001). "An early bone tool industry from the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa: Implications for the origins of modern human behaviour, symbolism, and language". *Journal of Human Evolution* (vol. 41, núm. 6, pàg. 631-678).

Wadley, L.; Sievers, C.; Bamford, M.; Goldberg, P.; Berna, F.; Miller, C. (2011). "Middle Stone Age Bedding Construction and Settlement Patterns at Sibudu, South Africa". *Science* (núm. 334, pàg. 1388-1391).

**Wilkins, J.; Schoville, B. J.; Brown, K. S.; Chazan, M.** (2012). "Evidence for early hafted hunting technology". *Science* (núm. 338, pàg. 942-946).

## 4. L'*Homo sapiens* i la colonització del planeta

K. Wong (2005). "El hombre de Flores". *Investigación y Ciencia* (núm. 343, pàg. 23-31).

L'autora d'aquest article és Kate Wong, editora i escriptora científica de la revista *Scientific American*, especialitzada en paleontologia, arqueologia i ciències de la vida.

Aquest apartat se centra en la nostra espècie, l'*Homo sapiens*, que es va originar a l'Àfrica fa 200.000 anys. Des d'allí va iniciar un procés d'expansió que el va portar a poblar de manera gradual tot el planeta. Durant milers d'anys va ser coetani de dues espècies més, l'*Homo erectus* a l'Àsia i els neandertals. Amb aquests últims, s'ha parlat de coexistència molt directa en alguns punts del Pròxim Orient i, fins i tot, d'hibridació a Europa. També s'ha parlat de competència pels recursos i pel territori. Finalment, va ser l'*Homo sapiens* l'espècie que va saber adaptar-se millor al medi i la que va assolir l'estatus d'única espècie del planeta.

Però l'any 2001 va produir-se una descoberta excepcional que va sorprendre la comunitat científica. Es va descobrir una nova espècie que havia coexistit amb els humans fins fa només 18.000 anys. L'article escollit per a complementar la informació d'aquest mòdul parla de com aquesta descoberta va fer canviar paradigmes establerts des de feia molts anys.

El descobriment d'una nova espècie d'homínid, l'*Homo floresiensis*, que havia viscut a l'illa de Flores (Indonèsia) fins fa 13.000 anys, representa una gran fita en l'estudi de l'evolució humana per diverses raons. En primer lloc, es pensava que l'*Homo sapiens* hauria estat l'única espècie humana a la Terra des de fa prop de 25.000 anys. Però, l'*Homo floresiensis* va viure fa entre 18.000 i 13.000 anys. És a dir, va coexistir amb la nostra espècie en una època relativament propera. A més del fet de la seva existència en aquesta època, l'aparença física d'aquesta espècie també va representar una sorpresa, ja que aquest hominí tenia unes dimensions corporals i cerebrals molt reduïdes, properes a les dels primers homínids del nostre llinatge. El debat que aquest fet ha produït està focalitzat en la relació entre dimensió cerebral i intel·ligència, tot i que alguns autors no accepten que les eines lítiques recuperades al mateix jaciment siguin obra de l'*Homo floresiensis*, sinó que haurien estat fetes per humans moderns que també van poblar Flores.

Totes aquestes qüestions es tracten en aquest article que ens serveix per a recordar-nos que en l'estudi de l'evolució humana encara hi ha moltes qüestions per resoldre i que qualsevol nova troballa pot fer replantejar les teories i els paradigmes establerts.

L'illa de Flores, a Indonèsia, no era desconeguda en l'estudi de l'evolució humana perquè s'hi havien trobat eines lítiques de fa més de 800.000 anys, encara que no s'havien trobat restes fòssils associades de cap homínid. No obstant això, la data d'aquestes eines indicava que havien estat fabricades per l'*Homo erectus*. El fet que aquell hominí hagués arribat a aquella illa fa gairebé un milió d'anys implicava que havia estat capaç de travessar l'estret que separa Flores de l'illa de Java en una època molt reculada. L'estret entre les dues illes era massa profund per a passar-lo a peu, i tenia massa distància per a creuar-lo nedant. Només es podia passar utilitzant una embarcació. Fins a aquell moment, la data més antiga de construcció d'embarcacions estava associada a la colonització d' Austràlia fa entre 60.000 i 40.000 anys, ja que es consideraven imprescindibles unes habilitats cognitives més evolucionades per a idear, dissenyar i fabricar embarcacions. Els investigadors, però, pensen que l'*Homo erectus* va poder travessar l'estret agafat a fragments de tronc que suraven i, per tant, no va necessitar fabricar embarcacions.

Les restes d'*Homo floresiensis* van ser descobertes pel mateix equip que va descobrir les eines a què ens referíem abans. Michael J. Morwood (Universitat de Wollongong) i Raiden P. Soejono (Indonesian Center of Archaeology) van prospectar la cova de Liang Bua i van decidir iniciar uns treballs d'excavació arqueològica el 2001. Els resultats d'aquella primera campanya van posar al descobert eines lítiques associades a l'*Stegodon*, una forma nana d'un parent extingit de l'elefant actual. L'espècie que van trobar era en realitat una subespècie endèmica de l'illa anomenada *Stegodon florensis insularis*.

El jaciment de Liang Bua és una gran cova de roca calcària situada a l'oest de l'illa de Flores. A més de les eines i de les restes de *Stegodon*, s'hi han recuperat ossos de dragó de Komodo, rates gegants i aus carnívores que podien arribar a 3 m d'alçada. Els homínids es van assentar a Liang Bua per la seva proximitat al riu Wae Racang, on els animals anaven a beure i podien obtenir una gran diversitat de recursos.

La primera resta humana recuperada va ser una dent, en concret un premo-lar. La morfologia indicava amb total claredat que pertanyia a un ésser humà, però no a un humà actual. Pocs dies després es va trobar un esquelet molt complet al qual només mancaven els braços, que es van recuperar en excavacions posteriors. Aquest esquelet va ser anomenat LB1. La morfologia pelviana indicava que era un individu de sexe femení i que la seva locomoció habitual era bípeda. L'estudi de l'erupció i el desgast dentals va permetre assignar-lo a un individu adult. Però la sorpresa va venir en calcular-ne l'alçada, que es corresponia amb la d'un nen de tres anys actual.

Els estudis van continuar i es va establir que tenia un seguit de trets primitius com la pelvis ampla, el coll del fèmur llarg i unes dimensions cerebrals molt reduïdes que encaixaven en el rang dels australopitècids. Conjuntament, però, destacaven altres trets més evolucionats que encaixaven amb els propis del gènere *Homo* com són dents petites, nas estret, la morfologia general del crani i el gruix dels ossos cranials. La classificació d'aquell individu en alguna de les espècies conegudes seria una tasca complicada, ja que no encaixava en cap. En un primer moment, el fet que tingués tantes característiques compartides amb els australopitècids semblava portar cap a la creació d'un nou gènere. Però, l'antropòleg Peter Brown (Universitat de New England, Armidale, Austràlia), que va conduir l'estudi de les restes humanes, va observar que les semblances amb el gènere *Homo* eren més nombroses. A més, l'antiguitat de l'esquelet només de 18.000 anys inclinaven la balança cap a considerar-lo un representant de la nostra espècie, l'*Homo sapiens*.

Considerant que podia pertànyer a la nostra espècie, es va iniciar una tasca de comparació amb individus d'*Homo sapiens* d'alçada reduïda com els pigmeus<sup>18</sup> i individus que patien nanisme hipofisiari<sup>19</sup>. Els resultats de les anàlisis indicaven que l'esquelet de Flores no encaixava en cap d'aquests grups: el cos dels pigmeus és de mida reduïda, però el seu cervell és de grans dimensions i els individus amb nanisme hipofisiari tenen algunes característiques esquelètiques que no es van identificar en l'esquelet de Liang Bua, i, a més, no solen arribar a l'edat adulta. D'altra banda, alguns dels trets de l'esquelet LB1 no s'han descrit mai en individus de la nostra espècie amb alteracions genètiques.

Un cop acabats aquests estudis, els investigadors van decidir crear una nova espècie per tal d'encabir aquest fòssil, l'*Homo floresiensis*, a qui van considerar un descendent directe de l'*Homo erectus*. Com a explicació del procés que havia conduït a una reducció considerable de l'alçada amb relació a l'*Homo erectus*, indicaven el principi d'insularitat.

### Principi d'insularitat

Segons aquest principi, els mamífers de dimensions més grans que els conills, quan esdevenen poblacions estrictament insulars, tendeixen a reduir les seves dimensions corporals per a adaptar-se a l'escassetat d'aliments. En canvi, els animals més petits que el conill presenten la tendència contrària, el gegantisme.

Com a exemples d'aquest principi a l'illa de Flores tenim el cas de l'*Stegodon* com a cas de nanisme, i les rates de dimensions d'una llebre de l'espècie *Papagomys armandvillei* com a cas de gegantisme. Tots dos animals van ser caçats i consumits per l'*Homo floresiensis*.

Amb el fòssil LB1 era la primera vegada que s'aplicava el principi d'insularitat a un hominí. Fins a aquell moment, els paleoantropòlegs havien considerat que les adaptacions dels hominins es podien explicar amb la cultura sense necessitat d'adaptacions biològiques. Si la hipòtesi era correcta, volia dir que els humans poden evolucionar de manera anàloga a com ho fan els mamífers de grans dimensions per a adaptar-se a un medi ambient hostil. Un cop formula-

<sup>(18)</sup> Els pigmeus són un poble de caçadors-recol·lectors actuals que viu a les selves equatorials de l'Àfrica i l'Àsia, i que es caracteritza perquè l'alçada mitjana dels homes adults no supera els 150 cm.

<sup>(19)</sup> Conjunt d'anomalies genètiques per les quals l'acció de l'hormona del creixement no funciona o no se segrega correctament. Els homes no superen els 140 cm d'alçada, i les dones, els 130 cm.

da aquesta hipòtesi van sorgir altres investigadors que hi donaven suport, com ara Richard Potts (Universitat de Harvard), que l'any 2004 va recuperar un crani parcial (KNM-OL 45500) atribuït a un *Homo erectus* al jaciment d'Olorgesaile (Kènia) amb unes dimensions reduïdes que podria ser un altre exemple d'una resposta similar davant l'escassetat de recursos.

Un altre tret encara més inexplicable que les dimensions corporals era la reduïda dimensió del cervell. En sis milions d'anys, els nostres avantpassats van triplicar la capacitat craniana passant dels 360 cc del *Sahelanthropus* als 1.350 cc dels humans actuals. Fins a aquell moment, es pensava que per a poder desenvolupar una cultura avançada es necessitava un cervell gran, però semblava que l'*Homo floresiensis*, amb un cervell de la mida d'un australopitècid, havia estat capaç de desenvolupar eines lítiques de complexitat similar a les de l'*Homo sapiens*.

La gran majoria de les eines recuperades a la cova de Liang Bua eren simples ascles amb una vora tallant fabricades amb roques volcàniques i sílex barrejades amb les restes òssies de *Stegodon* i es van trobar eines molt més ben fabricades. N'hi havia de diferents tipus, com ara puntes, grans ganivets, punxons i petits ascles que, emmanegats, podrien haver estat llances.

Un *Homo floresiensis* adult podia caçar, amb relativa facilitat, cries de *Stegodon*, però la cacera dels individus adults hauria requerit la cooperació d'un grup d'hominins, ja que el pes d'un *Stegodon* nan adult podia arribar a la mitja tona. Per a desenvolupar estratègies de caça com aquesta era imprescindible que aquests hominins tinguessin llenguatge. A més, una altra prova de la seva complexitat cultural era que dominaven el foc perquè hi havia restes d'ossos cremats. Malgrat que hi ha indicis de l'ús del foc en alguns jaciments d'èpoques molt antigues, es considera que el domini es va assolir amb els neandertals, una espècie amb un gran desenvolupament cerebral, fa prop de 200.000 anys.

Quan es van publicar els resultats de les investigacions de l'esquelet de Liang Bua, no es van fer esperar les respostes d'altres investigadors:

- Maciej Henneberg (Universitat d'Adelaida, Austràlia) va plantejar la possibilitat que l'individu LB1 tingués una patologia denominada *microcefàlia*. Generalment, els individus actuals que tenen aquesta patologia moren durant la infantesa i no arriben a l'edat adulta, amb la qual cosa aquesta hipòtesi no encaixava amb l'individu adult de Flores. Henneberg va comparar les dimensions cranianes i facials d'LB1 amb les d'un crani de 4.000 anys d'antiguitat trobat a l'illa de Creta que pertanyia a un individu microcefàlic, i va concloure que no hi havia diferències significatives. A les excavacions també s'havia recuperat un os d'un braç, encara que en un altre nivell. Per a Henneberg, el braç corresponia a una persona d'entre 151 cm i 162 cm d'alçada no a un nan, la qual cosa indicava que hi haurien restes de diversos individus, alguns amb aquesta patologia i

d'altres sense. Després de les seves anàlisis, Maciej Henneberg considerava que LB1 no era una nova espècie, sinó un *Homo sapiens* amb microcefàlia.

- Susan C. Anton (Universitat de Nova York) pensa que aquest esquelet no pertany a un home modern microcefàlic perquè no hi ha similituds. Però, tampoc no creu que sigui una nova espècie. Segons la seva opinió, seria un individu pertanyent a l'espècie *Homo erectus* amb algun tipus de disfunció del creixement relacionada amb la microcefàlia o amb un cas agut de malnutrició.
- Colin P. Groves (Universitat Nacional d'Austràlia) i David W. Cameron (Universitat de Sydney) indiquen que les dimensions cerebrals, el llarg coll del fèmur i altres trets físics el relacionen directament amb l'*Homo habilis* (el primer representant conegut del gènere *Homo*).
- Milford H. Wolpoff (Universitat de Michigan, Estats Units) el relaciona amb altres hominins encara més antics, ja que hi veu més relació amb els australopitècids a partir de les dimensions reduïdes del cervell. Però topa amb l'escull de la morfologia i gracilitat de la mandíbula i de les dents de l'*Homo floresiensis*, que no encaixen amb les mandíbules robustes i dents grans dels australopitècids. De tota manera, creu que la qüestió de les dents és molt més fàcil de resoldre que la del cervell. Un canvi en la dieta podria causar canvis en la morfologia dental, tal com ja s'ha vist amb altres espècies. Per a aquest investigador és molt més difícil acceptar una involució d'un òrgan molt més complex com el cervell.

### Nota

Acceptar que l'*Homo floresiensis* fos un descendent dels australopitècids implica acceptar que aquell gènere ja va sortir de l'Àfrica i que uns quants individus van arribar a l'illa de Flores i van subsistir fins a fa relativament poc temps. L'objecció principal d'aquesta hipòtesi és que en el llarg camí cap a Flores hauríem d'haver trobat altres restes humanes que proveysin aquesta migració. Wolpoff pensa que en realitat sí que s'han trobat, però que s'han identificat de manera errònia. A Indonèsia, als anys quaranta del segle xx es van trobar uns fòssils que s'han classificat de diverses maneres: *Australopithecus*, *Meganthropus* i *Homo erectus*.

- David R. Begun (Universitat de Toronto, Canadà) pensa que la massa corporal dels homes de Flores va començar a disminuir a partir d'un avantpassat *Homo erectus*. Amb el temps, les seves dimensions van anar convergint cap a les dels australopitècids. Però, la presència d'alguns trets clau dels *Homo* indiquen que és una espècie d'aquest gènere.
- Philip Rightmire (Universitat de Binghamton, Nova York) és de la mateixa opinió que David R. Begun.

A més de l'anatomia, la cultura material a què ha estat associat l'*Homo floresiensis* també ha estat objecte de polèmica. El sol fet d'afirmar que un homínid amb un cervell tan reduït fos capaç de crear-la ja ha despertat moltes crítiques. Diversos investigadors han qüestionat l'associació directa entre les restes humanes i les eines lítiques. Richard Klein (Universitat de Stanford) opina que la



manca d'associació directa podria indicar que els artífexs de les eines van ser humans moderns que van ocupar la cova amb posterioritat. L'equip responsable de les troballes pensa que és improbable que els instruments lítics siguin obra de l'*Homo sapiens*, ja que alguns d'aquests instruments estan en estrats datats en 94.000 anys, una data massa primerenca perquè aquesta espècie hagués poblat l'illa de Flores. Encara que a la Xina, concretament al jaciment de Liujang, s'han trobat eines datades en 67.000 anys i, per tant, podrien aparèixer altres eines més antigues que indicarien la presència de la nostra espècie a l'Extrem Orient molt abans del que es pensava.

Una de les opinions més taxatives és la de Bernard Wood (Universitat George Washington), que no troba proves concloents que permetin establir que l'*Homo floresiensis* va crear aquesta indústria. Una de les qüestions que s'hauria d'explicar per a acceptar que l'home de Flores va ser capaç de fabricar aquestes eines és la de relacionar dimensions cerebrals petites amb capacitats cognitives desenvolupades. Com és que la tecnologia lítica va trigar tant a aparèixer si ara sabem que un hominí amb el cervell una mica més gran que un ximpanzé va ser capaç de crear una tecnologia com la que s'ha trobat a la cova de Liang Bua?

Philip Rightmire apunta que si LB1 podia fer aquestes eines, les dimensions cerebrals no importen gaire, i recorda que el volum cerebral dels humans moderns té una gran variabilitat. En la mateixa línia, Richard Potts defensa que el realment interessant és l'estructura reticular establerta al cervell.

Una manera d'obtenir més dades sobre l'estructura del cervell d'LB1 seria obtenir un motlle de l'endocrani, com ja s'ha fet amb moltes restes fòssils. Malauradament, la fragilitat de les restes cranianes d'LB1 no ho ha fet possible. L'alternativa és fer una tomografia computeritzada per tal d'obtenir una rèplica de l'endocrani sense tocar el fòssil. Dean Falk (Universitat de Florida) creu que no és possible que el cervell d'aquest homínid sigui una versió reduïda del nostre amb la mateixa organització i estructura.

Les excavacions de la cova de Liang Bua van continuar després de les primeres troballes, i el 2005 ja s'havien recuperat restes d'un nombre mínim de cinc individus amb morfologia molt similar entre ells, encara que cap tan completa com les de l'LB1. A més, s'ha trobat una segona mandíbula amb unes dimensions i morfologia molt similars a la primera. Aquest fet reforça la idea d'una població amb aquestes característiques i fa poc probable la idea d'un únic individu aïllat amb una patologia. Peter Brown, després de l'estudi de les restes, proposa tres hipòtesis per a explicar la filogènia d'aquest homínid:

- L'*Homo floresiensis* és descendent dels antics habitants de l'illa de Flores que, després de la seva arribada, haurien iniciat un procés de disminució corporal.

- Els avantpassats de l'*Homo floresiensis* podrien haver reduït les seves dimensions en una altra illa abans d'arribar a Flores.
- Els avantpassats d'aquests homínids podrien tenir aquestes dimensions abans d'arribar al sud-est asiàtic. De fet, en molts aspectes, l'LB1 té més semblances amb l'*Homo erectus* africà (també considerat *Homo ergaster* per alguns investigadors) i els homínids trobats a la República de Geòrgia que amb l'*Homo erectus* de Java.

Els homínids georgians als quals es fa referència són els que es van recuperar al jaciment de Dmanisi (República de Geòrgia). Fins a l'actualitat, s'han recuperat restes d'un nombre mínim de cinc individus amb una antiguitat d'1,8 milions d'anys, datació que els fa gairebé contemporanis dels primers *Homo ergaster* africans. Les característiques morfològiques dels fòssils de Dmanisi els situen a mig camí entre els fòssils africans i els asiàtics. La capacitat craniana d'aquests individus està entre 770 cc i 600 cc, una mica per sota que la de l'*Homo ergaster*. Aquestes diferències van fer que s'adscribissin a una nova espècie, l'*Homo georgicus*. L'existència d'un hominí fora de l'Àfrica fa 1,8 milions d'anys posa de manifest que les sortides del continent africà van començar molt aviat en la nostra evolució.

Tot i que encara es discuteixen les qüestions relacionades amb la filogènia de l'*Homo floresiensis*, el que ningú posa en dubte és que aquestes restes evidencien que fa prop de 25.000 anys podrien haver coexistit a la zona d'Indonèsia tres espècies diferents d'hominins: l'*Homo erectus* (que s'hauria extingit fa prop de 25.000 anys), l'*Homo sapiens* (que hauria arribat a la zona fa prop de 40.000 anys) i l'*Homo floresiensis* (que va extingir-se cap als 12.000 anys coincidint amb una explosió volcànica).

Aquest article es va escriure el 2005 quan les troballes de l'home de Flores eren molt recents. Les excavacions a la cova de Liang Bua han continuat, s'hi han fet altres descobertes i s'han publicat nous estudis, dels quals parlarem tot seguit per tenir un estat de la qüestió al més actualitzat possible.

Una de les qüestions sobre l'home de Flores que s'ha continuat estudiant des que va ser descobert és a partir de quin homínid va evolucionar. Hem vist que les hipòtesis inicials postulaven que descendia de l'*Homo erectus*, que ja tenia unes proporcions corporals molt similar a les nostres, per tant els seus descendents també les haurien de tenir. En canvi, l'*Homo floresiensis* té una dimensió corporal que l'allunya d'aquesta espècie i l'acosta a espècies més primitives. És a dir, podria ser que el primer hominí que va sortir de l'Àfrica fos anterior a l'*Homo erectus*.

Les investigacions més recents, incloent les referents a l'esquelet LB1, fan reconsiderar les idees sobre la primera migració d'un representant del nostre llinatge fora de l'Àfrica, moment crucial en l'evolució humana del qual es pen-

sava que ja es coneixia com i quan havia succeït. Des que es va descobrir el primer esquelet ja han aparegut restes de catorze individus més a Liang Bua, encara que l'LB1 continua essent el més complet.

William L. Jungers i els seus col·laboradors (Universitat de Nova York a Stony Brook) van publicar un estudi dels ossos del peu de l'esquelet LB1 en què van establir que el dit gros estava alineat amb la resta de dits del peu, la qual cosa representa un tret clarament diferenciat dels peus dels australopitècids i simis. Però no totes les característiques del peu de l'home de Flores són evolucionades. Les dimensions, per exemple, són primitives: la longitud del peu d'aquest hominí és de prop de 20 cm (un 70% de la del fèmur). Aquesta relació és inusual per a un membre de la nostra espècie i és més propera a la del bonobo. A més, hi ha altres característiques primitives com un dit gros curt, els altres dits llargs i corbats, i l'absència d'arc plantar.

Malgrat aquestes característiques primitives dels peus, la pelvis, els ossos de la cama i la morfologia general del peu indiquen clarament que som davant d'un homínid bípede. Podria caminar dret, però no estaria ben adaptat per a córrer. Les cames curtes i uns peus molt llargs l'obligarien a aixecar molt els peus per a poder córrer sense arrossegar-ne els dits.

### Curiositat

Aquest hominí es conegut popularment com *el Hobbit*. L'adaptació cinematogràfica de l'obra de J. R. R. Tolkien va representar els hobbits com uns individus de petita estatura amb peus grans, una descripció que coincideix plenament amb l'anatomia de l'home de Flores.

Les característiques primitives de l'esquelet LB1 es troben en altres parts de l'esquelet:

- L'os trapezoide del canell humà té forma de bota. El que s'ha trobat en l'*Homo floresiensis* té forma piramidal, com en els simis.
- La clavícula d'aquest hominí és curta i molt corbada, mentre que la clavícula humana és llarga i més recta.
- La pelvis té una morfologia més oberta, més similar a la dels australopitècids i no en forma d'embut com en l'*Homo erectus* i les espècies posteriors del gènere *Homo*.

Finalment, no podem oblidar la seva capacitat encefàlica de només 417 cc, molt similar a la dels ximpanzés i els australopitècids. Malgrat l'escassa dimensió craniana, hi ha trets com l'obertura nasal estreta i els arcs supraciliars prominents que indiquen que aquest esquelet va pertànyer a un membre del nostre gènere.

### Nota

En els humans actuals, la proporció de la longitud del peu respecte de la del fèmur és d'un 55%.

Tal com hem vist en parlar d'altres espècies, la combinació de trets primitius i trets evolucionats és present en altres espècies més antigues. L'LB1 no és el primer fòssil amb una barreja de trets cranials clarament d'*Homo* i trets primitius al tronc i les extremitats. L'*Homo habilis* també té característiques primitives i derivades. Tot això ha fet pensar als investigadors que l'*Homo floresiensis* hauria derivat d'una espècie més antiga d'*Homo* i no de l'*Homo erectus*, amb unes proporcions corporals més semblants a les nostres.

Aquesta hipòtesi es va avaluar amb el treball de Debbie Argue (Universitat Nacional d' Austràlia, Canberra). Utilitzant la cladística<sup>20</sup> va comparar les característiques anatòmiques de l'esquelet LB1 amb les d'altres espècies d'hominins i de primats. Els resultats obtinguts indiquen dos possibles orígens per a la branca evolutiva de l'*Homo floresiensis*:

- L'*Homo floresiensis* podria haver evolucionat abans de l'aparició de l'*Homo habilis* fa prop de dos milions d'anys.
- L'aparició de l'*Homo floresiensis* podria haver estat posterior a la de l'*Homo habilis*, però anterior a la de l'*Homo erectus*.

Abans de decantar-nos per alguna d'aquestes dues opcions, s'ha d'indicar que aquest estudi cladístic no ha trobat cap mena de relació de parentiu entre l'*Homo floresiensis* i l'*Homo erectus*, cosa que descarta la possibilitat que l'home de Flores fos un descendent directe de l'*Homo erectus* que va evolucionar a causa del principi d'insularitat en aquella illa d'Indonèsia. És a dir, sembla que el fet de trobar-se confinat en una illa no hauria estat la causa de les petites dimensions d'aquest hominí.

Si l'*Homo floresiensis* provingués d'un hominí primitiu del gènere *Homo* que tenia unes dimensions més reduïdes que les que posteriorment va assolir l'*Homo erectus*, es podria explicar amb més facilitat la limitada capacitat craniana que presenta l'hominí de Flores perquè derivaria d'ancestres amb un cervell petit. A banda de l'home de Flores, el crani de dimensions més petites d'un membre del nostre gènere correspon a l'*Homo habilis*, amb una capacitat estimada de 509 cc. Però, tot i així, el crani de l'LB1 és un 20% més petit que aquest. Amb la qual cosa, la dimensió cerebral de l'home de Flores torna a sortir a la palestra.

La capacitat craniana de l'LB1 és més petita que la que li correspondria en relació amb la seva dimensió corporal. Hi ha una proporció entre el pes del cervell i la massa corporal d'un animal mitjançant la qual es pot estimar quina dimensió cerebral li correspon segons el pes. Aquest índex s'ha utilitzat per a fer inferències sobre l'intel·lecte. Es podria pensar que la reducció craniana de l'*Homo floresiensis* va ser conseqüència del procés de nanisme insular; però, en altres mamífers que han patit un procés de nanisme, la reducció de la dimensió cerebral ha estat més moderada. Tot i així, hi ha alguna excepció, com el cas

<sup>(20)</sup>Mètode que utilitza trets derivats compartits per a establir relacions de parentesc entre organismes.

dels hipopòtams nans de l'illa de Madagascar, que van reduir el cervell més del que seria esperable tenint en compte els índexs de massa corporal i la dimensió craniana.

Mike Morwood, el descobridor de l'home de Flores, pensa que els individus de Liang Bua provenen d'una de les primeres espècies del nostre gènere, que abans de poblar l'illa de Flores ja eren de dimensions corporals reduïdes i que, un cop instal·lats a l'illa, van desenvolupar un lleu nanisme. És a dir, Morwood no descarta la idea del principi d'insularitat com a explicació vàlida per a les dimensions de l'*Homo floresiensis*.

Les noves investigacions estan emparentant l'*Homo floresiensis* directament amb homínids primitius, i l'estudi de la indústria lítica que practicava també va per aquesta línia. Anteriorment hem comentat que els investigadors van dir que les eines lítiques que havien aparegut a la cova de Liang Bua havien estat fabricades per aquest hominí. Aquestes eines tenien una factura molt evolucionada tenint en compte el cervell dels pretesos creadors. Algunes veus deien que les eines eren la prova que aquells individus eren membres de la nostra espècie i no d'una de nova; però un estudi de les eines de Liang Bua dut a terme per Mark W. Moore (Universitat de Nova Anglaterra, Austràlia) i Adam R. Brumm (Universitat de Cambridge) ha evidenciat que la tecnologia de l'home de Flores era, en realitat, molt simple, més semblant a la d'altres homínids poc encefalitzats.

L'*Homo floresiensis* extreia grans ascles de les roques que trobava a l'exterior de la cova i, un cop a l'interior, n'extreia ascles més petites i més fàcils d'utilitzar. Aquesta tècnica de talla ja havia estat identificada al jaciment de Mata Menge, també a l'illa de Flores, prop de 50 km a l'est de Liang Bua, datat en 800.000 anys. A més, les eines de Liang Bua i les de Mata Menge són similars a les trobades a la gorja d'Olduvai (Tanzània) i datades en més d'1,8 milions d'anys, que probablement van ser fabricades per l'*Homo habilis*. La relació amb l'*Homo habilis* sembla que està determinada per l'anatomia i pels indicis culturals. Per a David S. Strait (Universitat d'Albany), la hipòtesi segons la qual un membre tan primitiu del nostre gènere va sortir de l'Àfrica fa dos milions d'anys i els seus descendents directes han sobreviscut fins a fa només 12.000 anys és un dels plantejaments més suggeridors dels darrers anys en l'estudi de l'evolució humana, ja que canvia el paradigma establert durant molt de temps.

Aquest paradigma ja havia començat a canviar amb la descoberta de l'*Homo georgicus* del jaciment de Dmanisi (República de Geòrgia) a causa de la seva antiguitat, 1,8 milions d'anys, que indicava que la sortida de l'Àfrica hauria d'haver-se produït amb anterioritat a l'*Homo ergaster*. La morfologia de l'*Homo georgicus*, més petita que la de l'*Homo ergaster*, i el tipus d'eines que fabricaven, de tipus olduvaïà, avalen aquesta idea.

Malgrat aquests indicis, hi ha investigadors com Robert Martin (Museu Field d'Història Natural de Chicago) que encara no acaben d'estar convençuts de la versemblança d'aquesta nova hipòtesi. Pensen que és difícil explicar per què un llinatge d'origen africà només ha deixat proves en una petita illa d'Indonèsia i no en altres punts del llarg camí que hauria d'haver recorregut des de l'Àfrica. Robert Martin no creu que l'home de Flores sigui una nova espècie, pensa que són individus que tindrien una patologia.

El debat continua, tal com podem apreciar amb les paraules de Matthew W. Tocheri (Smithsonian Institution), que pensa que si l'hominí s'hagués trobat a l'Àfrica i tingués una antiguitat de dos milions d'anys ningú no s'estranyaria. Robin W. Dennell (Universitat de Sheffield) va més enllà en plantejar la possibilitat que qui sortís de l'Àfrica fossin els australopitècids.

Davant aquest debat encara vigent, és clar que és necessari fer més troballes a la mateixa illa de Flores, a l'illa propera de Sulawesi o en altres illes properes del mateix arxipèlag al qual pertanyen aquestes illes, i per extensió, a tot el sud-est asiàtic. Mike Moorwood està cercant més fòssils d'*Homo floresiensis* i dels seus avantpassats a dos jaciments de Sulawesi. A la cova de Niah, al nord de Borneo, podria trobar-hi homínids més antics que els de Flores amb la qual cosa podria provar la seva hipòtesi.

### **Més informació**

"About.com Archaeology"

Entrevista amb Peter Brown (en anglès).

**Lozano, M.; Rodríguez, X. P.** (2010). *D'on venim? L'origen de l'Homo sapiens*. Barcelona: Editorial Dalmau.

**Wong, K.** (2010). "Nueva luz sobre el hombre de Flores". *Investigación y Ciencia* (núm. 400, pàg. 60-67).

## Resum

Aquestes lectures complementàries de la bibliografia bàsica de l'assignatura ens han servit per a entendre la dinàmica de generació de coneixement en l'estudi de la nostra evolució. El descobriment de restes fòssils d'antics homínins és la base a partir de la qual es va construir l'arbre filogenètic del nostre llinatge. Un arbre del qual encara en desconeixem molts components.

De vegades, pensem que un determinat fòssil és membre d'una espècie i la podem limitar cronològicament, però no en sabem explicar les relacions amb la resta d'espècies. L'evolució humana té unes bases sòlides, una metodologia establerta i un nombre creixent de restes fòssils que cal analitzar. Però, al mateix temps, és una disciplina en què les teories i els paradigmes establerts poden canviar a partir de qualsevol descobriment. Això fa que treballar en aquest tema sigui apassionant, perquè encara queda molt per descobrir.

