

Consideracions preliminars

Robert Sala Ramos

PID_00213247

Índex

Introducció	5
1. El concepte d'evolució cultural darwinista	7
1.1. Conceptes bàsics	7
1.2. Síntesi esquemàtica d'evolució dels trets culturals humans	12
1.3. Continuitat i discontinuïtat del procés evolutiu	16
2. Guia d'aprenentatge	19
2.1. Estructura i presentació general dels blocs	19
2.2. Detall dels blocs de l'assignatura	21
2.2.1. Bloc 1. La cultura com fenomen biològic adaptatiu, no solament immaterial, producte del procés evolutiu de la ment	21
2.2.2. Bloc 2. Introducció a l'evolució	27
2.2.3. Bloc 3. Evolució humana: selecció natural de la biologia i del comportament humans	42
2.2.4. Bloc 4. Casos d'evolució cultural i supervivència al llarg de la història: selecció natural de la cultura?	56
Bibliografia	65

Introducció

El grau d'Antropologia i Evolució Humana és una aposta per oferir una manera diferent, més complexa i completa, de formar-se com a antropòleg, i aquest curs vol desenvolupar, precisament, una concepció transfronterera de la història humana.

La seu de l'estudi de la cultura humana i la seva història ha estat tradicionalment en les anomenades *humanitats*. Es tracta d'unes disciplines de mètode i concepció molt precisos, l'axioma bàsic de les quals ha estat el concepte de progrés. En virtut d'aquesta idea, les societats humanes caminem indefectiblement envers el progrés, en la millora de les condicions de vida i en la consecució d'un grau més alt de llibertat. Aquesta manera de concebre la història humana també ha tendit a classificar les societats humanes en aquest camí de progrés i a situar-les en un *continuum* d'evolució progressiva. Així hi ha i hi ha hagut societats avançades, d'altres endarrerides o primitives, unes de civilitzades i d'altres de bàrbares. Encara avui anomenem *primitius* els pobles no industrialitzats ni urbans. I la nostra forma cultural és tan forta que ho considerem lògic i normal.

Què passaria si observéssim la història humana sota una altra òptica? Què passaria si en comptes de l'axioma del progrés apliquéssim el de l'adaptació i la lluita per la supervivència? Aquest objectiu, aquest joc, és el que pretén de fer aquesta assignatura: aplicar a l'àmbit de la cultura i la història social els conceptes proposats per Charles Darwin el 1859 en l'esfera de la biologia. El prisma de l'evolució, tal com s'entén en biologia des de les propostes de Darwin, ens ofereix nous paràmetres i noves concepcions per a comprendre els fenòmens típicament històrics: l'organització social i econòmica de les poblacions humanes, llur creixement, la competència entre aquestes i l'anomenat progrés històric. Tot això sota l'òptica de l'evolució darwiniana.

Aquest curs està concebut, a més, com una introducció a les fases primitives de l'evolució humana que, precisament, ens donaran la pauta per a comprendre les més recents d'aquesta història d'adaptació i de desenvolupament.

Tot plegat no deixa de ser un exercici més de coneixement transdisciplinari, aquell camp que modernament s'ha anomenat *tercera cultura*, marcada per la fusió, el maridatge de ciència i humanitats; un camp que és tan difícil de conrear. En podem dir també *transfronterer*. Per això prenem com a divisa una de les propostes més conegudes d'un pensador clàssicament transfronterer, Walter Benjamin, que va viure i va morir en la frontera. Amb ell ens endinsarem,

a més, en la constatació de com la cultura, la filosofia, la vida d'alguns personatges fan d'aglutinant per a la cohesió social i de com aquesta cohesió permet més i millor subsistència del grup social, en el sentit darwinian, evolutiu.

No és una proposta nova: hi ha una bibliografia àmplia, assajos i reflexions, molts dels quals utilitzarem en el curs per a l'aprenentatge. Abans d'aquestes propostes clarament i sistemàticament evolucionistes, en el sentit darwinian, hi hagué una primera concepció que divorciava la selecció natural de la cultural. No acceptava de retre la cultura a una comprensió completament darwiniana, sinó que hi veia fenòmens més aviat lamarckians, empesos per la decisió humana i fora de l'abast de la selecció natural. Afavoria aquesta concepció una dada que no podem negar, la realitat que l'ésser humà, mitjançant la tècnica, s'escapa progressivament, en molts aspectes, a la selecció natural. Això no obstant, ningú no pot pretendre que en restem fora. Això seria un regres a les posicions pre-darwinianes que comprenien que els humans som aliens a la selecció natural i a l'evolució. Ben lluny d'això el que volem mostrar i demostrar és que la cultura és una adaptació humana i que "les cultures" pateixen selecció natural. I hi ha molts investigadors que reflexionen sobre "l'herència dels gens culturals" o *mems*.

Espero que aquesta introducció a la història en clau evolutiva us sigui de profit i us ajudi a entendre la història passada i a intervenir en els processos actuals i futurs de la humanitat!

1. El concepte d'evolució cultural darwinista

El curs d'*Evolució Humana i Cultura*, com s'ha dit, pretén una lectura darwiniana dels fets de la història humana, des dels orígens de la humanitat, en els quals aquesta lectura és l'òptica habitual, fins a la modernitat, en què l'evolució i la selecció natural no s'apliquen quasi mai. Abans d'entrar al detall del temari i la presentació dels blocs que configuren el curs ens ha semblat interessant introduir-ne els rudiments necessaris.

Aquesta introducció intenta, doncs, fer un vol d'ocell sobre les qüestions bàsiques del curs. Comencem amb una presentació dels conceptes que es requereixen per a capir l'òptica que volem introduir. Ens ocupem de les assumpcions indispensables per a seguir el biaix evolucionista que es desenvoluparà: la materialitat de la cultura, la seva arrel en l'evolució, quin concepte de cultura necessitem i de quina mena serà la nostra reconstrucció de la història humana.

La segona part d'aquesta introducció serà dedicada pròpiament a un esquema del procés evolutiu que generarà, al llarg de l'evolució del gènere humà, les distintes formes que constitueixen el comportament humà. Aquest esquema està fonamentalment assentat sobre les fases primitives de la història humana, aquelles que veieren l'origen i instal·lació del comportament humà, i segueix l'esquema de les adquisicions evolutives humanes que s'exposen de manera detallada en el volum *Planeta humà* (referenciat a la bibliografia). Més enllà de la prehistòria, al final es vol recordar a què s'aplicarà en concret la teoria evolucionista tot fent esment d'uns quants casos que permeten de donar idea dels nostres objectius.

1.1. Conceptes bàsics

Històricament s'ha tractat la cultura humana d'una forma diversa, en funció, evidentment, dels sistemes de pensament. Per a referir-nos a un sistema de pensament clàssic i culturalment molt estès, podríem fer servir la frase de Rita Levi Montalcini:

“Un siglo después de la publicación de *El origen de las especies* 'que destronó al hombre, lo mismo que tres siglos antes la tierra había perdido su posición central en el universo', la violenta reacción emotiva que suscitó la obra de Darwin se ha calmado, pero el hombre sólo se ha reconciliado en parte con su origen. Ha aceptado su parentesco con otros seres vivos a condición de mantener una supremacía absoluta sobre ellos, material y moral”

R. L. Montalcini (2000). *La galaxia mente*. Barcelona: Editorial Crítica (pàg. 211).

Aquestes consideracions formen part de la nostra base cultural més fonamental. I hom assenyala, com Montalcini, que els darrers cinc-cents anys, des de Copèrnic i Galileu fins a Darwin i els descobriments de les bases de la biologia i de l'evolució humana, l'han erosionada. Montalcini, en especial, ha participat

en la naturalització o materialització de la ment, de la consciència. Nosaltres aquí també ajudarem a aquesta naturalització o materialització de la cultura, en el sentit d'imbricar-la en una concepció naturalista i materialista, enfrontada amb l'idealisme clàssic que traspuava en la cultura criticada per Montalcini.

L'esmentat pensament fonamental de la nostra cultura humana ha observat la cultura com un fet transcendent i aliè a l'evolució i, fins i tot, aliè a la matèria. Aquest concepte és el que va permetre antigament de situar els humans fora de l'animalitat, en una posició especial. Encara avui dia hi ha investigadors que, malgrat considerar la teoria de l'evolució per a explicar la variació i el canvi en la biologia humana, reserven un espai que continua essent diferenciat per a la ment, el simbolisme i la consciència humans. En la línia que indicàvem suara les activitats "superiors" del nostre cervell quedarien fora de la materialitat i de l'evolució. En aquest curs, ben contràriament, hem d'incloure dins de l'evolució les relacions socials, els canvis històrics, l'art, l'organització econòmica... tot ha de poder ser materialitzat en l'evolució.

Hi ha hagut, més enllà d'aquesta lectura fonamental, formes racionalistes de concebre la història humana, totes construïdes sobre la concepció de progrés. El racionalisme, nascut a Occident a partir de la Il·lustració i del creixement econòmic, demogràfic i social suscitat per la mecanització, la industrialització i la ciència, va crear una mentalitat de seguretat en el progrés humà que es va sumar a la deriva que el Renaixement havia creat amb l'alliberament dels humans respecte de la tutela de la divinitat. La Il·lustració i el Renaixement van crear l'home nou i la societat progressiva. Basades en aquesta cultura, la racionalitat va construir diverses formes de reconstruccions de la història humana.

La racionalitat va proposar formes de desenvolupament històric que assenyalaven el perfeccionament de la cultura, des de cultures simples i primitives a les més complexes i avançades tècnicament; d'altres marcaven l'argument en el creixement de l'ètica i la llibertat; d'altra banda uns tercers posaven l'èmfasi en les modificacions en les formes de treball i de la propietat amb un avenç en l'ètica social per mitjà de fases revolucionàries. Sigui com sigui, totes apunten una història amb grans fases del desenvolupament de la societat humana que es podien reconstruir i que tenien una base racional en què es veia el desenvolupament de l'acció humana i la voluntat dels pobles com a motor de la història.

Als Estats Units d'Amèrica, un dels pioners de l'antropologia va proposar una d'aquestes reconstruccions racionals del giny humà. Lewis Henry Morgan va escriure un dels llibres clàssics de l'antropologia, *Ancient society*, en què analitza les societats indígenes dels Estats Units, que en aquell moment encara eren àmpliament observables. A partir de l'estudi de societats com la iroquesa, Morgan postula l'existència de set períodes corresponents a set estats d'evolució cultural de les societats humanes: tres períodes (antic, mitjà i recent) de salvat-

gisme, els mateixos tres dins de la barbàrie i finalment el de civilització, dividit en antic i modern. Cada un d'aquests períodes està marcat per una adquisició de la cultura humana:

- El primer trànsit el marquen la pesca i el foc.
- El segon trànsit l'indiquen l'arc i la fletxa.
- El tercer, l'aparició de la ceràmica, que donà pas a l'estatus mitjà, la barbàrie.
- El quart, la domesticació i la construcció en maó i pedra.
- El cinquè, l'adquisició de la tecnologia del ferro.
- El sisè i darrer, que dóna pas a l'estatus superior de la civilització, està marcat per la invenció de l'alfabet fonètic i l'ús de l'escriptura.

Aquesta és una típica història evolutiva del giny i la voluntat humana que va millorant les formes de vida de manera progressiva en un esquema racional. Per molt que sigui vuitcentista, hi ha reconstruccions recents en arqueologia prehistòrica que repeteixen esquemes similars, acumulatius, amb millores en cada trànsit d'etapa.

Tanmateix, una de les més completes, i que ha tingut més èxit, entre aquestes reconstruccions racionals, és la construïda per Vere Gordon Childe, un brillant arqueòleg australià instal·lat al Regne Unit. En la primera meitat del segle xx va bastir una seqüència d'evolució cultural molt perfeccionada i que tenia en compte les descobertes més recents del moment. Es tracta d'una seqüència que introdueix l'evolució, la lluita per l'alimentació i la importància de les relacions de treball. És una reconstrucció feta dins el context del marxisme però introduint-hi conceptes evolutius. Pren de base la seqüència de Morgan fins al punt que n'hereta el llenguatge.

En el seu llibre més teòric, en el qual destil·la el seu concepte, *La evolució social*, planteja la dicotomia entre evolució natural i evolució social i construeix una seqüència de salvatgisme, barbàrie i civilització. En aquesta el pas de cada fase a la següent es dóna per mitjà d'una revolució. És el promotor del concepte *Revolució neolítica*, per a explicar el pas del salvatgisme paleolític a la barbàrie neolítica, i *Revolució urbana*, per a situar el trànsit a la civilització. Aquest esquema l'aplicà tant a la prehistòria d'Europa (*The prehistory of European society*), com a l'aparició de les grans civilitzacions antigues del Proper Orient (*Los orígenes de la civilización*). Fins i tot, en un llibre tardà (*Progress and archaeology*) assumeix l'evolució progressiva i dibuixa un esquema similar al que nosaltres definirem més avall, amb les grans adquisicions de la humanitat però que, en comptes de situar-les en un concepte darwinian, ho fa en una concepció racional, progressiva.

A més de seguir esquemes progressius, en què evolució és sinònim de progrés i l'evolució social es diferencia de la natural, les reconstruccions de Morgan i Childe, com la seqüència clàssica dels modes de producció generada pel mar-

Nota

En aquest darrer trànsit, Morgan fa una concessió i accepta l'escriptura jeroglífica com a forma de civilització.

Referència bibliogràfica

L. H. Morgan (1878). *Ancient society* (pàg. 12-13).

xisme, tenen pretensions d'universalitat; és a dir, totes les societats de la història humana es regeixen pels mateixos principis i han seguit la mateixa pauta evolutiva.

El racionalisme és universalista i teleològic; és a dir, hi ha una finalitat en la història que és el progrés i el desenvolupament de la civilització com a grau superior de l'evolució. De fet, les primeres concepcions de l'evolució natural, anteriors i posteriors a Darwin, també eren teleològiques, també observaven una finalitat en l'evolució. Quants de nosaltres no ha sentit dir que els humans som l'espècie superior? El final de l'evolució?

Fins i tot els primers investigadors de l'evolució humana en la França del segle XIX, els descobridors de les fases més primitives, abans de l'adveniment dels pioners moderns als quals ens referirem més avall, seguien esquemes molt pautats d'evolució racional. Consideraven, seguint els postulats il·lustrats de Rousseau, que els humans de la prehistòria més primitiva, abans de les grans transicions, eren ingenus, en el sentit literal i culte del terme. Tenien una relació natural amb l'entorn, de no-agressió, de no-transformació, de conservació. Entre altres consideracions, aquests humans no estaven mediatitzats per concepcions complexes, modernes i anihiladores com la religió.

L'escola francesa de prehistòria es va trobar l'any 1879 davant d'un problema greu: la descoberta d'Altamira feta per Marcelino Sanz de Sautuola. A França ja s'havien trobat objectes decorats però la magnificència i enlluernament d'aquelles pintures, de la tècnica emprada i de la clara concepció religiosa sobre les forces de la natura que traspuaven, feien que les parets decorades de la cova d'Altamira trenquessin alguna qüestió important en l'esquema evolutiu dels primers prehistoriadors. L'lur esquema evolutiu racionalista se n'anava en orris perquè la religió apareixia massa d'hora, sense que es pogués assenyalar l'existència de jerarquies ni classes que comandessin i alienessin la resta de la població. De tot això darrer, evidentment, no en sabem, però sí que avui hem d'acceptar que el simbolisme és molt primitiu i que va ser socialitzat ben aviat en el nostre procés evolutiu.

L'arqueologia del segle XXI ha fet un altre descobriment que acaba de trencar molts dels esquemes racionalistes existents: la troballa de Gobekli Tepe, a l'Anatòlia oriental, del que ha estat interpretat com un santuari de fa onze mil anys. Va ser construït amb tècniques molt complexes i avançades, amb una decoració superba, fet per poblacions de caçadors-recol·lectors. Hom ha considerat generalment que només les societats d'agricultors i ramaders podien ser suficientment complexes i podien tenir prou temps i generar prou excedents alimentaris, econòmics i de mà d'obra per a generar un santuari de dimensions similars a Stonehenge. El que havien estat axiomes clars de les reconstruccions racionalistes com la de Gordon Childe s'han de reconsiderar. Clarament, les darreres poblacions de caçadors-recol·lectors ja havien aconseguit un nivell tan alt de complexitat, ja havien evolucionat tant en els dominis econòmic,

social i simbòlic, que van anar molt més enllà del esquemes que nosaltres els hem marcat en els models de reconstrucció del passat, fins i tot en els més actuals.

L'esquema racionalista s'estava trencant també per d'altres punts. El més important: Charles Darwin. Darwin, en primer lloc va introduir la selecció natural, un mecanisme de fixació del canvi que eliminava la voluntat de canvi que altres evolucionistes primitius, com Lamarck, havien introduït per concebre l'evolució. L'evolució no la comandaven les espècies mateixes en funció d'una percepció sobre el seu entorn, sinó que hi havia un mecanisme natural, cec, no controlat, que fixava o rebutjava les modificacions. Per altra banda, no tenia una concepció teleològica; és a dir, l'evolució era també cega, no tenia una finalitat, un objectiu, no cercava la superioritat. Aquests postulats van fer caure el racionalisme en el món de la biologia i van enfurismar no pocs pensadors, fins i tot en l'ala més esquerrana de la societat. Els sectors progressistes, com a tals, evidentment havien de considerar que l'evolució havia de tendir al progrés i, aplicada als humans, per descomptat que nosaltres havíem de poder guiar el procés evolutiu, com el progrés econòmic i social era guiat pels interessats mateixos.

Això no obstant, com hem dit, en el segle XX es van mantenir esquemes racionalistes aplicats a la història social humana. A aquestes alçades ja es deu veure clar que nosaltres intentarem de trencar el que queda dels nostres models racionals per entendre l'organització humana.

Abans de poder aplicar formes diferents de comprendre el desenvolupament històric humà, el més essencial que hem de fer és variar l'enfocament del concepte de cultura per portar-lo a un àmbit diferent i més ampli. Volem citar un clàssic de l'antropologia per a iniciar aquesta reflexió, Edward B. Tylor. En el seu text de 1871, *Primitive culture*, Tylor ofereix una bona definició de cultura:

“La cultura o civilización, en sentido etnográfico amplio, es aquel todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, el derecho, las costumbres y cualesquiera otros hábitos y capacidades adquiridos por el hombre en cuanto miembro de la sociedad.”

E. B. Tylor (1975). *La ciencia de la cultura*. A: J. S. Kahn (ed.). *El concepto de cultura: textos fundamentales. Escritos de Tylor (1871), Kroeber (1917), Malinowski (1931), White (1959), y Goodenough (1971)*. Barcelona: Anagrama (pàg. 29).

Els continguts de la cultura, per a Tylor, són tots immaterials, configuren aquella estructura dels humans que s'ha considerat clàssicament transcendent i que hom considera que ens defineix davant la resta d'éssers vius. I es tracta de propietats heretades en tant que membres d'una societat i que, en conjunt, distingeixen una societat d'una altra. En aquest sentit, aquí nosaltres haurem de seguir un discurs que ens porti a admetre els constituents materials de la cultura, començant per les eines mateixes i la forma de l'entorn natural que creem. Després de fer aquest esforç, ens podrem adonar que les formes de la cultura no defineixen només les societats com a esquemes conscients i voluntaris i immaterials, sinó que també són formes que, de manera inconscient

Referència bibliogràfica

S'ha reeditat el primer capítol del llibre de Taylor en una edició de textos fonamentals sobre el concepte de cultura (Kahn, 1975) que trobareu referenciada a la bibliografia.

Nota

És una bona definició perquè hi veiem com traspua el concepte immaterial, fins a cert punt transcendent de la cultura.

i inadvertida, els adapten en la seva supervivència en el medi. Així haurem canviat del tot el concepte de cultura i l'haurem preparat per a l'aplicació de les bases evolutives.

1.2. Síntesi esquemàtica d'evolució dels trets culturals humans

El nostre propòsit serà, doncs, de situar tota la complexitat humana sota l'òrbita de l'evolució darwiniana, fins i tot la base del simbolisme, allò que és en l'arrel de l'organització social, del llenguatge, de l'art... de tot el que anomenem *Cultura*, així, en majúscules. Repassarem les diferents adaptacions humanes, la seva història i llur importància en l'esquema evolutiu del nostre gènere. Tot això no obstant, no deixarem de situar, per a diferents moments, la importància també d'hipòtesis manllevades de teories de la història. L'evolució cultural humana és, de fet, un dels objectes d'estudi típics en què es troben una gran diversitat de disciplines acadèmiques, un dels objectes de recerca anomenats *transdisciplinaris*.

Introduïrem el tema de la contradicció entre idealisme de les visions antropocèntriques i materialisme de l'evolució, tot repassant la base de les accepcions del terme humà al llarg del passat per a acabar situant l'inici de la recerca científica de l'evolució humana amb la investigació d'Eugène Dubois i Raymond Dart i, sobretot, amb el treball de la família Leakey i tots els seus col·laboradors. Tots ells situaren les bases de la recerca en evolució humana.

Eugène Dubois descobrí a Java el 1891 les restes d'ancestres humans, que ell va anomenar *Pitecanthropus erectus*, en referència clarament al que ell considerava que era una baula entre els humans i els grans simis. Fou el primer que, prenent com a base les hipòtesis de Darwin, va iniciar una recerca per trobar aquests ancestres humans intermedis. Raymond Dart descobrí el 1924 el fòssil d'un individu infantil a la localitat de Taung a Sud-àfrica, que va batejar com a *Australopithecus africanus*. Finalment, Louis i Mary Leakey van iniciar als anys 1930 a l'est de l'Àfrica un projecte de recerca de gran abast que va incloure arqueologia, paleoantropologia, etologia de grans simis, geologia, datacions... Podríem dir que és el primer gran projecte modern, que va incloure desenes d'investigadors i que es va estendre per Tanzània i Kenya tot inaugurant la recerca en el racó de món que es va anomenar el bressol de la humanitat.

Fou en aquests moments quan la teoria de l'evolució i la recerca empírica van posar damunt la taula les adaptacions típicament humanes i és també aquest el punt en què nosaltres en comencem el repàs. A partir d'aquí, dedicarem l'última part d'aquesta introducció a iniciar el camí de la materialització de la cultura humana veient sumàriament el procés evolutiu d'adquisició dels trets humans i què implica en el nostre coneixement: bipedisme, creixement cerebral, producció d'instruments i transformació de l'entorn per a crear el nínxol típicament humà, simbolisme, llenguatge. Aquest sumari serà desenvolupat en el temari extens.

Iniciem, doncs, el descobriment de la cadena de les adaptacions homíniques amb la més antiga: el bipedisme. Una cadena que ens permetrà de veure l'origen dels trets "culturals" i ens ajudarà a centrar per què considerem la cultura a la llum de l'evolució darwiniana.

El bipedisme és una característica típica homínica, ens permet de caminar sobre dues cames i implicà una sèrie de canvis relacionats en l'estructura anatòmica i en la relació amb l'entorn. Fou molt important, però no obrí immediatament les portes de nous hàbitats: entre les descobertes a partir dels anys noranta, s'hi compta la constatació que els primers gèneres homínics eren bípedes, caminaven sobre dues cames, però continuaven essent habitants del bosc. És en especial el creixement cerebral i el que anomenem *intel·ligència operativa*, la producció d'eines i la modificació de l'espai, les adaptacions que permeten de situar la conquesta dels espais oberts, de la introducció en la sabana. En el quadre següent indiquem algunes de les qüestions principals lligades a l'adquisició de la capacitat de transformació i que ens distingeixen dels gèneres pròxims actuals i dels homínics pretèrits. La informació referent als ximpanzés és avui dia àmplia, sistemàtica i rica i permet de conèixer una informació molt profunda i que ens indica com, a diferència dels humans, els ximpanzés, malgrat que fan servir objectes per adquirir uns aliments que no tenen a l'abast de cap altra manera, no poden accedir a hàbitats nous amb aquests estris, tal com indiquem en el quadre:

Característica	Ximpanzés	Humans
Relació amb la dieta	Ampliació	Ampliació
Hàbitat d'ús	Mateix hàbitat	Accés a nou hàbitat
Forma de manipulació	Directa amb la mà	Interposició d'un objecte
Grau de modificació	Modificació de dimensions	Dimensions i creació de forma
Cadena operativa	Curta o inexistent	Llarga i complexa

Definim en què consisteix el nínxol de transformació amb el desig de clarificar algunes posicions. No es tracta només de la creació d'instruments sinó, a la llarga, de la transformació de l'espai vital i, sobretot, dels aliments. En aquest quadre destaca la constatació que les eines, un tret cultural humà, ens permeten i ens permeten encara avui la supervivència. Per tant, aquests tipus de comportaments, en els humans i en els ximpanzés, ens obren les portes de la subsistència. La constatació esmentada és la base perquè nosaltres comencem a descobrir en altres formes de comportament humà el mateix component d'adaptació per a la subsistència.

Com a últim extrem d'aquest argument que lliga cultura i supervivència obrim també el pas a hipòtesis que, per mitjà de la competència per l'espai i els recursos, ens expliquen l'expansió humana al llarg de tota la seva història com a expressió de la competència entre societats. Com a paradigma d'aquestes hi-

Referències bibliogràfiques

Sabater Pi, 1978; Schick *et al.*, 1999; Whiten *et al.*, 1999; Mercader *et al.* 2002.

pòtesis podem esmentar les restes de canibalisme d'*Homo antecessor* a Atapuerca, que han estat situades en un comportament cultural humà en el marc d'una competència per l'espai i per la supervivència (Saladié *et al.*, 2012).

La intel·ligència operativa, és a dir, la fabricació d'eines i la transformació de l'espai, són a la base de la cadena d'adaptacions humanes singulars. Per a poder discutir sobre la humanització cal revisar les dades empíriques referents a l'aparició del comportament tècnic. Tenim registre arqueològic amb eines de pedra des de fa 2,6 milions d'anys a tota l'Àfrica oriental, regió des de la qual veiem l'expansió del gènere humà (Roche *et al.*, 1999; Semaw, 2000; Semaw *et al.*, 2003). S'han descobert jaciments amb eines de pedra a Etiòpia i Kenya. En tots dos països ens movem amb datacions entre els 2,6 i els 2,3 milions d'anys d'antiguitat. Podem afirmar, doncs, que la intel·ligència operativa humana s'inicià en aquest moment i descabdellà la resta de les adaptacions, començant pel control i la transformació del territori i els seus recursos.

El control dels recursos de l'espai de manera efectiva i eficient pensem que va conduir a un creixement demogràfic suficient perquè moltes poblacions s'haguessin de moure a zones i territoris nous en una mena d'explosió territorial dels hominins que van portar molts dels grups fins i tot a continents nous. L'entrada a l'Àsia, que veurem a continuació, l'hem de situar en aquesta expansió i lluita pel territori. Considerem que, evidentment, els que hagueren de buscar territoris nous foren els menys eficaços i competents.

La primera baula en l'expansió territorial humana sembla que va ser el Proper Orient i el Caucas. Les descobertes recents al jaciment de Dmanissi, a la República de Geòrgia (Gabunia i Vekua, 1995; Gabunia i Lordkipanidze, 2000; Gabunia *et al.*, 2000; Gabunia *et al.*, 2001; Gabunia *et al.*, 2002; Lumley *et al.*, 2002) estan situant l'expansió hominina en un moment molt primitiu, de fa 1,8 milions d'anys. L'expansió no és només en termes de geografia sinó també en termes d'ecologia i hàbitats. En la determinació de les adaptacions i capacitats hominines serà molt important el coneixement bàsic de l'ecologia. A aquest tema haurem de dedicar també una part important de l'aprenentatge.

L'expansió geogràfica i d'hàbitats associada a la competència entre grups humans és el que ens permet d'explicar, com hem dit, el canibalisme de TD6, més enllà d'una aplicació necessària de conceptes de caire cultural.

Des que es va descobrir s'ha posat sempre de manifest com és de "casual" l'aparició de les primeres eines de pedra al mateix temps que, segons els fòssils humans que posseïm, el cervell humà patí el primer creixement important en les seves dimensions. Els primers humans, de fa aproximadament 2,3 milions d'anys, ja presentaven un cervell d'uns 600 cm³, un 50% més que el del gènere *Australopithecus*.

És evident que el dilema de l'ou o la gallina es resol perquè totes dues característiques, les eines i el creixement cerebral, van aparèixer al mateix moment i es van reforçar mútuament. La fabricació d'instruments influencià la complexitat creixent del cervell i un cervell cada cop més gran permeté la producció d'eines més potents.

Entre les millores de la vida humana gràcies al tàndem cervell-eines tenim la transformació del medi amb la construcció de les primeres cabanes o aixoplucs. També hem de tenir en compte la capacitat de caçar preses de manera sistemàtica, fet que situà els humans progressivament en el punt més alt de la cadena tròfica. Un últim avenç de la tecnologia va ser el descobriment de com fer foc. De ben segur que els nostres avantpassats van maldar per trobar la manera de reproduir tècnicament i controlar el foc que patien de tant en tant de manera natural. Fa 400.000 anys es va produir la primera domesticació extensa del foc. A partir d'aquí hem de situar avenços tan importants com el menjar cuit, la producció de llum o la protecció del grup. Tota una sèrie de trets culturals que neixen de la capacitat biològica humana marcada pel cervell i les eines. De manera directa cal destacar que el foc permeté l'aprofitament màxim de l'aliment: en coure la carn, es pot consumir tota sense deixar-ne res als carronyaires, ja que cuita podia durar més en el temps. D'altra banda, el foc permet menjar productes vegetals que crus són indigestos. Així, veiem de manera gràfica com les eines, els productes de la cultura material humana, milloren la subsistència.

Ara fa 400.000 anys també es va produir una altra revolució. Els ossos de l'orella dels espècimens d'*Homo heidelbergensis* de la Sima de los Huesos d'Atapuerca ens indiquen que aquells humans eren capaços d'oïr i discernir unes freqüències de so molt pròximes a les nostres. Aquesta dada ens ha fet plantejar que ja tenien un llenguatge articulat. D'època més recent, algunes de les nombroses restes d'*Homo neanderthalensis*, descrites a Europa i el Proper Orient, presenten un petit os de la gola, anomenat *hioide*, amb una morfologia especial que té relació amb la llengua i en l'*Homo sapiens* té una morfologia molt singular, diferent de la que presenta aquest mateix os en altres simis. Doncs bé, el dels neandertals ja és molt pròxim al nostre. Tot això reforça la idea de la capacitat per al llenguatge. El llenguatge permet als humans de fer-se una imatge del món i fer-la servir per a millorar l'adquisició de recursos i reforçar els lligams interpersonals. Aquest canvi és essencial. I de nou la paleontologia i l'arqueologia ens posen davant d'una capacitat típicament humana i que apareix d'una manera ruda en un moment molt primitiu i abans de l'aparició de la nostra pròpia espècie. A més, veiem com aquesta capacitat es va desenvolupant i va evolucionant fins arribar a l'actualitat. No apareix de cop com és avui, sinó que té una llarga evolució.

Del llenguatge n'ha de néixer, lògicament, el simbolisme. El registre arqueològic i paleontològic ens en torna a donar dades. Sense moure'ns d'Atapuerca i sense deixar els mateixos espècimens d'*Homo heidelbergensis*, l'estudi de les circumstàncies del seu descobriment, dels sediments i de les restes que els en-

voltaven han permès de proposar la hipòtesi que van ser acumulats per altres humans en una mena de fossa comuna; un comportament funerari que és la prehistòria de les nostres tombes. Després d'una primera fase d'acumulació de morts d'Atapuerca tornem a trobar la fase d'enterraments individuals en el món d'*Homo neanderthalensis*, que ja va practicar autèntiques fosses per a enterrar els seus morts. Fins i tot en algunes d'aquestes tombes neandertals, escampades per tot Europa, el Proper Orient i l'Orient Mitjà, s'ha descrit ofrenes, com banyes de cérvol, ullals de senglar o flors.

El llenguatge i el món funerari constitueixen una categoria que s'anomena *simbolisme* i, dins del simbolisme, hi ha altres comportaments, entre els quals destaca la figuració, ja sigui en forma de pintura com de gravat o escultura. De pintura, a la història humana no se'n donà, pel que sabem avui, abans de fa 40.000 anys (en nombres rodons). És l'única data tardana dins de totes aquestes transformacions. Però la figuració no es restringeix a la pintura; la fase més primitiva d'aquest comportament sembla haver consistit en l'elaboració de petites figures, com les de Berekhat Ram (Alts del Golan) o Tan-Tan (Marroc), la primera de les quals té entorn de 250.000 anys d'antiguitat.

El llenguatge, el simbolisme, el foc i el comportament funerari són facetes del comportament humà que constitueixen, alhora, adaptacions evolutives. No cal anar gaire lluny en les explicacions respecte a l'avantatge del llenguatge perquè són molt òbvies i lògiques. Posem, tanmateix, l'exemple del simbolisme i de com el simbolisme pictòric de l'*Homo sapiens* a Europa va marcar el territori amb les seves imatges simbòliques indicant-ne la possessió. La generació, a més, d'una cultura que identificava totes les societats d'*Homo sapiens*, distintes de les d'*Homo neanderthalensis* que no tenien aquest comportament simbòlic tan socialitzat, va permetre una cohesió social que els va fer més eficaços en la lluita per la supervivència.

Hem de destacar que aquest descobriment ràpid de les adquisicions humanes més pregones al llarg de l'evolució ha estat possible gràcies al treball de l'arqueologia i la paleontologia humana. Aquestes disciplines han permès posar de manifest els productes de la manufactura humana, la presència de foc, la relació de certes restes amb el llenguatge o amb el simbolisme. Podeu trobar aquest viatge als orígens de manera més detallada en el volum *Planeta humà*.

1.3. Continuïtat i discontinuïtat del procés evolutiu

Hem volgut marcar en aquest ràpid viatge diferents fronteres temporals: els 2,6 milions d'anys de les primeres eines o els 400.000 de l'acumulació de morts, de l'aparició del llenguatge i del foc. Tanmateix, com més va més ens adonem que aquestes fronteres són molt difícils o, més ben dit, són fictícies. Només són una lleugera indicació perquè a banda i banda se sol veure un *continuum*. Les adaptacions no comencen de cop i volta, sinó que tenen una llarga història i prehistòria. Els processos evolutius acumulatius semblen la norma.

Aquests processos que fan difícil d'assenyalar fronteres dins de l'evolució humana també impedeixen de situar distància entre els humans i els nostres parents pròxims, els simis. Així veiem com, si bé nosaltres produïm formes noves en els instruments, els ximpanzés ja fan servir objectes, la qual cosa apunta a una qüestió de grau de complexitat, no de frontera completa. Les relacions socials, la consciència d'un mateix i l'empatia són característiques molt àmpliament esteses entre els mamífers. Això ens indica que no són una herència estrictament humana, sinó de la nostra història natural. Justament aquest és el concepte i la visió materialistes que nosaltres volem desenvolupar tot demostrant, a més, que són característiques adaptatives.

Situada la perspectiva materialista i evolutiva de la cultura, només ens queda assenyalar-ne l'eficàcia també per a analitzar els fets històrics i d'aquesta manera trenquem també la pretensió d'una frontera que pretén separar la manera d'interpretar la prehistòria i la història. Per fer-ho evident d'una manera ràpida en aquesta introducció ens podem referir en primer lloc als canvis en el paisatge que determinen les possibilitats de les societats de desenvolupar-se. Més enllà de les grans catàstrofes sobradament conegudes, podem tenir en compte com, per exemple, els arrossars de l'Ebre es desenvolupen a favor de la formació d'un delta que no existia en l'antiguitat romana, o que molts dels ports d'època romana de Catalunya estan colgats bé per al·luvions fluvials o per sorrells de dunes, perquè el paisatge canvia. Però el que és més pregon són els exemples de la Petita Edat de Gel que va afectar Europa del segle XIV al XIX i que va comportar males collites, glaçades extremes de rius com el Tàmesi o que van influir en fenòmens catastròfics com ara la pesta negra.

Aquest mateix investigador, en *La corriente de El niño y el destino de las civilizaciones. Inundaciones, hambrunas y emperadores*, amplia el focus de visió a tot el món i a diferents èpoques per situar crisis de tot tipus, alimentàries, socials... que van patir distintes societats a causa de modificacions en el clima o en les seves variables. Presenta, entre altres, la crisi del final de l'Antic Egipte causada per una minva en les inundacions del Nil. Aquesta serà una de les lectures que proposarem per a entendre aquests fenòmens i poder observar com el clima influeix en les societats i la seva història i com l'òptica evolucionista és pertinent. Al llarg del curs volem presentar uns quants d'aquests casos que ens porten a la memòria crisis recents com la de l'huracà Katrina.

Així entrem en el domini que més ens interessa en la formació d'un criteri sobre la realitat humana. Allà on l'aplicació de la teoria de l'evolució a la història cultural humana té una importància cabdal més enllà de la ciència és en l'anàlisi de la realitat actual i en la prospectiva del futur humà. Només la perspectiva temporal profunda de l'evolució ens permet de tenir una visió vàlida dels fenòmens tant climàtics com ecològics de l'actualitat alhora que ens permet d'avaluar les capacitats de transformació humanes i el seu paper actual.

Referència bibliogràfica

L'antropòleg Brian Fagan ha recollit aquest fenomen en un volum de divulgació, *La pequeña edad de hielo*, en què desgrana les implicacions històriques del fenomen a Europa.

Hem volgut assenyalar com la història humana no és simplement el desenvolupament d'un progrés tecnològic i social, que aquest pretès progrés moltes vegades no s'ha donat i que el que hi ha és una millor adaptació de les poblacions humanes. Això no obstant, no podem negar, ni nosaltres com historiadors ni els biòlegs que estudien la totalitat de l'evolució dels éssers vius, que hi ha un clar creixement de la complexitat. De la mateixa manera que en la biosfera han aparegut sistemes cada cop més complexos, tant pel que fa a les espècies com a les seves relacions, també en la història humana hi ha un creixement de la complexitat. També hem après que aquesta complexitat no és una llei, que la complexitat es trenca, que societats altament complexes també han desaparegut, s'han extingit, com les espècies. I això ens ha de servir tant per a analitzar i entendre el passat com per a prospectar el futur.

2. Guia d'aprenentatge

2.1. Estructura i presentació general dels blocs

Bloc 1. La cultura com a fenomen biològic adaptatiu, no solament immaterial, producte del procés evolutiu de la ment

Presentació i primera discussió. “No hi ha cap document de la cultura que no ho sigui també de la barbàrie”

El bloc de presentació, a partir de la cita de Benjamin, està dedicat a proposar el model evolutiu per a explicar la història com una hipòtesi per la qual molts dels fenòmens de la cultura, la societat, l'economia de les societats humanes estan fonamentats pels conceptes darwinians típics: adaptació, lluita per la supervivència i selecció natural, en aquest cas, de societats humanes. S'hi repassen les bases de la teoria de Darwin per actualitzar continguts i anivellar les competències d'accés dels estudiants i es veuen quins criteris i conceptes són aplicables a la història, i fins a quin punt. S'hi farà un primer repàs dels fenòmens que anirem veient de manera més detallada al llarg del curs. En el camp dels fenòmens de la cultura analitzables sota l'òptica darwiniana tenim el concepte mateix de cultura i, en especial, tots els productes de la nostra ment i consciència.

Bloc 2. Introducció a l'evolució

Aquest curs, malgrat la perspectiva que se li ha donat, no deixa de ser, en bona mesura, un curs d'introducció a l'evolució humana, la prehistòria i el mètode arqueològic d'estudi. Per això, els dos primers blocs es dedicaran a desenvolupar el contingut bàsic de la disciplina. El primer presentarà les bases de l'evolució de la vida a la Terra. Començant per l'origen de la vida i la recerca que en va fer possible el descobriment, ens endinsarem en els conceptes essencials de genètica per comprendre com es produeix l'evolució perquè puguem entendre després l'evolució humana en particular, tant la biològica com la cultural que nosaltres proposem. Introduïrem l'ADN, la genètica i les bases de la teoria darwiniana de l'evolució i la seva versió actualitzada al segle XX, el que anomenem *teoria sintètica de l'evolució*.

En aquest mateix bloc presentarem amb més detall les bases biològiques, cel·lulars, per a comprendre l'evolució, la noció de canvi i evolució sobre l'herència. El concepte més important per presentar i desenvolupar és el de l'arbre de la vida, ja que és l'únic que ens permet de trencar amb la concepció errònia d'una evolució en escala gradual en una sola branca. Aquesta darrera ha estat la manera popular i clàssica d'entendre l'evolució humana en una

Nota

Cadascun d'aquests apartats serà tractat a partir d'una presentació i tindrà unes lectures associades que han d'ajudar l'estudiant a formar el propi coneixement i criteri en el camp de l'evolució cultural i social.

direcció de progrés envers l'*Homo sapiens*: un preconcepte teleològic que cal abandonar. No pensem que aquesta forma de veure l'evolució en arbre és nova perquè, de fet, ja la va plantejar Charles Darwin mateix.

Bloc 3. Evolució humana: selecció natural de la biologia i del comportament humans

En aquest bloc es presenten sistemàticament les fases més primitives de l'evolució biològica humana, que inclou també l'inici de l'evolució cultural. Començarem amb les grans fites de la història de la descoberta de l'evolució humana per a introduir, a continuació, la metodologia de l'arqueologia de l'evolució humana, amb una incidència important en la clarificació del període temporal i geològic en què es desenvolupà el procés evolutiu humà en el passat. S'introduirà el concepte de quaternari i les seves etapes perquè es compregui la dimensió temporal. Serà vital que l'estudiant conegui la realitat de l'arqueologia, la seva metodologia de camp, com és el registre en què ens basem per a la reconstrucció de l'evolució humana, com es presenta i com es recupera, tot fent èmfasi en la generació d'hipòtesis que l'expliquin. En aquest sentit es vol que l'alumne conegui, no necessàriament que domini, el món de la recerca i de la generació d'hipòtesis. Es faran servir sobretot els exemples dels jaciments excavats per l'Institut de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES) per a il·lustrar-ne la metodologia. La introducció de la disciplina i la seva metodologia requerirà la presentació de les ciències i tècniques que participen en la recerca en evolució humana (geologia, paleontologia, palinologia, geocronologia, biologia, història...) per a reforçar la visió d'una investigació transdisciplinària.

Els humans som un gènere dins l'ordre dels primats. D'humans n'hi ha hagut diferents espècies al llarg de l'evolució. Aquesta diversitat, que sempre havia existit, ha desaparegut en els darrers 20.000 anys en què la nostra espècie, *Homo sapiens*, és l'única representant del gènere que queda. Qualsevol especialista en antropologia cal que conegui la posició dels humans en l'arbre de la vida i la història del procés evolutiu del grup biològic en què estem. Per això plantejarem una introducció a l'evolució dels primats i dels hominoïdeus, els parents més pròxims de la humanitat, al llarg dels darrers 20.000.000 d'anys. Aquesta introducció donarà pas a la història evolutiva concreta de la humanitat i els seus ancestres directes des d'aquella primera bifurcació que representà la posició bípeda, la locomoció típica humana en què només utilitzem les extremitats inferiors per a desplaçar-nos. A partir del bipedisme seguirem les grans fases de l'evolució humana que preveuen els canvis en la dieta, el creixement del cervell i l'aparició del llenguatge i del comportament complex, per a acabar introduint les dispersions humanes per tota la Terra, fruit de la competència i la lluita per la supervivència. En aquest camí de desplaçaments acabarem amb l'arribada dels humans a l'extrem occidental d'Euràsia.

Bloc 4. Casos d'evolució cultural i supervivència al llarg de la història: selecció natural de la cultura?

Aquest serà el bloc central en què es desenvoluparà el model per a explicar la història humana mitjançant l'evolució darwiniana. Ens referirem a fenòmens històrics i prehistòrics organitzats en sis grans capítols, que presenten cadascun una adaptació o forma cultural, social o econòmica humana, i una conclusió que resumeix la relació del clima amb l'extinció i supervivència de poblacions i societats. Totes les adaptacions les contextualitzarem i situarem en l'evolució, tot mostrant sempre els seus referents primitius en d'altres espècies, sobretot el ximpanzé. Per a explicar aquestes adaptacions al llarg de tota la història prenem exemples de qualsevol època. Sempre es combinaran fenòmens del passat més llunyà en què s'exemplifiqui l'aparició més primitiva de l'adaptació amb fenòmens més recents, que ens permetran veure que els fenòmens adaptatius no són únicament un fet de l'anomenada prehistòria, sinó que els podem trobar fins avui. Així, com més recents siguin els fenòmens presentats, i més pròxims a nosaltres, més reforçarem el model d'aplicació de l'evolució a la història.

El denominador comú de les adaptacions que treballarem en aquest bloc serà l'explicació adaptativa dels canvis en cadascun dels dominis esmentats. Serà especialment important mostrar i demostrar la influència de l'ecologia i el clima en el canvi de condicions en què es mouen les societats humanes i les estratègies que van permetre en cada moment de superar la situació. A això es dedicarà l'últim dels temes d'aquest bloc, la conclusió: l'evolució està marcada pel clima i els canvis ambientals. La història de les societats, també: el clima té un paper tant en l'extinció d'espècies com en l'origen del neolític. Un cas paradigmàtic són les conseqüències de la Petita Edat de Gel en l'Europa medieval.

Volem cloure el curs amb unes reflexions de prospectiva en què aplegarem el coneixement desenvolupat per a llegir les possibles línies de desenvolupament futur de la humanitat, si més no cap a on es preveu que anem i quins són els reptes que afrontarem.

2.2. Detall dels blocs de l'assignatura

2.2.1. Bloc 1. La cultura com fenomen biològic adaptatiu, no solament immaterial, producte del procés evolutiu de la ment

Concepte de cultura. Material/immaterial. Cultura i violència: Walter Benjamin

Walter Benjamin fou un filòsof alemany d'origen jueu que treballà sobretot en crítica literària, qüestions d'història de l'art i estètica i les relacions dialèctiques entre l'art i la història social. El seu gran projecte era la ciutat de París al segle

XIX, l'urbanisme com a reflex de la societat i de l'estètica burgesa: el *Libro de los pasajes*. En el camp estricte de l'art i la història és molt celebrat el seu assaig, traduït al català com *L'obra d'art a l'època de la seva reproductibilitat tècnica*. A nosaltres ens interessen aquí les seves *Tesis de filosofia de la història*, en concret la VII:

“No hi ha cap document de la cultura que no ho sigui també de la barbàrie.”

Nosaltres la prenem com a divisa del curs pel que hi ha al darrere. Que quedi clar que la intenció de Benjamin no era la de situar la cultura humana sota l'òptica evolutiva ni com a forma de supervivència. Sí que feia un crit d'alerta sobre la violència associada a la cultura. Va néixer el 1892; per tant, havia viscut la Gran Guerra, les guerres colonials, enfrontaments diversos i va morir en l'inici de la Segona Guerra Mundial havent vist com s'instaurava un govern feixista a Espanya: va viure un món en què la cultura de l'altre era menyspreada i que feia servir la cultura pròpia com a arma. El nazisme alemany, amb la seva visió de la cultura, i la raça ària, amb la seva reconstrucció de la història cultural, era un clar exemple de **barbàrie**.

Els enfrontaments entre cultures, els intents de domini cultural d'una societat sobre una altra, ja sigui mitjançant l'eliminació o mitjançant la creació d'un simbolisme destinat a menystenir-la (o totes dues coses alhora), els prendrem com un fet freqüent i “natural” en la història humana i fruit de la lluita per la supervivència. La “barbàrie” la veurem en el canibalisme a Atapuerca, no perquè apliquem un concepte popular de bàrbar sinó perquè hi apliquem precisament el de Benjamin: cultura bàrbara, d'imposició, de destrucció, però també de supervivència, de lluita pels recursos. També l'observarem en la lluita pels recursos a l'Àfrica que fa dos milions d'anys impulsà diferents poblacions humanes a buscar noves àrees per sobreviure en altres continents. També serà la lluita per la supervivència entre la cultura romanocristiana i la cultura hidràulica musulmana a Hispània que permetrà a aquesta última de subsistir millor que la cultura visigoda, primer, i, després, que la feudal cristiana.

Lluita per la supervivència i evolució i extinció que sabrem veure també en l'adveniment de la cultura productora d'aliments del neolític enfront, aleshores, de la primitiva cultura de recol·lecció. La cultura neolítica en expansió cap a Europa va portar al nostre continent les llengües indoeuropees en detriment de les velles llengües del plistocè: cultures que s'imposen i cultures que desapareixen perquè no estan tan ben adaptades. Aquesta és la dialèctica de la barbàrie.

Introducció a les formes de recerca transdisciplinària en el món de la cultura

El terme *química física* fa referència a una manera d'investigar en ciències que posa de manifest una realitat que l'organització de l'acadèmia encara amaga. Fruit del pensament analític de la Il·lustració i de la filosofia moderna en general, la recerca s'ha organitzat en disciplines, calaixos que analitzen una part

de la realitat. La investigació recent ha pres plaer de furgar en les fronteres entre les disciplines, entre aquells calaixos, i hi ha trobat immenses fonts de coneixement, tot promovent que les disciplines no treballin soles, sinó que busquin allò que interessa a unes quantes.

Diem que és transdisciplinària la recerca l'objectiu de la qual es troba en la frontera de coneixement de diverses disciplines clàssiques, i així hem d'entendre l'estudi de l'evolució humana.

Exemple

S'ha donat el cas que un nivell geològic s'ha pogut situar relativament en l'escala del temps per la presència d'activitat antròpica, per la qual cosa sabem que no té més de 2,5 milions d'anys d'antiguitat. A la inversa, la geologia serveix als arqueòlegs i paleontòlegs el marc cronològic dels fòssils que descobreixen.

L'ecologia s'interessa tant pel paisatge humà, construït per nosaltres, com pel paisatge no modificat. Hi ha entre totes aquestes disciplines, geologia, paleontologia, ecologia, arqueologia, història, un nexa comú: els humans en evolució. I aquests humans en evolució són un objecte d'estudi de frontera, transdisciplinari.

En conseqüència, la manera de treballar l'evolució humana ha d'aplegar especialistes de totes aquestes i, en coherència, aquest curs ha de permetre d'adquirir una base formativa en totes i, en especial, en antropologia i arqueologia.

Transdisciplinarietat

En un jaciment arqueològic cooperen paleontòlegs que estudien els fòssils de mamífers grans i petits, geòlegs que analitzen els sediments i reconstrueixen els processos de formació del conjunt, geocronòlegs que n'extreuen mostres de sediments i de fòssils per a datar-los, biòlegs i ecòlegs que reconstrueixen les comunitats biològiques del passat i arqueòlegs que s'interroguen pel passat del comportament humà. Totes aquestes disciplines són necessàries per a un coneixement correcte del passat: són les ciències del passat.

Tot això també comporta que no es pugui estudiar el passat humà des de cap d'aquestes disciplines sense comptar amb les altres: com podem reconstruir el comportament humà si no en sabem d'antiguitat ni l'entorn ecològic en què es desenvolupa? Vet aquí la importància de parlar en aquests termes.

Un punt últim i superior de la transdisciplinarietat és l'acord per a treballar juntes de les anomenades disciplines científiques i humanístiques: la fusió de les dues cultures és un dels objectius del pensament contemporani. De fet, l'estudi de l'evolució humana ja hi treballa: hi ha disciplines humanístiques i disciplines científiques. Sobre tot cal tenir present l'argument que aquí seguirem: la darwinització de la cultura, tot creant ja un món mestís.

La ment, filla de l'evolució

Aquí hem d'iniciar l'argument en termes de metafísica per a abordar què considerem que és l'essència humana. El que sigui ésser humà ha estat clàssicament un terreny d'estudi de la filosofia, un coneixement bàsic que postulava una diferència entre el subjecte, nosaltres, el nostre esperit d'interrogació i el món material que estudiem.

En filosofia i en les reconstruccions culturals clàssiques se sol parlar de l'esperit humà i del seu desenvolupament com un fet a banda del món físic i tangible. El desenvolupament de les ciències de l'evolució humana a partir del segle XIX ha canviat aquesta perspectiva. De fet, l'oposició a Darwin ja ensumava aquest canvi dràstic. La ciència de l'evolució humana ha pogut mostrar les diferents morfologies que hem tingut els humans i ha demostrat el nostre procés evolutiu.

Entre els aspectes modificats s'ha observat el crani i el cervell que conté. La psicologia moderna ja havia postulat prèviament que el cervell era l'òrgan del pensament, de la ment i de la creació. La conjunció de tots dos coneixements comportava la idea de l'evolució del cervell i de la ment.

En un apartat posterior desenvoluparem les diferents etapes d'aquesta evolució, paral·lela al creixement de les habilitats tècniques dels humans i de la reorganització del cervell i de la modificació dels ossos de l'orella mitjana. Un procés evolutiu que ha comportat una forma de pensament nou en antropologia: com hem d'entendre que era la ment dels nostres ancestres? Pregunta difícil de respondre; però, ni que sigui a una escala relativa, està clar que tenien una ment distinta de la nostra, encara que fos molt pròxima.

Els productes de la ment en l'evolució

Les eines de l'*Homo habilis* van ser fetes per una ment, però una ment diferent de la nostra. El cervell del primer humà que va enterrar els seus morts, cavant-los una fossa individual fa com a mínim 100.000 anys, l'*Homo neanderthalensis*, era diferent del nostre, lleugerament més gran, dins un crani més baix que el nostre i més allargassat. Tenia, però, un pensament simbòlic. Devia ser diferent del nostre, organitzat potser d'una altra manera, amb un llenguatge lògic probablement diferent. L'important, tanmateix, és que aquest pensament simbòlic existia i organitzava la vida dels antics neandertals.

Abans que l'*Homo neanderthalensis*, el seu ancestre l'*Homo heidelbergensis* fa gairebé mig milió d'anys ja va acumular els seus morts en una mena de fossa natural a la Sima de los Huesos d'Atapuerca. És la primera guspira de pensament simbòlic en la nostra història evolutiva, creada per un cervell diferent del nostre físicament però que desenvolupava propietats similars. Els ossos de l'orella mitjana d'aquesta espècie també s'han pogut estudiar i han permès de

concloure que podien distingir freqüències de sons similars a les nostres, pròximes a les del nostre llenguatge. Evidentment no parlaven la nostra llengua, però sí que en tenien alguna, un llenguatge articulat.

La genètica, de la qual també hem de parlar, ha descrit fa poc una recerca segons la qual el llenguatge està propiciat per un gen concret que va aparèixer d'una manera sobtada, no lentament. Anem tancant les portes a les consideracions de la filosofia: la ment, l'esperit, el llenguatge, tot apareix en l'evolució, tot és matèria física.

A diferència del que considerava Descartes, no hi ha dos mons, físic i espiritual, subjecte i objecte de la recerca, sinó que n'hi ha un de sol, la ment és matèria extensa i no pas una abstracció. De fet, si continuem el raonament arribarem al convenciment que la filosofia mateixa és un producte de l'evolució perquè depèn de la configuració del nostre cervell. I les matemàtiques també! Els humans del passat, els que no corresponien a la nostra espècie, pensaven diferent i els del futur també pensaran d'una altra manera de com ho fem nosaltres.

El simbolisme figuratiu, el que anomenem *art*, també va aparèixer en un moment determinat, és fruit de l'evolució i no està estrictament relacionat amb la nostra espècie, l'*Homo sapiens*; ben al contrari, hi ha restes de figures més antigues que nosaltres: als Alts del Golam, al Proper Orient, el jaciment de Be- rekhat Ram ha proporcionat un petit objecte de quatre centímetres, fet en basalt, que ha estat interpretat com la primera figureta de la història. I té 230.000 anys d'antiguitat.

El que sí sembla que està relacionat exclusivament amb l'*Homo sapiens* és la pintura en les coves. Ningú no pot oblidar, tanmateix, que es tracta de l'evolució d'una cultura que ja existia i que els humans estem acumulant l'experiència i les millores de totes les espècies que ens han precedit, tot i que potser hem tingut maneres de pensar diferents i que unes d'aquestes espècies parlem i han parlat, i d'altres potser no.

La ment i els seus productes, l'art, el símbol, el pensament abstracte sobre la mort, les matemàtiques, el pensament científic i filosòfic, tot ha nascut en el procés evolutiu humà. Més enllà d'aquest concepte, el més important és que aquestes formes de la ment han de ser considerades adaptacions propiciades per la selecció natural en la lluita per la subsistència i que han permès, a les poblacions que les han desenvolupades, més supervivència.

Fins i tot el simbolisme de les coves pintades serví a les poblacions d'*Homo sapiens* per a sobreviure enfront de l'*Homo neanderthalensis* que no en feia. Serviren per a senyalitzar el territori, per a marcar-lo i posseir-lo, per a mantenir-ne els recursos davant dels altres: l'expressió de la barbàrie de Benjamin. També per a cohesionar la població que se sentia identificada amb les pintures: viure de l'art.

Evolució i cultura

Les formes de la ment han aparegut amb l'evolució i d'aquestes formes de la ment integrades en una forma d'organitzar-les que varia de regió en regió en diem *cultura*. De la manera com una població entén i organitza el món, de com se l'imagina i de com es relacionen els seus individus per a generar entre ells una cohesió i una comunitat d'acció, en diem *cultura*, i de l'expressió d'aquests patrons no a escala regional sinó global, en diem *cultura humana*.

La cultura es desenvolupa i diversifica si ens movem en l'espai i s'ha modificat al llarg del procés temporal de canvi que ha patit el gènere humà des de fa 2,5 milions d'anys. Cultures en el temps i en l'espai. Cultures que han acumulat coneixement amb el temps i una cultura humana que podem reconstruir mitjançant la suma de totes les cultures regionals actuals.

Si les formes i aspectes de la cultura han aparegut amb l'evolució i són fruit de la selecció natural que va afavorir la subsistència de poblacions amb el gen del llenguatge, amb un cervell més gran, poblacions que creaven símbols abstractes o materials, també és possible d'analitzar les cultures del passat i del present com a subjectes de l'evolució. En resum, hem de poder plantejar que les cultures com a tal també estan sotmeses a la selecció natural, a l'adaptació, a la mutació i a la diversificació. Que hi haurà cultures que, segons el medi ambient en què es troben, són més eficaces que d'altres. La part principal d'aquest curs està dedicada a mostrar exemples d'aquesta selecció natural de les cultures.

Si la genètica i l'evolució biològica assenyalen competència i selecció natural entre individus, entre poblacions i entre espècies, nosaltres volem remarcar el paral·lelisme amb la competència entre societats, tecnologies i cultures.

Promourem la lectura de les cultures que han subsistit i que s'han extingit en la competència al llarg de tota la història, des del plistocè fins a l'actualitat, i promourem també una lectura temàtica: evolució de la tecnologia, de l'habitatge, de l'economia, del control del territori, de la societat. Així, pretenem una visió completa de tots els aspectes de la cultura humana i no restringir-la als apartats més abstractes: cultura és una relació amb el món, amb l'entorn i amb les altres societats.

Bibliografia

Beja-Pereira, A.; Luikart, G.; England, P. R.; Bradley, D. G.; Jann, O. C.; Bertorelle, G.; Chamberlain, A. T.; Nunes, T. P.; Metodiev, S.; Ferrand, N.; Erhardt, G. (2003). "Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes". *Nature Genetics* (núm. 35, vol. 4, pàg. 311-313).

Boyd, R.; Silk, J. B. (2001). *Cómo evolucionaron los humanos*. Barcelona: Ariel (pàg. 215-237, 427-448, 506-508, 524-538).

Bufill, E. (2010). *L'evolució del cervell*. Barcelona: Rafael Dalmau (pàg. 23-47 i 49-63).

Butzer, K. W.; Endfield, G. H. (2012). "Critical perspectives on historical collapse" *Proceedings of the National Academy of Sciences* (núm. 109, vol. 10, pàg. 3628-3631).

Campillo Álvarez, J. E. (2004). *El mono obeso. La evolución humana y las enfermedades de la opulencia: diabetes, hipertensión, arteriosclerosis*. Barcelona: Crítica (introducció i capítol 2).

Cavalli Sforza, L. L. (2007). *La evolución de la cultura*. Barcelona: Anagrama (Capítols X-XV).

Cavalli-Sforza, L. L. (1993). "Genes, pueblos y lenguas". A: J. Bertranpetit (ed.). *Orígenes del hombre moderno*. Barcelona: Prensa Científica, SA (pàg. 49-56).

Diamond, J. (2010). "Sociology: Political evolution". *Nature* (núm. 467, vol. 7317, pàg. 798-799).

Galiana, A. (1999). *Nosaltres els humans. L'ecologia d'uns animals mitjanament intel·ligents*. València: Bromera (cap. 5).

Gamkrelidze, T. V.; Ivanov, V. V. (1993). "La protohistoria de las lenguas indoeuropeas". A: J. Bertranpetit (ed.). *Orígenes del hombre moderno*. Barcelona: Prensa Científica, SA (pàg. 68-75).

Pagel, M.; Atkinson, Q. D.; Calude, A.; Meade, A. (2013). "Ultraconserved words point to deep language ancestry across Eurasia". *Proceedings of the National Academy of Sciences* (núm. 110, vol. 21, pàg. 8471-8476).

Renfrew, C. (1989) "Orígenes de las lenguas indoeuropeas". A: J. Bertranpetit (ed.). *Orígenes del hombre moderno*. Barcelona: Prensa Científica, SA (pàg. 58-67).

2.2.2. Bloc 2. Introducció a l'evolució

Aquest bloc pretén ser una introducció necessària a la cultura científica irrenunciable per a comprendre el procés evolutiu humà. Està, per tant, pensat per un especialista en les ciències socials i humanes que entén que els estudiants del curs vindran també del món de les humanitats amb una formació insuficient en biologia i que necessitaran una base en aquesta matèria.

L'origen de la vida

Començarem des del principi i parlarem de l'origen de la vida a la Terra i les hipòtesis que en plantegen l'explicació. Hem de recordar les dades bàsiques de l'origen de l'Univers, de la Terra i de la vida i, respecte d'aquesta, la descoberta de *Eobacterium isolatum*. Com tots els éssers vius, té un nom en llatí compost a partir de paraules gregues i llatines per a configurar un nom descriptiu: “el bacteri solitari de l'alba”, localitzat a Sud-àfrica, l'edat del qual s'estima en 3.100 milions d'anys. Marca l'origen de la vida i n'és la resta més palpable, un ésser procariota; és a dir, sense nucli en la cèl·lula com tots els bacteris: la forma de vida més primitiva i que encara subsisteix.

Respecte de les hipòtesis sobre l'origen de la vida, les que avui estan més acceptades parteixen de la idea de la sopa originària o **hipòtesi dels coacervats**, plantejada independentment per Aleksander Oparin i John Haldane i posada a prova en un famós experiment conduït per Stanley Miller el 1953. Era la primera visió completament natural i material de l'origen de la vida a partir de compostos químics inorgànics. La qüestió que havia fascinat tots els antics, que es preguntaven com podia haver sorgit la vida a partir de la matèria inanimada, tenia una via de solució. A partir de l'atmosfera i els oceans primitius de la Terra es podien formar molècules orgàniques a base de carboni i oxigen. La ciència material iniciada per Demòcrit a la Grècia clàssica feia un pas de gegant.

Aquesta hipòtesi se sustenta sobre una recerca de llarga durada, de caire experimental, conduïda en diversos llocs del món i que intentaven resoldre l'aparició de la vida i que havien conduït a idees avui dia rebutjades però que van tenir molta prèdica, com la generació espontània, una hipòtesi que al segle XVII va rebre una refutació experimental de l'italià Francesco Redi.

Segons la hipòtesi dels coacervats o de la sopa primitiva, l'atmosfera primitiva estava formada per hidrogen, metà, amoníac i vapor d'aigua sobre la qual actuava l'energia provinent de l'entorn: la forta radiació ultraviolada del Sol, els llamps i les erupcions volcàniques. La interacció hauria provocat la síntesi de les primeres molècules orgàniques a l'atmosfera. En ploure, aquestes molècules es van anar concentrant al mar i les llacunes, tot formant aquella sopa primitiva. Algunes d'aquestes molècules s'haurien agregat per a formar microgotes, els coacervats. L'augment de l'organització dels coacervats hauria permès l'aparició de bacteris anaerobis, que podien viure en una atmosfera sense oxigen com era la de l'època.

L'experiment de Miller va voler reproduir les condicions de la hipòtesi dels coacervats en el laboratori, en un sistema de vasos de precipitats i compartiments de vidre que contenien els compostos químics de l'atmosfera primitiva

Referència bibliogràfica

Les propostes d'Oparin i Haldane han estat editades en català per la Universitat de València el 2006 i permeten una lectura molt accessible d'aquesta recerca.

sobre els quals va fer actuar descàrregues elèctriques. El producte de la interacció el va refrigerar perquè precipités, procés que li va permetre de generar més de cent compostos orgànics diferents, alguns dels quals del tipus de l'ADN.

Aquesta no és l'única hipòtesi sobre l'origen de la vida. També cal esmentar la de la panspèrmia, popularitzada per Fred Hoyle i Chandra Wickramasinghe i que preveu que en tot l'univers hi ha compostos orgànics, com els que s'han detectat en meteorits, i que la vida a la Terra es va originar a partir d'un d'aquests meteorits que hauria trobat a la Terra les condicions adequades. En qualsevol cas, persisteix la necessitat d'explicar a partir de què es formen aquests compostos en l'univers. La hipòtesi dels coacervats sembla més completa.

Bases ecològiques de l'evolució

Les formes de vida, l'espai físic que ocupen (les condicions climàtiques, els constituents geològics i químics i l'orografia) i les interrelacions entre tots aquests elements constitueixen l'entorn ecològic de l'evolució. Les comunitats biològiques es diferenciarien, doncs, per llur distribució en entorns físics diferents, a altituds diferents, per estar establertes en sòls diferents, per suportar un règim climatològic diferent... També haurem de distingir, evidentment, els entorns terrestres i aquàtics.

L'evolució en correlació amb l'ecologia i la geografia genera unes relacions biogeogràfiques, l'estudi dels quals permet de descriure les grans àrees de moviments d'espècies en la Terra i les grans barreres que han existit històricament. Un dels pares de la teoria de l'evolució moderna, Alfred Russell Wallace, va destacar especialment pel descobriment d'una d'aquestes fronteres, que es coneix amb el seu nom, com a *línia de Wallace*. Aquesta línia separa el continent asiàtic d'Austronèsia i separa també la distribució i radiació d'espècies: les espècies producte de l'evolució en el continent asiàtic de les que s'han desenvolupat a Oceania. L'existència de formes diferenciades indica processos evolutius aïllats.

L'ecologia té una altra dimensió important: en el sistema ecològic circula l'energia, des de l'energia mateixa de l'atmosfera fins a la que circula al llarg d'una cadena tròfica, l'energia adquirida per cadascun dels membres d'un sistema ecològic per mitjà de l'alimentació, que és la que més ens interessa. Les cadenes tròfiques posen en relació, també, els constituents vius del sistema entre ells. Les plantes capten l'energia del Sol, de l'aigua i del sòl; els herbívors consumeixen vegetals, minerals i aigua; els carnívors consumeixen herbívors, aigua i minerals i així successivament en una cadena prou coneguda.

A partir d'aquí ens cal recuperar Darwin per mostrar com, abans que la ciència de l'ecologia s'hagués conformat, ell i Wallace ajudaren a constituir-la en assenyalar que les relacions entre els éssers vius marcaven la llei de la supervivència. La llei de la selecció natural que tots dos formularen, i que rep el nom

de Darwin-Wallace, es basa en un creixement diferencial entre els recursos i la demografia de les diferents espècies que en viuen. Per tant, intuïren el sistema ecològic i introduïren la importància de la demografia i la reproducció com a elements reguladors de la competència, o lluita per la supervivència i pel control dels recursos.

També inauguraren un altre aspecte: aquesta dinàmica de competència en el sistema ecològic també el modifica perquè la selecció natural promou la variació en el si de les espècies i promou l'extinció de les que trenquen l'equilibri entre demografia i recursos o entre adaptació i ecosistema. L'ecosistema canvia per efecte de l'evolució. És difícil de concebre un sistema més dinàmic i dialèctic, ja que l'ecologia modula l'evolució i, alhora, l'evolució modifica l'ecosistema, tant en el temps com en l'espai.

Lleis de la genètica

Per parlar de genètica hem de baixar, també aquí, al nivell més bàsic: la cèl·lula i l'ADN. La cèl·lula, descoberta per Robert Hooke al segle XVII, és la unitat estructural i funcional dels éssers vius, tots els éssers vius n'estan formats i, a més, existeixen éssers unicel·lulars.

La cèl·lula està separada de l'ambient per una membrana de lípids que la protegeix i, com a unitat funcional, és capaç de prendre substàncies de l'ambient i transformar-les en benefici del seu creixement, desenvolupament i reproducció propis.

La classificació més bàsica dels éssers vius es fa a partir de l'organització cel·lular i de les característiques internes de les cèl·lules. Així, tenim organisme unicel·lulars o pluricel·lulars, en funció del nombre de cèl·lules que els constitueixen, i organismes procariotes (només proveïts de nucli incipient a l'interior de la cèl·lula) o eucariotes (amb nucli veritable). Els vegetals i animals formem part d'aquest darrer grup.

A l'interior de les cèl·lules eucariotes hi ha el nucli envoltat pel citoplasma, que conté diversos orgànuls, entre els quals destaca, per als nostres interessos, el mitocondri, perquè és portador d'ADN. L'interior del nucli també conté l'ADN, de manera que tenim dos tipus d'ADN, el nuclear – que conté tota la informació genètica bàsica de l'ésser– i el mitocondrial –que serveix per a regular el funcionament de la cèl·lula. L'ADN del nucli intervé en la reproducció. En la reproducció sexual, l'ADN dels dos progenitors es recombina. En canvi, el del mitocondri no intervé en la reproducció, de manera que només l'heretem de la mare. Aquesta particularitat ha permès de reconstruir llinatges femenins, tant en animals, incloent-hi els humans, com en plantes.

La molècula de l'ADN és una estructura en doble hèlix formada per una seqüència de quatre bases nitrogenades –l'adenina (A), la citosina (C), la guanina (G) i la timina (T)– unides per enllaços de sucres. Quan es va descobrir l'ADN

el més important del descobriment va ser constatar que les quatre bases són complementàries i s'emparellen sempre de la mateixa manera A-T i C-G, de manera que en la reproducció, en què l'hèlix es trenca, aquella característica permet la reconstrucció de la cadena primitiva per duplicació. Això és el que Francis Crick, un dels descobridors, va anomenar el "secret de la vida". La història d'aquest descobriment és també un procés de recerca interessant i ben publicat en castellà (Crick, 1989; Watson, 1994)

A més de l'ADN, una segona molècula també intervé en la reproducció. És l'ARN, que està format per una cadena simple, en comptes de doble en què la timina és substituïda per una altra base, l'uracil. La funció de l'ARN és decodificar la informació genètica de l'ADN i activar-ne les proteïnes. Hi ha tres tipus d'ARN: missatger (ARN_m), transferent (ARN_t) i ribosòmic (ARN_r).

La compactació de la doble hèlix de l'ADN constitueix un cromosoma i el conjunt dels cromosomes conté el genoma d'un organisme: tots els organismes d'una espècie es caracteritzen per tenir una mateixa estructura cromosòmica, que es coneix com el **cariotip**: el conjunt de particularitats que permeten d'identificar els cromosomes d'una espècie, les característiques que romanen invariables per als diferents cromosomes de cada espècie. En el cas dels humans el cariotip és un conjunt de 23 parelles de cromosomes.

Els cromosomes van en parelles homòlogues i estan partits en el sentit de la llargada en dues cromàtides unides en un punt intermedi, anomenat el **centròmer**. A banda i banda del centròmer, les dues seccions d'una cromàtide s'anomenen telòmers. El cicle de reproducció cel·lular té dues formes:

- Les cèl·lules somàtiques es divideixen en el procés anomenat *mitosi*. La divisió mitòtica produeix la duplicació de la cèl·lula i, per tant, produeix dues cèl·lules idèntiques, amb el mateix material genètic, perquè després d'una fase de divisió dels cromosomes i de l'ADN que el formen cadascuna de les meitats de la informació recompon completament per duplicació la informació genètica original en cada una de les dues cèl·lules filles. Així es reproduïxen els teixits del cos.
- Les cèl·lules gamètiques es divideixen en el procés anomenat *meiosi*. L'ADN dels gàmetes, en la meiosi, se separa en cèl·lules diferenciades perquè cadascuna té informació distinta, no hi ha duplicació. Es redueix a la meitat el nombre de cromosomes i produeix una gran varietat genètica en els gàmetes. Per això cada recombinació de gàmetes masculins i femenins és diferent.

El descobriment de l'ADN va permetre comprendre com funciona la genètica i va permetre de donar l'impuls final a la teoria darwiniana de l'evolució. Crick va desenvolupar el que s'anomena "el dogma central de la biologia molecular" (Crick, 1970), segons el qual la informació genètica va de l'ADN a les proteïnes i mai al revés. Aquesta és la base de la teoria de l'evolució moder-

na i reafirma la idea de Darwin enfront d'altres teories evolutives, com la de Lamarck. Segons aquest darrer autor, durant la vida els éssers vius poden modificar la informació hereditària com a base d'una evolució adaptativa i, en alguns casos, fins i tot basada en la voluntat.

Malgrat la importància d'aquest dogma, ja recollim en la bibliografia que farem servir per a l'autoaprenentatge com la ciència moderna ha demostrat que en molts fenòmens es dona un procés que s'anomena *epigenètic*, pel qual hi ha modificacions del material hereditari al llarg de la vida de l'individu. És el cas de les generacions que acumulen malformacions produïdes per períodes de fam o el cas més recent del virus del VIH. L'epigenètica és una disciplina i un fenomen que s'ha demostrat altament important perquè en fer-se el mapa genètic de diferents espècies es va veure que el codi bàsic és molt similar entre espècies que tenen funcionaments molt diferenciats, de manera que es va veure a les clares que en el govern del funcionament de la fisiologia calien processos complementaris als de la genètica clàssica.

L'ADN constitueix la base de la genètica però el terme mateix de *genètica* fa referència a una altra realitat: el que s'ha anomenat *gen* com a base de la informació de l'herència en els éssers vius. Què és un gen? Per a la biologia molecular és una seqüència d'ADN que codifica una proteïna i en determina la síntesi. Per a la genètica mendeliana; és a dir, la que estudia els processos més simples de l'herència, és la part dels cromosomes que determina un tret o caràcter hereditari concret, com per exemple el color dels ulls o el grup sanguini. Per a la biologia de poblacions, és la unitat de diferenciació que distingeix entre si els membres d'una població. I per a la biologia evolutiva són les restes històriques dels canvis que han sofert els organismes al llarg del temps.

Del funcionament de l'ADN i de la reproducció n'han sortit fins i tot propostes que van més enllà de la biologia i que han influït la societat i la història de la ciència, fins i tot la filosofia. Jacques Monod va publicar el 1970 un assaig molt influent titulat *El azar y la necesidad*, en el qual partia de la reproducció cel·lular per indicar que en la vida hi ha una combinació de lleis: la de l'atzar i la de la necessitat. La necessitat apareix en el funcionament de la replicació de l'ADN ja que, per la complementarietat de les bases nitrogenades, la duplicació es duu a terme sempre de la mateixa manera perquè una cadena en la qual hi hagi una timina reproduirà l'altra hèlix amb una adenina. Aquest és un procés necessari que es produeix sempre de la mateixa manera. Tanmateix, hi ha casos en què sota l'influx no previsible d'agents externs es pot produir una mutació en el moment de la divisió cel·lular gamètica o en la recombinació posterior. La mutació segueix la llei de l'atzar: la necessitat dona estabilitat i l'atzar permet l'evolució.

En societat i en evolució cultural podem plantejar el mateix principi: les mutacions que generen canvis trenquen l'estabilitat normativa del desenvolupament històric de les societats. En trencar la normativa i situar la societat davant de nous reptes i oportunitats promouen el canvi, l'evolució.

El concepte de mutació va ser un dels que, al principi del segle XX, va posar sota la crítica la teoria darwiniana. El concepte de mutació el va introduir l'investigador neerlandès Hugo de Vries el 1900 per explicar els canvis sobtats (en molt poques generacions), tot i que molt rars, en l'herència de les plantes que ell reproduïa, com les orquídiades. Amb les seves investigacions experimentals contradeïa les assumpcions de Darwin d'una evolució lenta i constant i d'una barreja de les característiques hereditàries. Va formular, en definitiva, un model teòric d'evolució que no es basava en la selecció natural darwiniana sinó en el canvi per mutació. Durant una bona colla d'anys del principi del segle XX la seva teoria va tenir preeminència pel damunt de la de Darwin. És el que en la història de la recerca en evolució es coneix com "l'eclipsi del darwinisme" (Bowler, 1985), un eclipsi que es va mantenir fins l'adveniment de la genètica de poblacions, el model de la deriva genètica i l'establiment complet de la teoria sintètica de l'evolució. Aquesta teoria va integrar el concepte de de Vries com a peça clau per a entendre el canvi.

Nota

Hugo de Vries va ser un dels tres científics, juntament amb Carl Correns i Erich von Tschermak, que van redescobrir Mendel.

Més enllà del que va proposar de Vries, avui dia una mutació és concebuda com una modificació molt rara de la informació genètica produïda durant la reproducció de les cèl·lules gamètiques i en la replicació i recombinació durant la reproducció dels organismes que consisteix en canvis en el lloc d'aparició d'un gen o en la informació d'aquest gen. N'hi ha de diverses menes:

- Mutacions en què se substitueixen algunes de les bases de l'ADN en un punt determinat de la cadena.
- Mutacions en què se suprimeixen, desapareixen, algunes bases.
- Mutacions en què s'insereixen bases en punts (*locus*) de la cadena; per exemple, se'n dupliquen algunes de preexistents.
- Mutacions que afecten no solament punts de la cadena sinó els cromosomes com a conjunt
 - Sostracció d'un cromosoma (monosomia)
 - Adhesió d'un cromosoma (trisomia)
 - Supressió de segments cromosòmics
 - Inversió o translocació de segments sencers de cromosomes

Com a modificacions a l'atzar i rares d'una regió del genoma, contenen informació diferenciada respecte de la part no modificada i, en general, tendeixen a desaparèixer. Com que l'expressió dels gens està governada per una parella de cromosomes, no per un de sol, quan es produeix una mutació només ho fa en un dels cromosomes i no s'expressa en la fisiologia excepte quan la muta-

ció apareix en els dos cromosomes; és a dir, mentre l'individu és heterozigòtic (els dos cromosomes que governen el caràcter són diferents) la mutació no s'expressa, però es fa evident quan l'individu és homozigòtic per a aquell caràcter. Aleshores, les mutacions són matèria per a la selecció natural: si serveixen per a una millora de la supervivència els individus que les posseeixen es reproduiran més i la mutació persistirà. Si, en canvi, impliquen problemes de subsistència tendiran a desaparèixer. Hi ha moltes alteracions genètiques que estan relacionades amb malalties humanes, com l'hemofília i l'anèmia hemolítica, totes localitzades en el cromosoma X. En trobar-se en el cromosoma que determina el sexe de l'individu la seva expressió també varia entre sexes, ja que els mascles tenen un sol cromosoma X i les femelles, dos. D'aquesta combinació d'atzar molt rar i de la selecció natural que fa desaparèixer o, com a mínim, controla la proliferació de mutacions deletèries, és a dir, que provoquen malalties o disfuncions, surt el model de l'atzar i la necessitat. Una dualitat que, com hem assenyalat, permet l'estabilitat de la vida (necessitat de la reproducció exacta) però que, de manera aleatòria, també sotmet la vida al canvi evolutiu i, per tant, comporta una estabilitat a llarg termini. Si no hi hagués canvis per mutació a l'atzar i les espècies restessin immutables, els canvis en el medi ambient les aniquilarien.

Les mutacions, com dèiem, són rares i es produeixen de manera espontània i a l'atzar, tot i que sabem que les probabilitats de mutació augmenten en presència de radiacions X o fortes. De radiacions, evidentment, n'hem de considerar bàsicament les naturals, que han actuat al llarg de tota l'evolució, malgrat que recentment també en produïm de manera artificial. Això últim augmenta les possibilitats d'aparició de mutacions. El procés es basa en la ionització d'un volum crític de la cèl·lula gàmeta; per tant, hi ha d'haver una correspondència de proporcions entre la irradiació i la dimensió de la zona genètica alterada: cal una irradiació determinada per a modificar una regió de les dimensions d'un gen, per desdota de la qual la irradiació no produeix efecte.

Actualment s'està fent el mapa genètic de nombroses espècies, en especial de la nostra. Un dels objectius és, per descomptat, la localització en el genoma de la regió que governa l'expressió de certes malalties molt greus o, ben al contrari, de modificacions que ens permeten una supervivència especial en entorns que presenten un estrès concret.

Una segona qüestió d'actualitat que té la genètica en el centre és l'epidèmia del VIH transmesa pel que s'anomena un *retrovirus*. Els retrovirus tenen un funcionament epigenètic, no segueixen el dogma central de la biologia, sinó que modifiquen el genoma i la seva expressió en una generació i transmeten la informació hereditària a la descendència.

Un darrer interès del codi genètic que esmentarem aquí és la identificació de llinatges a partir, en especial, de l'ADN mitocondrial, que, en haver-ne nombroses còpies en cada cèl·lula, es pot obtenir amb més facilitat que l'ADN nuclear. El codi d'aquest ADN és haploide; és a dir, format per cromosomes indivi-

Exemple

Pensem en l'anèmia falciforme, de la qual parlarem més endavant, en comentar un text de Cavalli Sforza sobre el paper d'aquesta mutació en processos naturals d'immunització a la malària.

duals, no per parelles. Això és així perquè, com hem assenyalat, s'hereta exclusivament de la mare, de l'òvul. L'espermatozoide presenta els mitocondris en el flagell que, en perdre's en el moment de la introducció de l'espermatozoide en l'òvul, no participa de la recombinació genètica.

Arribats aquí hem de fer un salt històric enrere en introduir la qüestió de l'herència genètica. En presentar el concepte de mutació de de Vries hem assenyalat que va ser un dels descobridors de Gregor Mendel.

Mendel, coetani de Darwin, va ser monjo agustí (va arribar a ser abat del monestir de Brno) i un dels primers experimentadors en matèria d'herència en els éssers vius. Va experimentar amb pèsols especialment perquè és una espècie que permet l'autofecundació i l'obtenció ràpida d'una nova generació. En el seu treball es va fixar en diferents característiques: la forma i el color de les llavors, la forma i el color de la beina, el color i la posició de la flor i la longitud de la tija. Amb aquesta llista va iniciar la generació de conceptes en herència, en determinar els caràcters hereditaris i les seves varietats, perquè cadascun d'aquells caràcters tenia una varietat doble, s'expressava de dues maneres; és a dir, hi havia individus que tenien la llavor verda i d'altres groga; n'hi havia de fulla blanca i de fulla porpra... Va establir un treball analític per estudiar com es distribuïen aquests caràcters i com s'heretaven. Va triar, evidentment, les característiques més simples, aquelles que s'expressaven de dues maneres, que tenien una varietat restringida. Així va poder induir les lleis de l'herència que duen el seu nom.

Mendel i el seu mètode

Així és com es fa en totes les ciències: es comença pel més simple. Més enllà de les seves experimentacions i resultats, és un exemple d'un procés científic de com cal aïllar les característiques que cal investigar i del procés que cal seguir.

Mendel va identificar una sèrie de comportaments que li van donar les claus de l'herència. Els termes que ara utilitzarem són els que es fan servir avui, no els que emprà Mendel fa cent cinquanta anys:

- Els caràcters o factors es presenten en parelles de varietats, que ell va anomenar *races pures*.
- Entre les varietats n'hi havia que es presentaven en més individus que d'altres: quan es barrejaven dues races pures la varietat d'una desapareixia en la segona generació; d'això avui en diem que una varietat és dominant i l'altra és recessiva; a més s'adonà que al cap de les generacions aquestes varietats es presentaven amb una regularitat estadística.
- En la tercera generació reapareix la varietat menys present, malgrat que en la segona generació havia desaparegut completament; per tant, no es barregen les varietats com havia suposat Darwin, sinó que se segreguen i

s'hereten de manera independent; avui sabem que en el procés de reproducció els factors emparellats se segreguen a l'atzar.

- La forma de la llavor i el color són caràcters que es transmeten de manera independent; és a dir, un color de llavor no porta associada una forma o textura: un pèsol groc tant pot ser llis com rugós.

Amb aquests resultats va establir les lleis de l'herència que anomenem *mendelianes*, que corresponen als caràcters més simples de l'herència. Moltes de les qüestions plantejades són, tanmateix, universals, com el fet que els caràcters de l'herència es presenten per parelles en el cos dels individus i que d'aquestes parelles se n'hereta només i que no es barregen. Ell no va conèixer els cromosomes, però sense saber-ho estava parlant dels cromosomes que es presenten en parelles, que s'hereten de manera independent i que en cadascun presenten una varietat per a un caràcter determinat. Més enllà dels pèsols hi ha trets humans, caràcters de la nostra genètica, que també es comporten així: els grups sanguinis, per exemple, o el factor RH.

Teoria de l'evolució

A partir del material experimental de Mendel i de Vries podem comprendre millor com funciona l'evolució. Molt millor de com la va comprendre el pare mateix de l'evolució moderna, Charles Darwin. Així, avui sabem que el genoma de tot ésser viu no és monolític, sinó que presenta una varietat que està expressada en cada parella de cromosomes que regeix un caràcter; sabem que en aquest genoma aquesta variació és l'expressió del que coneixem com a *mutació*, que es produeix a l'atzar i que modifica el genoma previ; que aquesta variació per mutació és el que la selecció natural tria. De les varietats que Mendel descrigué en el pèsol totes són viables; per tant, totes sobreviuen. Però no passa el mateix amb nombroses mutacions que apareixen i que tenen un grau de millora o de perjudici que fan que la selecció natural les beneficiï o les elimini. Aquest benefici o eliminació vénen pel fet que els individus que els presenten arriben a l'edat de reproduir-se o no.

Aquesta és la forma més bàsica d'evolució. Però n'hi ha d'altres. De vegades, sense que hi hagi selecció natural hi ha canvi pel fet de la "deriva genètica". Hi ha casos en què una part de la població se segrega de la població mare, per migració o per aparició de barreres prèviament inexistent, com una falla, una cadena de muntanyes, un canvi en el curs d'un riu... Això comporta també una segregació de part del genoma, pel fet que cada grup d'individus d'una població té un genoma diferent dels altres. Com que no hi ha més intercanvi entre aquells grups, la genètica de cadascun se separarà i es presentarà en àrees geogràfiques concretes, tot arribant, amb el pas del temps, a diferenciar-se de tal manera que puguin arribar a ser incompatibles i formar dues espècies diferents.

Darwin va definir la selecció natural com el procés bàsic de manteniment de la varietat. La selecció natural és una regulació per la qual el medi ambient modula la variabilitat genètica.

El cas dels pinsans de les Galápagos

Darwin va estudiar els pinsans de les Galápagos (i recentment, han estat objecte d'estudi una altra vegada). I va constatar una varietat en les dimensions dels pinsans i dels seus becs: pinsans grans, petits, becs grossos i robustos o primis i allargats. Cadascun dels tipus de bec està especialitzat en un tipus de bessa de les quals s'alimenten. En èpoques de bonança en què hi ha aliment suficient totes les varietats sobreviuen bé. En canvi, en els cicles d'El Niño, en què es redueix l'aliment, la distribució canvia i la pressió del medi ambient es fa evident, només els pinsans amb becs grans i robustos poden adquirir les besses grans i dures i, a més, menjar-ne de qualsevol altra. Els que tenen becs petits veuen reduïda la varietat d'alimentació possible. En compensació, els pinsans de bec gran també són més grossos i necessiten menjar més, i per tant també pateixen un estrès important.

Els descobriments de Mendel, primer, i de de Vries i els genetistes després, ens mostren la importància dels processos "previs" a la selecció. La divisió cel·lular gamètica, per exemple, és un procés que produeix una gran diversitat de cèl·lules genèticament diferenciades i que, per tant, potencialment permet l'aparició d'individus igualment diversos. Les mutacions són l'altre fenomen que es troba a la base de la creació de la diversitat sobre la qual actua la selecció natural darwiniana. I, finalment, els processos descoberts més recentment, com són tots els fenòmens epigenètics, una altra font de diversitat i de creació de noves formes sobre les quals actua la selecció natural i la deriva genètica.

Alguns exemples d'aquests processos ens poden ajudar a comprendre'ls millor i a utilitzar-los també millor. Un cop establertes les bases de la diversitat, del canvi i la selecció, hem de remarcar que, en la teoria darwiniana, l'individu és l'objecte de la selecció natural, perquè és qui concentra la variabilitat. Un cop ha estat positivament seleccionada la varietat d'un individu, per deriva genètica apareix una població diferenciada i, a partir d'aquí, serà la població la que evolucioni, es perllongui en el temps o s'extingeixi. Vist a la inversa, quan nosaltres treballem amb el registre fòssil, localitzem individus però donem per fet que aquests individus representen una població que tindrà les mateixes característiques anatòmiques.

L'evolució afavoreix, o no, una mutació

Darwin va descriure una iguana terrestre (*Conolophus subcristatus*) i una de marina (*Amblyrhynchus cristatus*), totes dues amb subespècies distribuïdes en diferents illes de l'arxipèlag de les Galápagos. Les petites diferències en les subespècies d'illa en illa ja indiquen una radiació i una deriva genètica per la separació de les poblacions en punts diferents. Les diferències van més enllà de l'anatomia externa, fins i tot els períodes d'aparellament, i l'edat de maduració sexual varia d'illa en illa. Però el procés de diversificació més important és el que, de fet, generà la forma aquàtica a partir de la terrestre. Una colla de variacions en l'anatomia de la cua i en les potes han habilitat l'*Amblyrhynchus* per a nedar i alimentar-se en el fons marí. El que ens interessa més és que la selecció natural va afavorir aquest canvi pel fet que li va permetre d'alimentar-se en una àrea i d'un aliment en què no té cap competidor, mentre que les poblacions terrestres en creixement competien pel mateix espai i aliment.

Aquí es on veiem el procés de la selecció natural i de l'evolució: una varietat és afavorida per la selecció i deriva en l'aparició d'una nova espècie i d'un nou gènere que es diferencia de l'ancestre terrestre. Tanmateix, la separació, que és llarga en el temps, no és suficient per a inhibir l'aparellament, que de tant en tant es produeix entre mascles d'iguana marina i femelles d'iguana terrestre i que donen com a fruit individus de característiques mixtes viables, tot i que semblen estèrils.

La deriva genètica i l'adaptació a espais nous també va ser important en l'evolució humana, a la qual ens dedicarem en especial en el bloc següent. El gènere humà és un grup zoològic d'origen africà que es va desenvolupar a partir d'espècies de vida arbòria en un continent que fins fa sis milions d'anys va tenir una extensió de boscos tropicals densos que abastaven la meitat del territori. A aquest paisatge arbori calia afegir un cordó de llacs en el Sàhara actual que travessava la regió d'est a oest i del qual encara van gaudir els primers humans de fa dos milions d'anys. L'abundor que acabem de descriure es va començar a modificar fa uns sis milions d'anys quan es va activar tot el vulcanisme del Rift (una regió de l'Àfrica oriental), que va comportar que una part se'n separés de la resta; concretament, l'actual península Aràbiga. En aquest procés es va configurar la mar Roja i es va obrir la Gran Falla africana. Aquestes regions van modificar la seva geografia cap a un entorn progressivament sec i herbaci, del qual va desaparèixer una gran quantitat de boscos. Cap als tres milions d'anys d'antiguitat la situació ja havia avançat molt, la qual cosa explica que entre els ancestres dels humans que vivien al bosc moltes poblacions i espècies es van extingir i les que van subsistir van ser les que van gaudir de variacions que els facultaven per a aprofitar zones de sabana oberta.

Aquesta és la història dels hominins, els ancestres dels humans que ja eren bípedes des de fa entre sis i set milions d'anys a la zona d'Àfrica centreoriental (des del Txad fins a Etiòpia i Kenya); és la història dels gèneres *Sahelanthropus* i *Orrorin*. Els primers bípedes eren animals de bosc que es van especialitzar a aprofitar la zona del sotabosc, com els gèneres *Australopithecus* i *Ardipithecus*, a partir dels quals, des de fa tres milions d'anys, es va generar una gran diversitat d'espècies, entre les quals hi ha els primers que poden aprofitar l'espai obert de la sabana, amb una forta selecció natural: els gèneres *Paranthropus* i *Homo*.

Dins d'aquesta gran diversitat hi ha els primers humans, animals de cervell gran, que ja estan adaptats a aprofitar el medi ambient de sabana, on són capaços d'aconseguir recursos vegetals i carnis. En aquest canvi d'ecologia tingué una importància destacada la producció d'instruments que els perme-

té d'escorxar els animals que aconseguien i que no haurien pogut consumir sense instruments. La selecció natural reduí la població dels boscos i permeté la supervivència de les espècies adaptades a nous nínxols. Dins del bosc també beneficià espècies que també tenien un comportament instrumental, com els ximpanzés (*Pan troglodytes*) i bonobos (*Pan paniscus*), que són capaços d'utilitzar objectes per aconseguir menjar que, altrament, no podrien obtenir: blocs de pedra per trencar nous o tiges d'herbes per "pescar" tèrmits en els formiguers. Ells no fabriquen instruments, no modifiquen la matèria natural, trien els objectes més apropiats.

La imatge que tenim de l'evolució té una història que s'inicià en els segles XVIII i XIX a partir de la Il·lustració, en la qual la figura principal fou Jean Baptiste Monet, cavaller de Lamarck, que el 1809 propugnà una teoria transformista que considerava que les espècies tenien la facultat d'adaptar-se als nous entorns. Malgrat que introduïa un concepte basat en el progrés, en la millora constant, i en què la voluntat de canvi de les espècies era el motor de l'evolució, va representar un gran avenç perquè va trencar amb el creacionisme o les seves formes científiques modernes, com el **fixisme** i el **catastrofisme**¹. Entre els catastrofistes hi havia gent molt capacitada en el món de la paleontologia, com Georges Cuvier, el millor paleontòleg de la seva època.

⁽¹⁾El catastrofisme admetia l'extinció de les espècies a causa de grans cataclismes o catàstrofes, del tipus del diluvi bíblic, però no l'aparició de noves espècies.

Entre els arguments que planejava Lamarck, i que després proposarà Darwin hi ha el d'una Terra molt més vella del que considerava la tradició fonamentalista religiosa. Les dades més importants en aquesta qüestió les proposa el gran geòleg del moment: Charles Lyell, col·lega i defensor de Darwin, que revolucionà la ciència geològica amb els criteris actualistes per una gran antiguitat de la Terra i contra la visió d'una història geològica de catàstrofes. Per a ell els processos que es donen avui dia en la geologia de la Terra, com terratrèmols, esllavissades, vulcanisme... són els mateixos que dominaven la Terra en el passat, sense necessitat de buscar catàstrofes. És l'**actualisme**, la concepció segons la qual no hi ha diferències entre el passat i el present i els processos actuals ens poden ajudar a comprendre els del passat. Amb això es trenca la concepció de la creació, sigui única o distintes creacions successives, i tot l'esquema precientífic. Un dels arguments que esmentà Lyell fou el de restes de l'antiguitat clàssica submergides en el mar, tot demostrant canvis constants en la configuració de la Terra sense cataclismes.

Lyell va ser un dels referents de Darwin. L'altre, molt ben conegut, fou Thomas Malthus, que va proposar el 1798 en el seu *Essay on the principle of population* que la demografia humana creix per damunt dels recursos, la qual cosa genera una lluita per la supervivència.

Cinquanta anys després de Lamarck, i amb una gran experiència com a naturalista de camp adquirida en el viatge de circumnavegació en el *Beagle*, entre 1831 i 1836, la figura de Charles Darwin va acaparar l'atenció de la ciència amb la seva teoria de l'evolució per mitjà de la selecció natural en el procés de la lluita per la supervivència, una teoria que va ser plantejada de manera

paral·lela per ell i Alfred Russell Wallace, fins al punt que es van publicar alhora. La seva teoria fou publicada i difosa amb impacte publicitari per un gran nombre de col·legues i institucions que, volent combatre-la, van ajudar a difondre-la, com és el cas del bisbe d'Oxford, que en va promoure, fins i tot, un debat públic.

Tot i que Darwin no en parlava, la discussió se centrava en les repercussions de la seva teoria en la humanitat. No va publicar res referent als humans fins al 1872, en què va veure la llum *L'origen de l'home*. Fou una revolució en molts àmbits coneguts i destacats i en d'altres que no són tan difosos. En aquests darrers hi ha els efectes que hem comentat sobre la concepció mateixa del progrés i el sotrac que va representar per a les ideologies racionalistes. Encara que sembli estrany, la proposta de Darwin no és racionalista: si bé la raó pot comprendre la natura, no la governa. No és la raó sinó l'atzar el que dirigeix el canvi. Aquesta és una de les raons de l'anomenat *declivi del darwinisme* en el tombant del segle xx.

Totes les ideologies progressistes i racionalistes el van atacar, excepte el marxisme que, ben contràriament, el difongué i el promogué. Entre les ideologies racionalistes i progressistes que l'evolució va haver de modular o modificar hi ha la concepció evolutiva de la cultura que tenien els promotors de la ciència de la prehistòria. En la França del segle XIX les concepcions del passat humà estaven fortament influenciades per la Il·lustració, que considerava les poblacions humanes primitives en un estadi de puresa i de comunió amb la natura. Fins i tot rebutjaven que en els estadis més inicials les societats humanes estiguessin marcades per la jerarquia social i per les idees complexes i les relacions de submissió. Entre altres, com ja hem assenyalat, rebutjaven l'existència de la religió. Per això van rebutjar de pla, quan es van descobrir el 1879, les pintures d'Altamira, i les van rebutjar com una mistificació de l'Espanya catòlica.

Les derives actuals d'aquest rebuig les coneixem prou bé: els judicis a professors de secundària als Estats Units, l'intent de traslladar aquest debat a Europa a través del Regne Unit, la prohibició d'utilitzar fons federals als EUA per a investigacions que vagin en contra del credo fonamentalista cristià...

A partir dels anys vint del segle xx la genètica de poblacions i l'avenç en la biologia, la biometria i la paleontologia van posar les bases per a l'anomenada **teoria sintètica de l'evolució**, que avui és el paradigma que explica la història dels éssers vius a la Terra, amb la incorporació del concepte de mutació de de Vries, la teoria de Mendel sobre l'herència i els conceptes de germoplasma i soma creats per August Weissman, i que són a la base dels actuals de genotip i fenotip.

En la segona meitat del segle xx, noves veus com Stephen Jay Gould i Nils Eldredge van plantejar maneres més afinades de comprendre l'evolució amb la introducció de conceptes com el d'equilibri puntuat (Gould i Eldredge, 1993; Eldredge, 1995; Gould, 2004). També a la segona meitat del segle XX aparegué

Exemple

La pel·lícula *Inherit the wind* retrata el primer judici que es va fer als anys vint, contra John T. Scopes, professor de secundària, i és tot un clàssic d'aquesta qüestió.

una altra manera de comprendre l'evolució, en la mateixa línia que ja havia inaugurat Hugo de Vries a les primeries de segle. Es tracta de la **teoria neutralista** del biòleg molecular japonès Motoo Kimura, segons el qual en l'evolució no hi ha selecció natural sinó només acumulació de canvi genètic. Totes aquestes formes donen, en conjunt, una actualització dels processos evolutius i, en general, tot descartant el neutralisme, complementen la teoria sintètica.

Com a darrera idea hem de retenir el concepte que estem promovent aquí: la introducció de la teoria de l'evolució en la cultura i la història humana, més enllà del seu ús en el passat més llunyà, en la biologia i el comportament, al qual ja s'aplica des del segle XIX.

Bibliografia

Boyd, R.; Silk, J. B. (2001). *Cómo evolucionaron los humanos*. Barcelona: Ariel (pàg. 19-26, 74-78, 81-85, 93-95, 99-115, 239-259).

Cavalli Sforza, L. L. (2007). *La evolución de la cultura*. Barcelona: Anagrama (capítol XV).

Cela Conde, C. J.; Ayala, F. J. (2001). *Senderos de la evolución humana*. Madrid: Alianza (pàg. 15-18, 21-24, 34-37, 42-49, 53-71).

Comas Espadas, I. (2013) "Vacunes i evolució. Per què és important entendre la diversitat genètica dels patògens?". *Mètode* (núm. 78, pàg. 75-81).

Darwin, C. (1871). *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1 ed.). Londres: John Murray. Traducció catalana de Josep Egózcue i Cuixart: *L'origen de l'home i sobre la selecció en relació amb el sexe*. Barcelona: Generalitat de Catalunya - Edicions científiques catalanes, 1985.

Galiana, A. (1999). *Nosaltres els humans. L'ecologia d'uns animals mitjanament intel·ligents*. València: Bromera (cap. 2 i 3).

González Candelas, F. (2013). "L'evolució en els tribunals. Aplicacions forenses de les filogènies moleculars". *Mètode* (núm. 78, pàg. 89-95).

Margalef, R. (2005). *Ecología*. Barcelona: Omega (pàg. 289-314, 789-797, 813-818, 885-887).

Masó, A.; Boix, D. (2013). "Un fòssil vivent a la nostra fauna". *Mètode* (núm. 78, pàg. 15-21).

"Time for the epigenome". *Nature* (núm. 463, vol. 7281, pàg. 587-587).

2.2.3. Bloc 3. Evolució humana: selecció natural de la biologia i del comportament humans

Història de la descoberta de l'evolució humana

La recerca en evolució humana, com a tal recerca, s'inicia en la dècada de 1890 amb el treball d'Eugène Dubois a Indonèsia. Tanmateix, cal esmentar les descobertes aïllades i fortuïtes de restes humanes primitives d'*Homo sapiens* i *Homo neanderthalensis* a Bèlgica, Gibraltar i França, i les de restes de tecnologia a França amb els treballs sistemàtics de Boucher de Perthes des de la dècada de 1830. Tot és anterior o coetani a la publicació de *L'origen de les espècies* de Darwin el 1859.

El 1891 Eugène Dubois va descobrir a Java les restes del que ell anomenà *Pitecanthropus erectus*, i que avui dia es coneix com a *Homo erectus*. La importància d'aquest descobriment és que és el primer plenament científic perquè fou fruit d'una recerca programada. La base de la programació de Dubois fou el treball mateix de Darwin en situar l'origen humà a partir dels grans simis, i pel fet que actualment aquests darrers habiten les zones tropicals de l'Àfrica i l'Àsia, Dubois va aprofitar el domini neerlandès sobre la illa de Java per a traslladar-s'hi i combinar la seva feina quotidiana de metge amb la seva vocació de paleontòleg. El nom que va posar al fòssil, *Pitecanthropus*, defineix molt bé el seu paradigma i el del moment: la definició de les baules entre els ancestres i els humans, ja que el terme mescla dues paraules gregues, que signifiquen 'simi' i 'home'.

Després d'aquests pioners, les grans fites de la investigació de l'evolució humana cal buscar-les en els projectes de Raymond Dart, que el 1928 va descobrir els simis del sud, *Australopithecus africanus*, a Taung, que es va considerar que tenia 500.000 anys d'antiguitat (avui sabem que en té més de dos milions) i la gran recerca de la família Leakey a Kenya i Tanzània, on van localitzar el *Zinjanthropus boisei* (actualment, *Paranthropus boisei*) amb una antiguitat de 1,8 milions d'anys. S'anava omplint "l'arbre de la vida" de la família humana cap a antiguitats insospitades fins aleshores. Des d'aquella època, l'arbre s'ha fet arribar fins a més de sis milions d'anys i la geografia s'ha ampliat amb Etiòpia i el Txad.

El primer gran èxit de la família Leakey fou a la gorja d'Olduvai, a Tanzània, on, després de vint anys de recerca, van aconseguir de treure a la llum un bon nombre de jaciments, alguns dels quals, a més de la resta de parantrop a què ens hem referit, també van oferir les primeres restes arcaïques d'*Homo*. Olduvai sobretot va servir per a bastir la primera seqüència d'evolució humana, tant biològica com comportamental, des d'1,8 milions d'anys fins als 300.000 anys en una conca lacustre al mig de la Gran Falla africana.

A partir dels anys 1970, amb l'ampliació geogràfica cap a Etiòpia també s'estengué la cronologia fins a més de 2,5 milions d'anys, amb jaciments com els de la vall de l'Omo i els de Gona, aquests darrers descoberts a la dècada de 1990.

Metodologia de l'arqueologia de l'evolució humana

Aquestes descobertes també posaren a punt una metodologia en el centre de la qual hi havia l'excavació sistemàtica i la utilització generalitzada de les datacions geocronològiques que s'estaven posant a punt a partir dels anys 1960 i 1970. Actualment, aquesta metodologia és molt més complexa i, després d'una revolució metodològica en els anys 1970 que tingué com a centre precisament l'arqueologia africana, preveu anàlisis acurades dels fòssils paleontològics i arqueològics dels registres i estudis de la formació sedimentària dels jaciments en uns procediments de demostració molt fins que impliquen sobretot assegurar, per mitjà d'estudis microscòpics i analítics, la relació entre les restes presents en un jaciment i l'activitat antròpica.

Per a aconseguir un coneixement significatiu el primer que cal és assegurar mitjançant estudis geològics i sedimentològics que el material del jaciment ha sofert poques alteracions al llarg dels temps geològics. Si n'ha sofert, el coneixement continua essent possible, però sempre serà d'una altra mena. La malla de resolució en les respostes sobre el comportament humà no serà tan fina i, per tant, no es podran resoldre nivells singulars i comprimits en el temps.

Els jaciments més resolutius són els que conserven un registre ampli i complet, incloent-hi restes de tecnologia i recursos consumits. L'anàlisi microscòpica de les restes fòssils permet de saber si els animals presents van ser consumits per humans o per altres carnívors. I, si van ser consumits per humans, es pot conèixer la manera com es van aconseguir i consumir i el grau d'aprofitament. Hi ha jaciments en què consumiren totalment els animals; en altres casos, només una part i la resta es va traslladar. Cal tenir present que, en bones condicions, fossilitza el comportament més precís de l'activitat humana: els fogars (fets per a escalfar, cuinar o destruir restes), els enterraments i el registre del comportament simbòlic (com ara, les pintures i els gravats).

Per a afrontar el treball sobre els fòssils paleontològics cal conèixer els rudiments de la taxonomia, la classificació de les espècies.

Exemple

La iguana marina de les Galápagos a què ens referíem abans es classifica en els termes següents. A l'esquerra consta la classificació de la iguana i a la dreta la dels humans actuals:

Regne	Animalia	Animalia
Fílum	Chordata	Chordata

Classe	Sauropsida	Mammalia
Ordre	Squamata	Primates
Subordre	Iguania	
Família	Iguanidae	Hominidae
Tribu		Hominini
Gènere	<i>Amblyrhynchus</i>	<i>Homo</i>
Espècie	<i>A. cristatus</i>	<i>H. sapiens</i>

Com podeu comprovar, tots els noms són en llatí o grec, i el nom del gènere i l'espècie s'escriuen en cursiva.

La ciència de la taxonomia permet situar les similituds i les diferències entre els éssers vius i, conegut l'arbre de separació, plantejar una cronologia de la diferenciació. Fent el camí al revés, tot partint dels fòssils s'analitzen les característiques que presenta cadascun per situar-lo en l'arbre de l'evolució.

A partir dels trets del registre fòssil i del tipus d'animals que hi apareixen, com que es coneix l'ecologia en la qual solen aparèixer, es pot arribar a fer una reconstrucció paleoecològica força fidedigna del món en què visqueren i, en conseqüència, de l'entorn en què visqueren els humans que els acompanyaven. Hem de tenir present que els humans, a partir dels dos milions d'anys d'antiguitat endavant, vivim en una gran diversitat d'entorns i només els animals i les plantes que ens acompanyen en els jaciments ens permeten de proposar una ecologia.

Si recapitem, un jaciment ens aporta el següent:

- Associació de restes fòssils
- Organitzada estratigràficament
- Ordenació estratigràfica reconstruïble
- Ordenació cronològica
- Cronologia relativa
- Jaciment i centre d'intervenció

Com hem apuntat més amunt, quan el nivell de resolució és fi, podem arribar a distingir nivells singulars i, fins i tot, horitzons d'un nivell temporal molt precís que permetran un coneixement igualment molt precís del comportament i de l'adaptació humana. De vegades, s'hi poden determinar activitats concretes, com ara arranaments de la zona d'habitació (s'han trobat zones arranjades com a dormitoris en coves i abrics).

Exemple

A l'orient d'Europa, a Ucraïna, hi ha una cultura del final del plistocè, amb uns 15.000 anys d'antiguitat, que es caracteritzà per la construcció de cabanes amb ossos de mamut. Aquestes cabanes s'han arribat a conservar en forma d'acumulació d'ossos a l'interior de

Classificació de fòssils humans

En el cas dels humans, la classificació es pot fer a partir de la morfologia del crani, les seves dimensions, els trets dentaris i la morfometria de braços i cames.

la sorra que forma els jaciments. La reconstrucció de les mides i les formes d'aquestes cabanes és possible per mitjà d'estudis precisos de la disposició.

Quan els jaciments estan organitzats estratigràficament ha de ser possible utilitzar algun mètode de datació, ja sigui relatiu o radiomètric, per a obtenir el grau temporal dels fòssils:

- Mètodes per a les datacions relatives
 - El paleomagnetisme, que mesura la direcció del pol magnètic de la Terra en el moment de formació del jaciment. L'escala de canvi del pol magnètic és coneguda.
 - La biocronologia que utilitza el coneixement de l'evolució d'alguns grups d'animals, com els micromamífers, els ratolins.
- Mètodes per a les datacions radiomètriques. Tots requereixen algun tipus de material per a utilitzar-los
 - El carboni 14 sobre fusta, carbó i petxina arriba fins als 100.000 anys.
 - L'urani 234 sobre corall pot arribar al milió d'anys.
 - La combinació de l'urani i el tori sobre estalagmites i travertins arriba als 300.000 anys.
 - El potassi 40 sobre cendra volcànica o lava no té límit.

Evidentment, hi haurà jaciments difícils de datar, ja que no preserven cap d'aquests materials.

La geografia de l'evolució hominina

Fins als anys 1990, la geografia de l'evolució hominina es restringia a l'Àfrica oriental i, tot i que hi havia alguns investigadors que ja aleshores postulaven per una importància de l'Àfrica centreoriental, el model que dominava era el de l'*east side story*; és a dir, la història de l'evolució a l'est i, en especial, al Rift, a la Gran Falla africana. A partir de la troballa d'una resta d'*Australopithecus* de més de tres milions d'anys al Txad el model ha canviat completament. També han estat els anys en què s'ha demostrat que els primers bípedes vivien en entorns selvàtics. Tot ha ajudat a comprendre que l'hominització no té una relació estricta amb els ambients de sabana en creixement al Rift.

D'aleshores ençà, la geografia de l'evolució més primitiva s'estén del Txad a Etiòpia i a Kenya, tot deixant els grans centres històrics de Tanzània i Sud-àfrica en una segona etapa. Aquesta primera fase, des dels set als cinc milions d'anys, abasta els gèneres *Sahelanthropus*, *Orrorin* i *Ardipithecus*. En la fase següent, en què es desenvolupa el gènere de bípede primitiu per excel·lència,

Australopithecus, a partir dels 4,2 milions d'anys, l'expansió geogràfica és clara sobretot perquè ja hi ha restes a Sud-àfrica des dels 3,5 milions d'anys. Per tant, com a mínim tot l'Àfrica oriental està ocupada.

No en sabem res de la zona nord, al Magrib, ni de l'Àfrica occidental. Especialment la primera d'aquestes dues grans regions és important perquè al llarg de diferents èpoques del pliocè i del quaternari ha gaudit d'una gran extensió de zones lacustres de les quals avui dia només en queda algun llac a Líbia i llacunes a Algèria. Aquesta gran àrea s'estenia per la meitat nord del Sàhara actual, feia de connexió ecològica est-oest i hauria pogut servir d'àrea d'expansió dels primers hominins. De fet, avui dia és una de les zones en què s'hi vol concentrar la recerca per a contrastar si hi ha ocupació hominina primitiva.

A partir d'1,8 milions d'anys, com testimonia el jaciment d'Ain Hanech a Algèria, sí que trobem ocupació hominina en aquesta zona; per tant, la tercera fase d'expansió, aquest cop ja estrictament humana, abasta, com a mínim, també el nord d'Àfrica. Però no s'atura aquí sinó que coetàniament els humans arribaren al Caucas, a l'actual república de Geòrgia, on el jaciment de Dmanissi ha donat un registre excepcional dels humans més primitius coneguts.

A partir d'aquí ja tenim l'expansió del gènere *Homo* per tot Euràsia amb una geografia en ampliació constant i que, ara fa més d'un milió d'anys, ocupà tota l'Àsia tropical, incloent-hi les illes d'Indonèsia fins a Flores, una bona part de la Xina i bona part d'Europa.

Marc cronològic, geològic i ecològic de l'evolució hominina: del miocè al quaternari

En els darrers sis milions d'anys, just a l'inici de l'hominització, Àfrica va veure com es reduïen les seves zones de bosc tropical i creixien les àrees de sabana i desert, la qual cosa va modificar els ecosistemes i va provocar una important selecció natural que va afectar els ancestres humans. Entre els 7 i els 6 milions d'anys s'inicià la radiació dels hominins, però hem de recordar que els primers bípedes eren animals de bosc tropical, no de sabana, així que, probablement, hi hagué una pressió en la tercera de les fases esmentades que afavorí les espècies que saberen aprofitar la sabana. Abans dels 2,5 milions d'anys els hominins, pel que sabem avui, sembla que es van mantenir en la zona de bosc-galeria tropical, això sí, no de selva densa.

Les causes de les modificacions ecològiques a l'Àfrica estan localment relacionades amb la tectònica de plaques al Rift, sense oblidar els fenòmens d'abast global. Parlem dels anomenats *cicles de Milankovitch*, que expliquen els cicles climàtics a llarg termini a la Terra. Les variables que hi influeixen són la precessió dels equinoccis, l'excentricitat de l'òrbita de la Terra, la inclinació de l'eix de rotació de la Terra i l'oscil·lació del pla de l'eclíptica. La combina-

ció d'aquests quatre factors explica els cicles glacials-interglacials. En el cas de l'Àfrica, aquests cicles es manifesten per la successió aridesa-humitat i, en les latituds altes, es manifesta, a més, per la successió fred-calor.

Aquests cicles s'aguditzaren a partir d'ara fa cinc milions d'anys per un fenomen important: el tancament de l'istme de Panamà amb la separació de l'oceà Atlàntic i el Pacífic, fet que originà la formació del corrent del Golf i l'aparició, per primera vegada en la història de la Terra, del casquet polar àrtic. Ara fa 2,5 milions d'anys aquest procés encara s'intensificà més (és el moment d'inici de les glaciacions). Tot plegat augmentà la pressió selectiva al llarg de l'evolució dels hominins. Fins i tot es produeixen canvis de ritme cíclic menors ara fa un milió d'anys.

Més enllà de les conseqüències en la temperatura i la humitat, el refredament va comportar la modificació de la geografia amb l'aparició de grans ponts entre continents. Els més destacats són: el tancament de Bab el Mandeb, al sud de la mar Roja (que permeté la connexió de la península aràbiga amb l'Àfrica), la connexió de les grans illes d'Indonèsia amb el continent (que, probablement, unia també les Filipines al continent), la unió de Nova Guinea i Austràlia i, finalment, la més coneguda i popular de totes, la unió d'Amèrica i Àsia pel tancament de l'estret de Bering.

Els hominins, primer, i els humans, després, hem viscut aquestes modificacions. Fins i tot en èpoques recents, com l'edat mitjana, hi ha hagut canvis importants de clima, que ja hem comentat i als quals ens referirem més endavant. Estem parlant del període càlid medieval (segle X) i de la Petita Edat de Gel (el segle XIV i el XIX).

Aquests períodes de canvi climàtic a escala de la història de la Terra han estat clau per a assenyalar grans cicles cronostratigràfics:

- L'origen de l'evolució dels hominins es va donar al final del miocè.
- El tancament de l'istme de Panamà i l'inici del casquet àrtic coincideixen amb l'inici del pliocè.
- El canvi de cicle climàtic amb la intensificació de les crisis del clima i l'inici de les anomenades glaciacions, ara fa 2,5 milions d'anys, correspon a l'inici del quaternari², just quan s'inicia el gènere *Homo*, amb el creixement cerebral dels hominins i l'aparició per primera vegada (de moment) d'eines de pedra.

L'estret de Bering

L'estret de Bering darrer té actualment una profunditat mitjana de 30 a 50 m, però els canvis climàtics glacials van comportar una davallada del nivell del mar a escala mundial de fins a 100 m.

⁽²⁾Aquesta darrera frontera ha estat proposada en els darrers anys; fins aleshores el quaternari s'iniciava fa 1,8 milions d'anys.

Procés de l'evolució hominina: els conjunts fòssils

A l'inici del segle XXI disposem de nombrosos jaciments i conjunts fòssils per a la reconstrucció de l'evolució dels hominins des dels set milions d'anys enrere. En veurem els principals dividits en les grans fases que indicàvem en l'apartat anterior.

Com ja hem comentat, el bipedisme va aparèixer als boscos tropicals centre-orientals de l'Àfrica fa entre set i sis milions d'anys i, per deriva genètica, es conservà i s'amplià, tot augmentant progressivament el nombre de gèneres i espècies bípedes. La primera espècie que es considera bípeda és la *Sahelanthropus tchadensis*, representada pel fòssil localitzat al jaciment de Toumai (Txad) al tombant de segle. Només se'n va localitzar una resta cranial força deformada, però per les característiques de la cara es considera que és del nostre grup zoològic, malgrat que no tinguem cap fòssil de les extremitats posteriors per a testimoniar-ne el bipedisme.

El segon fòssil d'aquesta fase més primitiva, amb sis milions d'anys, es va localitzar a Tugen Hills (Lukeino, Kenya), on es van descriure les restes d'*Orrorin tugenensis*. En aquest cas es va trobar un fragment proximal de fèmur del qual es conserva el coll que, per l'angle que presenta, connota l'existència del bipedisme.

Bipedisme i angle del fèmur

L'extremitat d'un ximpanzé presenta un angle recte amb la pelvis i continuïtat en l'eix fèmur-tíbia. En conseqüència, el coll del fèmur té un angle molt diferent del d'un bípede. En aquest darrer hi ha un angle obert entre el fèmur i la pelvis i tancat entre el fèmur i la tíbia.

El tercer grup, el més nombrós, perquè ja no es tracta d'un fòssil aïllat sinó d'un veritable conjunt, és el que s'ha descobert a la vall mitjana del riu Awash, a Etiòpia, on s'ha descrit el gènere *Ardipithecus*. Aquest grup ronda els cinc milions d'anys i és el primer gran grup de restes fòssils de bípedes, amb alguns fòssils molt complets, com els de l'espècie *Ardipithecus ramidus*, de més de cinc milions d'anys. En aquest gènere hi ha una segona espècie, l'*Ardipithecus kadabba*.

Entre els quatre i els tres milions d'anys hi ha els conjunts de fòssils de Hadar (Etiòpia) i Lomekwi (Kenya). En la primera de les localitats s'han descobert els espècimens més antics de l'espècie *Australopithecus afarensis* i en la segona recentment es va descriure un gènere nou, el *Kenyanthropus platyops*, caracteritzat per una cara plana que, per als descobridors, anuncia fòssils més recents de dos milions d'anys i que clàssicament s'atribueixen al gènere *Homo*. Ens referim a l'*Homo rudolfensis*, que podria ser rebatejat com a *Kenyanthropus rudolfensis*, una espècie no humana de cervell gran. De més de quatre milions d'anys, a Kenya, també es coneix l'espècie *Australopithecus anamensis*.

Entre els tres i els dos milions d'anys ja tenim més diversitat de conjunts fòssils: Olduvai (Tanzània), Swartkrans i Sterkfontein (Sud-àfrica). D'aquesta fase tenim l'espècie *Australopithecus africanus* i els primers fòssils del gènere *Homo*, corresponents a l'espècie *Homo habilis*.

De la darrera de les fases, de menys de dos milions d'anys, tenim el registre d'Olduvai amb fòssils d'*Homo habilis* i els registres de Koobi Fora (Kenya) i Ain Hanech (Algèria), importants sobretot com a indicadors del comportament humà més primitiu i de l'expansió pel Magrib.

Tanmateix, el més destacat d'aquesta fase potser és el conjunt de Dmanissi (República de Geòrgia), del qual ja hem parlat, i que ha lliurat desenes de fòssils humans i centenars de restes tècniques d'1,8 milions d'anys que testimonien un radi d'expansió molt ampli dels humans primitius que, amb una tecnologia molt arcaica i unes característiques anatòmiques també molt primitives, van ser capaços de franquejar barreres geològiques i geogràfiques.

El bipedisme, la primera frontera. Gèneres bípedes

Els gèneres bípedes més primitius són el *Sahelanthropus*, l'*Orrorin*, l'*Ardipithecus* i l'*Australopithecus*, amb una edat compresa entre els set i els quatre milions d'anys. El tret principal avui dia és l'extrema antiguitat dels hominins, amb un bipedisme demostrat fa sis milions d'anys d'antiguitat (tots els fòssils d'aquesta fase, fins i tot *Australopithecus*, són intermedis i ja deriven a la posició bípeda), en el miocè final. El canvi en la locomoció no és l'únic caràcter derivat d'aquests fòssils, ja que també cal esmentar la cara plana de *Sahelanthropus* com un tret propi del grup.

La morfologia del peu també varia, perquè els cinc dits queden alineats, en lloc de tenir un polze oposat com en el ximpanzé. La pelvis d'un bípede és més ampla bilateralment i curta en la dimensió anteroposterior i les ales ilíaques són més còncaves. El bipedisme comporta canvis en les proporcions de braços i cames: a mesura que avançà l'evolució del grup, les extremitats superiors típiques d'un braquiador, molt llargues, es fan més curtes. Les proporcions plenament humanes, amb braços més llargs que les cames, no s'adquireixen fins a l'*Homo ergaster*. Una darrera conseqüència important és que les dimensions de la pelvis i, més endavant, el creixement del cervell i del crani, modifiquen el procés del part que requereix una adaptació social més important.

En l'*Orrorin* el bipedisme s'associa a una dentició petita, més pròpia de la línia dels australopitecs més recents que dels més antics. Tot sembla indicar que hi ha dues línies en l'evolució més primitiva pel que fa a la dentició. Tota aquesta fase, que s'acaba amb els fòssils d'*Ardipithecus*, és completament nova, no existia abans de la segona meitat dels anys 1990.

Creixement del cervell i evolució de la dieta. Registre fòssil

La dieta dels hominins evolucionà des d'una alimentació vegetal i frugívora a una en què guanya més presència la carn. La modificació de la dieta coincideix en el temps amb el creixement del cervell, de manera que, en general, s'associen per a formular una hipòtesi que té en compte que el cervell és un teixit que requereix més ingesta de proteïnes per a alimentar-lo. Per tant, segurament es produí un cert "compromís" evolutiu entre el creixement del cervell i la dieta.

La dualitat cervell-dieta es complementa amb la modificació de la dentició. L'arcada dental humana és més convexa que la d'un ximpanzé o d'un hominí primitiu, alhora que ha perdut la grandària dels canins i el diastema que hi està associat³. Els australopitecs presenten una gran varietat en les dimensions de les dents, especialment entre *Australopithecus afarensis*, de dents grans, i *Australopithecus africanus*, de dents petites. Uns trets que compliquen els esquemes evolutius i que semblen comportar una certa bifurcació interna en el gènere.

En aquests processos de modificació de la dentició les formes d'australopitecs són intermèdies entre les formes primitives i les humanes (és el mateix que explicàvem referent al bipedisme). Ara bé, en entrar en la qüestió del creixement cerebral i la dieta els canvis es produeixen en els humans, ni tan sols el gènere *Paranthropus* presenta canvis en aquests trets.

La fase en què el cervell creix en el gènere *Homo* correspon també a un moment de forta selecció natural que comporta, sembla, la desaparició de molts dels gèneres i espècies prèvies. Queden els parantrops, els humans i els últims australopitecs, tots de menys de 2,5 milions d'anys. Més cap aquí dels dos milions d'anys, a més, també desaparegueren els australopitecs.

Humans i parantrops

El gènere que es conservà amb els humans, els parantrops, és un gènere molt especialitzat, de dents molt grans, d'una gran robustesa i dimorfisme sexual, de dieta més frugívora que la humana i un petit creixement cerebral respecte dels australopitecs però relacionat segurament amb la robustesa i unes dimensions corporals més grans. Fou un llinatge que evolucionà en paral·lel a l'humà, des dels 2,6 milions d'anys amb l'espècie *Paranthropus aethiopicus* i bifurcant-se després regionalment en *Paranthropus boisei* (Sud-àfrica) i *Paranthropus robustus* (Tanzània).

El creixement cerebral autèntic és el del llinatge humà, amb la primera espècie *Homo habilis*, que és també la primera que produeix eines de pedra, segons el registre del qual disposem avui. D'*Homo habilis* i humans primitius en tenim des de Sud-àfrica, passant per tot l'Àfrica oriental, fins al Caucas, amb les restes de Dmanissi, que tenen una gran similitud amb l'*Homo habilis*. Aquestes darreres, tanmateix, figuren entre les de cervell més petit. La cronologia ben contrastada del creixement cerebral la tenim en fòssils de menys de dos milions d'anys, perquè els de més de dos milions d'anys són molt parcials i no permeten de conèixer el crani.

⁽³⁾Aquest era, en el cas dels ximpanzés i altres primats, un tret de dimorfisme sexual que en els humans es redueix molt i que, finalment, pel que fa a la dentició, desapareix completament.

Les restes de Dmanissi

La literatura ha classificat aquestes restes primer com a *Homo ergaster*, com a *Homo georgicus* després, i ara sembla que es volen atribuir a *Homo erectus sensu lato*.

El cervell creixé en relació amb el canvi de la dieta i l'aparició de la tecnologia, i amb un comportament social més complex, que introdueix la capacitat per a compartir l'aliment i per a mantenir amb vida amb individus que no es poden valer per ells mateixos, com ho demostra l'existència d'un crani pràcticament desdentat en el registre de Dmanissi. Podem parlar d'*Homo socialis*.

Més enllà del creixement cerebral, que en l'*Homo habilis* ateny els 600-650 cm³, els humans també ens distingim per un augment en el gruix de la volta cranial, la constricció postorbital reduïda (un creixement de l'amplada del crani que tendeix a ser tan ample com la cara), l'augment de la contribució de l'occipital a l'amplada de l'arc sagital, l'augment en l'alçada del crani, el *foramen magnum* avançat, la reducció del prognatisme mandibular, les corones més primes en les dents i la reducció de l'amplada de l'arrel dels molars.

Recordau

Les espècies més primitives d'*Homo* encara tenien una mandíbula gran i la dentició i les proporcions de braços i cames eren encara arcaïques.

El cervell i l'origen del comportament humà: eines, llenguatge i molt més. Evolució de l'*Homo*

El creixement cerebral en aquesta fase té una primera inflexió exponencial que comportà, molt probablement, una reorganització del cervell. En els anys 1980 es van produir motllos endocranials dels fòssils d'*Homo habilis* d'Olduvai que van mostrar el que semblava l'àrea de Broca, la zona típica dedicada a la parla en el cervell humà: el creixement cerebral per si mateix no és l'adaptació més important, ho és la reorganització, que les parts adquireixen noves funcions com el llenguatge.

Una línia de recerca actual intenta conèixer en quin moment aparegué el llenguatge en l'evolució. Tenim evidències clares que fa 400.000 anys ja existia, però des de quan? L'*Homo habilis* tenia llenguatge? Àrees del cervell humà que estaven dedicades primitivament a la motricitat ara es relacionen també amb la motricitat de la generació del llenguatge i també es produïren canvis essencials en l'aparició de la zona prefrontal i en la densitat més gran de les cèl·lules del cervell, de les neurones, la qual cosa permeté l'existència de més quantitat de neurones en un mateix espai.

Atapuerca

El llenguatge està plenament testimoniats ara fa 400000 anys a Atapuerca. Els ossos de l'orella mitjana de les restes trobades presenten una morfologia que els devia permetre sentir i desxifrar freqüències de so molt pròximes a les que nosaltres podem distingir. Per això concloem que tenien una forma de llenguatge articulat. Recordem que aquesta mateixa població de la Sima de los Huesos va acumular els seus morts en el fons d'un avenc en el que, potser, es tracta del primer comportament funerari de la història humana. Aquesta hipòtesi també reforça la del comportament complex i del llenguatge.

Origen dels sistemes tècnics i de la cultura

Els sistemes tècnics constitueixen la primera forma de cultura que coneguem en l'evolució hominina. Si projectem el que sabem dels ximpanzés i bonobos cap al passat humà hem de concloure que, amb molta probabilitat, les espècies

ancestrals dels humans degueren usar objectes sense modificar o molt poc modificats: les eines de pedra serviren per a la supervivència i són cultura, però no en sabem res d'empíric, de palpable.

Les primeres restes que en tenim daten de fa 2,6 milions d'anys i provenen de la regió de Gona a Etiòpia. Dos conjunts de jaciments (Kada Gona i Ounda Gona) tenen actualment les restes més antigues d'eines lítiques, consistents en còdols de traquita colpejats de manera ortogonal, en angle recte, sobre una sola cara, a fi d'obtenir eines molt simples, senzilles ascles de vora tallant. No hi ha cap eina estandarditzada ni cap sistema de producció estandarditzat. Hem de destacar la relació d'aquestes eines amb la capacitat per a aconseguir nous recursos alimentaris i, potser, per a modificar objectes d'altres matèries, com la fusta, i el coneixement de les propietats de les roques. De tota aquesta capacitat en podem dir *intel·ligència operativa*.

Més enllà de Gona, tenim jaciments destacats a Kenya, on el de Lokalalei ens permet de veure com els humans d'aquesta època, 2,3 milions d'anys, recollien els blocs i còdols de pedra en l'entorn del lloc on els transformaven, n'utilitzaven les ascles i els abandonaven, sempre en el mateix punt. No hi havia mobilitat de recursos en aquell moment. A Lokalalei s'han localitzat eines que han pogut ser "remuntades"⁴.

⁽⁴⁾Les diferents peces d'un mateix bloc s'han pogut tornar a ajuntar per restituir el bloc original.

Hi ha una certa discussió sobre si d'altres gèneres coetanis dels humans també empraren o transformaren roques en eines de pedra. A Hadar (Etiòpia) s'ha localitzat un os de gasela amb marques d'haver estat escorxada amb una eina de pedra en un mateix nivell en què, a cinc-cents metres de distància, es va localitzar un fòssil de l'espècie *Australopithecus garhi*. A Olduvai (Tanzània) també es van localitzar eines de pedra en la mateixa localització en què hi ha restes fòssils de *Paranthropus robustus*. Aquestes troballes obren un tema de debat.

A la dècada de 1960, a Olduvai, es va poder bastir la primera seqüència d'evolució cultural tecnològica des de les que, aleshores, eren les eines més simples i antigues, d'1,8 milions d'anys d'antiguitat, fins a les eines estandarditzades, especialitzades i ben elaborades del que es coneix com a *mode 2*. L'àrea que ocupa Olduvai corresponia a la riba d'un llac que donà molts recursos als humans tant en els moments primitius, com en els posteriors (fa 1,5 milions d'anys), de mode 2 o aixelià.

Les dispersions humanes: competència, selecció i supervivència

Ain Hanech (Algèria), amb una edat d'1,8 milions d'anys, és un jaciment situat en una antiga conca lacustre que indica la força de l'expansió humana en totes direccions des de la regió centreoriental de l'Àfrica. A Algèria no hi ha restes de les primeres fases de l'hominització i el registre més primitiu correspon al primer gran moment d'expansió humana, quan el nostre gènere és a tot arreu des d'Etiòpia fins a Sud-àfrica, al Magrib i fins i tot al Caucas.

Aquesta expansió la van realitzar poblacions humanes amb la tecnologia més primitiva de la història. Les dispersions humanes tradicionalment s'han interpretat, segons una concepció romàntica de les decisions humanes i el progrés, com el moviment de gent molt capaç, avançada, que colonitzava nous territoris. Que fossin poblacions amb tecnologia primitiva en un moment en què a l'Àfrica oriental ja hi havia tecnologies molt més avançades ens retorna a la realitat més pregona de les necessitats: no es tracta de colonitzadors sinó d'emigrants, i la seva història no és una història de superació i progrés sinó de supervivència bàsica.

El gènere *Homo* es va estendre per Àfrica i més enllà des de fa entorn de dos milions d'anys (Dmanissi, al Caucas, és el registre més antic fora del continent africà, amb 1,8 milions d'anys). Aquesta expansió va originar una evolució regional important, amb formes humanes diferenciades a l'Àsia, l'Àfrica i Europa. Que els humans arribessin a Geòrgia ho considerem una fita, però encara ho és més que aconseguissin arribar a la petita illa de Flores, més enllà dels límits del continent, i demostrar que hagueren d'afrontar la travessia d'una llenca d'oceà, encara que fos petita i poc profunda. En aquesta illa del límit Índic-Pacífic es va desenvolupar una espècie humana nana, l'*Homo floresiensis*, fins al plistocè superior, ara fa menys de 20.000 anys, que evolucionà a partir d'una població molt primitiva, potser encara més primitiva que la població recuperada a Geòrgia.

Les espècies implicades en aquests moviments territorials són l'*Homo ergaster* a l'Àfrica, l'*Homo georgicus* al Caucas, l'*Homo antecessor* i el seu ancestre a Europa, l'*Homo erectus* estricte a l'Àsia oriental i l'ancestre d'*Homo floresiensis* a les illes d'Indonèsia. Si fins aleshores el gènere *Homo* era poc diversificat, des d'aquest moment, amb una forta regionalització, la norma serà la diversificació filogenètica.

Molt probablement aquest moviment de dispersió es va produir per un fenomen de competència, de lluita per la supervivència, primer de tot a l'Àfrica i, després, a tots aquests territoris, que van dur les poblacions menys adaptades a buscar nous territoris i nous recursos. Només així podem explicar que fa 1,5 milions d'anys a l'est de l'Àfrica tinguem la tecnologia més avançada del mode 2, amb alguna bossada escassa de poblacions amb mode 1, que aquesta darrera tecnologia sigui, al mateix moment, la norma al Magrib, a Geòrgia i al sud-est asiàtic, i que una mica més tard, entre fa 1,3 i 1,4 milions d'anys, també sigui la norma a Europa, mentre que només un jaciment del Proper Orient mostri una tímida evolució envers el mode 2. Tot plegat sembla dibuixar el mapa de diversos centres de competència i lluita per la supervivència marcats pel diferencial de capacitat d'adaptació. Aquesta és la conseqüència evident de la situació després d'haver acceptat que la tecnologia i la cultura són elements adaptatius, adaptacions diferencials, que donen més o menys capacitat de supervivència depenent del grau tecnològic.

Els humans a l'extrem occidental d'Euràsia: història de competència i supervivència

La història de competència i lluita per la supervivència es fa més evident en un dels registres que ens mostren aquesta expansió: Atapuerca. En un dels jaciments d'aquest conjunt situat a l'extrem occidental d'Euràsia, la cova de la Gran Dolina, es va trobar un registre fòssil humà de l'espècie *Homo antecessor* de fa 800.000 anys.

En aquell moment Europa estava àmpliament poblada. Hi havia des de fa 1,3 milions d'anys poblacions humanes a la regió d'Orce (Granada), a Atapuerca (Burgos), a Pirro Nord (Itàlia meridional) i a Pont de Lavaud (Massís Central, França). Per acabar el mapa hem d'assenyalar que des de fa 800.000 anys els humans havien aconseguit entrar a la freda Gran Bretanya.

L'espècie *Homo antecessor* només es coneix, tanmateix, per les restes òssies de la cova de la Gran Dolina, de fa 800.000 anys. Els fòssils localitzats tant al jaciment de Barranco León, a Orce, com a la Sima del Elefante, a Atapuerca, totes dues d'1,3 milions d'anys, no s'han pogut classificar dins d'una espècie determinada perquè són poc determinants.

Les restes de la cova de la Gran Dolina tenen una característica que les fa especials. Molts dels ossos recuperats presenten marques d'haver estat escorxats amb eines de pedra. Des del seu descobriment es va determinar que havien estat acumulats en un acte de canibalisme.

Canibalisme

El canibalisme és un fenomen força estès però que té tan mala premsa que moltes vegades els arqueòlegs ens hem resistit a acceptar-ne la realitat, de manera que alguns registres de canibalisme no han estat definits fins molt tard en la recerca.

Fins i tot alguns corrents, com el simbolisme del segle XIX, han assenyalat que només les societats complexes i jerarquitzades podien tenir canibalisme. Això es plantejava perquè es relacionava el canibalisme amb el sistema simbòlic. Per a ells aquest fenomen tenia relació amb el consum de l'essència de l'altre, una consideració que es dona efectivament en societats complexes.

A part de la discussió de si les poblacions de fa 800.000 anys eren complexes o no, el canibalisme no és només això. Des de la seva descoberta, a Atapuerca s'ha parlat d'un canibalisme gastronòmic; és a dir, per raons d'alimentació. Per necessitat, en definitiva.

El "problema" va sorgir en el decurs de la recerca en el jaciment, quan es va descobrir que el nivell geològic que contenia aquestes restes, el TD6 (Trinchera Dolina nivell 6) presentava fins a tres horitzons arqueològics amb ossos humans acumulats per canibalisme. En un espai de temps no determinat, però que pot anar des d'uns centenars d'anys a alguns milers, els pobladors de la Sierra de Atapuerca van utilitzar el canibalisme com a forma cultural que els

distingí al llarg de molt de temps i els va ser útil en la seva lluita pel control de l'espai i els seus recursos enfront dels altres pobladors. Quant a la serra mateixa, el 2007 es va descobrir un altre fòssil humà a la Sima del Elefante, aquest cop d'1,3 milions d'anys d'antiguitat, es va veure que tenia també marques de canibalisme i es va acabar de demostrar que les formes d'aquest comportament són molt diverses i esteses, tant en el temps com en l'espai.

D'entrada és un fet de supervivència, però no podem descartar una certa càrrega simbòlica d'humiliació per al grup que el va patir. En la lluita pels recursos del territori totes les societats humanes de la història han utilitzat sistemes d'humiliació i de destrucció del competidor. Per això no ens ha de sorprendre el cas d'Atapuerca, excepte que continuem pensant que es tractava d'unes societats cànides, en comunió amb la natura i els seus veïns.

El que hem esmentat només és una part del coneixement que s'està adquirint en els jaciments arqueològics de l'extrem occidental d'Europa entre 1,3 i 0,5 milions d'anys. Els conjunts esmentats són molt rics i diversos i ens permeten una molt bona imatge del poblament humà i de la seva evolució al llarg d'un milió d'anys. Una de les dades més destacades és que aquelles poblacions foren capaces d'ocupar tot tipus d'ambients: valls fluvials i zones càrstiques a Atapuerca, grans conques lacustres a Orce, àrees de maresma a Montepoggiolo (Itàlia), zones fresques o fredes al massís Central francès o l'actual costa oriental de Gran Bretanya, aleshores part d'una gran conca fluvial que aplegava rius que actualment vénen tant de la Gran Bretanya com del continent, ja que en època de glaciacions el canal de la Mànega, com tants altres racons de la Terra, era eixut i permetia el pas en tots dos sentits.

Bibliografia

Campillo Álvarez, J. E. (2004). *El mono obeso. La evolución humana y las enfermedades de la opulencia: diabetes, hipertensión, arteriosclerosis*. Barcelona: Crítica (cap. 2).

Cavalli-Sforza, L. L. (1992). "Genes, pueblos y lenguas". A: J. Bertranpetit (ed.). *Orígenes del hombre moderno*. Barcelona: Libros de Investigación y Ciencia (pàg. 49-56).

Whiten, A.; Goodall, J.; McGrew, W. C.; Nishida, T.; Reynolds, V.; Sugiyama, Y.; Tutin, C. E. G.; Wrangham, R. W.; Boesch, C. (1999). "Cultures in chimpanzees". *Nature* (núm. 399, vol. 6737, pàg. 682-685).

2.2.4. Bloc 4. Casos d'evolució cultural i supervivència al llarg de la història: selecció natural de la cultura?

Aquest bloc és l'argumentari central del curs i el tenim estructurat de manera seqüencial, seguint tant la línia del temps com el fil argumental. Segons tots dos cal començar amb la intel·ligència operativa com a primera adaptació, la que ens obre la porta a totes les altres i el caràcter d'adaptació de la qual resulta més "fàcilment" demostrable. A més, és la primera en el temps.

La cultura material, adaptació inicial. Els humans i la fabricació d'instruments. Els instruments que ens permeten de sobreviure

Com ja hem comentat, l'operativitat humana no neix amb nosaltres, ni tan sols amb els hominins, sinó que la compartim amb d'altres animals, sobretot amb els nostres parents vius més pròxims, els ximpanzés i bonobos. No es tracta, doncs, d'un invent: de ben segur la nostra capacitat de produir instruments va evolucionar a partir de la capacitat d'utilitzar objectes dels ancestres.

Hi ha, qualitativament, una distància important entre triar l'objecte més adequat per a una funció i transformar una matèria en un objecte nou. L'operativitat dels ximpanzés representa un comportament de selecció molt precís i efectiu d'un objecte per les seves característiques i capacitats naturals. Tot i que, com els ximpanzés també utilitzem objectes sense transformar, els humans seleccionem un material, no un objecte, no per les seves característiques ja existents, sinó per la seva potencialitat de ser transformat i per extreure'n uns objectes amb unes característiques "previstes" concretes. Totes les passes cognitives que això comporta són molt diferents.

Aquest argument és el que fem comunament per a demostrar la distància qualitativa que es va franquejar en un moment determinat de la nostra evolució, fa més de 2,5 milions d'anys. El que acabem d'assenyalar exigeix també pensar en unes adaptacions mentals i cognitives prèvies o coactants.

Més enllà del que s'ha indicat, l'operativitat humana és una adaptació en tots els sentits, ja que en la història de l'evolució li veiem una relació directa amb el canvi de dieta dels humans. És especialment destacat que en l'origen de la intel·ligència operativa els humans van aconseguir de menjar la carn de grans herbívors perquè els van poder escorxar amb eines de pedra, cosa que obrí la porta a aconseguir aliment per a grups més nombrosos.

Avançada l'evolució, un altre canvi producte de la intel·ligència operativa, l'adquisició de la capacitat de fer foc, va permetre d'introduir nous aliments en la dieta, com els vegetals impossibles de digerir si no són cuits, i també allargar la vida útil dels aliments, en poder-los coure. L'últim pas que hem d'esmentar aquí és el de la producció d'aliments introduïda amb la cultura tecnològica del

neolític. També és un gran guany de la nostra intel·ligència operativa. Aquest darrer cas ens permet d'adquirir la percepció més pregona de les capacitats que la tècnica ens permet, com a forma de cultura i d'adaptació.

La competència entre individus i poblacions. La lluita per la supervivència. Del canibalisme d'Atapuerca a la Guerra d'Iraq

La Guerra de d'Iraq rebrota amb nova virulència i una nova dimensió. Alhora a Occident es fan conferències i es creen grups per evitar la humiliació de la violació associada a les guerres, com va succeir en la guerra dels Balcans per a vergonya de tots.

Cal esperar que siguem conscients que aquest comportament no és un fet estrictament modern i que tampoc no és exclusivament humà. Jane Goodall, la coneguda etòloga especialitzada en ximpanzés, va descriure episodis de guerra entre grups d'aquests animals amb comportaments molt agressius i destructius, que van conduir a l'eliminació de l'altre.

Ja hem comentat que els humans hem desenvolupat moltes formes de comportament per a eliminar la competència perquè, en la lluita per la supervivència, en el fons es tracta d'eliminar el competidor en el control dels recursos i assegurar la persistència del nostre grup, encara que sigui eliminant l'altre.

Hem assenyalat com la primera gran dispersió humana fa entorn de dos milions d'anys va ser provocada, amb molta probabilitat, per la competència entre grups humans diferenciats per la seva capacitat tècnica. El diferencial tecnològic entre aquests va fer que uns poguessin romandre en el territori original i els altres n'haguessin de buscar de nous. Aquest "buscar nous territoris" els va dur progressivament a colonitzar regions d'altres continents, com l'Àsia i Europa.

Un episodi de competència més agressiu es va produir, com hem indicat, en la regió d'Atapuerca, on fa 800.000 anys un grup humà en va eliminar un altre i es va menjar una part de la població, probablement els individus joves. Aquest comportament és típic de qui vol eliminar el contrari en la lluita per la supervivència. A més, hem referit com aquesta manera d'actuar es va repetir diverses vegades al llarg d'alguns milers d'anys, com un tret cultural típic.

Europa era la terra clàssica dels neandertals fins que hi vam entrar nosaltres, els humans moderns. Fa 40.000 anys l'*Homo sapiens* es va introduir a Europa, on vivia des de temps ancestrals *Homo neanderthalensis*. La situació havia de desencadenar una competència, com en qualsevol situació en què dues poblacions es troben en un mateix territori. Els neandertals eren uns humans molt complexos i avançats, amb un comportament simbòlic important, que enterrava els seus morts i tenia algunes formes de simbolisme. Tanmateix, no l'havia utilitzat de manera socialitzada àmplia i sistemàtica. Els humans mo-

derns sí que ho van fer i van marcar el territori i el van “posseir”. Aquesta possessió cultural del territori els va donar una preeminència que, a la llarga, va conduir a l’extinció dels neandertals.

Aquests processos de competència i d’ús de les formes culturals en la lluita entre grups és una característica humana, com a desenvolupament complex i simbòlic d’una forma de fer present en tota la biologia, en tots els animals: els lleons, per exemple, maten els cadells d’altres mascles.

La cultura de l’habitatge. Dels nius de les aus i els caus d’alguns mamífers a l’habitatge humà: la construcció d’un espai de supervivència

La cultura de l’habitatge és una de les que ens permeten fer la demostració que més ens agrada: assenyalar com el nostre comportament de construcció del nostre habitatge, del nostre espai ecològic, és un desenvolupament evolutiu, de creixement de la complexitat a partir de quelcom que ens precedeix. Hi podem demostrar la realitat d’un *continuum* evolutiu que va des dels ocells o les llúdrigues, passant pels ximpanzés fins a nosaltres mateixos.

Les aus fan els seus nius un cop l’any, els solen fer al mateix lloc i moltes, a més, tenen un comportament de “fidelitat conjugal” (repeteixen parella d’any en any). Les llúdrigues modifiquen l’espai d’un riu per adaptar-lo a les seves necessitats. No és el mateix que fem nosaltres? Quina diferència hi ha? Només la complexitat.

Podem seguir el *continuum* amb els nius que es fan els ximpanzés per passar la nit a les capçades dels arbres, les zones més protegides del seu entorn. Com que es mouen pel territori com a nòmades, en moviments circulars, moltes vegades tornen al mateix lloc on han passat la nit dies abans i retroben els nius que havien fet aleshores. Així ho indicava Jordi Sabater Pi, l’especialista català en ximpanzés i que en va indicar els trets culturals.

Mary i Louis Leakey van interpretar un conjunt de blocs de pedra acumulats en un punt del jaciment de DK a la gorja d’Olduvai com les restes d’un antic habitatge humà, de prop de dos milions d’anys d’antiguitat. És el cas més primitiu proposat. L’arqueòleg francès Henry de Lumley va descobrir en el jaciment de Terra Amata, a Niça, els indicis d’una cabana construïda a la platja fa 400.000 anys. Es tractava de forats fets a terra i que resseguien una línia molt marcada acompanyats per una diferència important en el tipus de restes d’activitats que hi havia a banda i banda d’aquella línia. Tot li va fer plantejar l’existència d’una cabana.

Els casos més coneguts i espectaculars són els de les cabanes fetes amb ossos i defenses de mamut típiques de Rússia i sobretot d’Ucraïna. Tenen al voltant de 15.000 anys d’antiguitat i constitueixen una gran fita en l’evolució de

l'habitatge humà. Algunes estaven fetes amb els ossos de desenes de mamuts fins al punt que cal una bona imaginació dels especialistes per a comprendre com es van construir.

Les cabanes d'ossos de mamut

Segons alguns d'aquests investigadors, els humans es van adaptar a la situació ecològica de l'època, que era freda però humida, fet pel qual a l'hivern nevava per sobre del que els mamuts podien suportar. Aquests animals estaven adaptats a zones fredes i seques que els permetien de trobar aliment tot l'hivern en prats de zones glacials. Si nevava molt, potser no eren capaços de trobar prou aliment sota la neu. Els humans coneixien i aprofitaven aquesta situació i durant la primavera buscaven els grups de mamuts morts durant l'hivern anterior i n'aprofitaven la carn i els ossos per a construir les cabanes.

Podem veure en tots aquests comportaments la petja de l'adaptació, del caràcter adaptatiu i evolutiu dels comportaments culturals que han permès els humans al llarg de tota la història evolutiva d'adaptar l'entorn a les necessitats pròpies, més enllà d'adaptar-nos nosaltres mateixos a la situació. Avui tenim un gran exemple de l'adaptació de l'entorn a les nostres necessitats en la reducció dels turons en l'entorn de nombroses ciutats xineses que necessiten ampliar el seu territori construït però no ho poden fer en zones escarpades, raó per la qual arranquen els turons per a construir en pla. És la versió moderna de l'aprofitament dels romans de les regions planes del Magrib per a construir-hi les ciutats més típiques de l'urbanisme romà.

La cultura en l'espai. La construcció d'un territori cultural

El territori que els *Homo sapiens* europeus van marcar amb les pintures a les coves els va servir per a sobreviure en millors condicions en la lluita per la supervivència. En l'arqueologia, a mesura que avancem en el temps evolutiu, ens adonem de l'existència d'autèntics territoris culturals, controlats de cap a cap.

Amb l'aparició de les societats progressivament més complexes, especialment des del neolític, però també abans, els territoris culturals són molt presents. L'arqueologia del Proper Orient ha patit una bona sotragada amb la descoberta de conjunts simbòlics com el de Göbekli Tepe a l'Anatòlia oriental. Són diversos els casos similars de grans construccions, que semblen correspondre a santuaris en els quals les poblacions de caçadors-recol·lectors de la regió duïen a terme els seus rituals. Quins eren aquests rituals no ho sabem, però les lloses que configuren parets i pilars de l'estructura estan decorades amb gravats d'animals. És un dels millors casos de territori ben organitzat entre comunitats anteriors al neolític.

No cal dir que l'aparició de l'agricultura i la ramaderia va obligar al control cultural del territori d'una manera més pregonada. Un dels exemples paradigmàtics és el del Nil i l'estat faraònic. Ramsès II va marcar el límit sud del seu territori amb el temple d'Abu Simbel. Era una marca clara per a qui entrava al Nil des del sud perquè sabés qui hi governava. Aquest és un tipus de marca o organització que té a veure amb el control del territori.

Hi ha formes simbòliques d'organització de l'espai a gran escala. Els egipcis mateixos diferenciaven el territori dels vius, a llevant del riu, per on el Sol naixia, del territori dels morts, a ponent del riu, on el Sol moria. Tanmateix, en aquesta zona occidental, lluny de la zona de vida de la població, i prop de les tombes reials, hi havia els temples funeraris que eren el centre econòmic d'Egipte, els que emmagatzemaven la collita per a distribuir-la.

Exemple

La duplictat zona dels vius enfront de zona dels morts també es pot veure en l'organització del territori de la vall de Sadernes a l'Alta Garrotxa, en què hi ha coves que serviren de magatzem per a la collita i d'altres com a zones sepulcrales a l'entorn d'un poblat a la vall.

Enterraments en barques

Un exemple curiós de territori cultural amb indicacions simbòliques el trobem a les illes de Batanes a les Filipines, en què una rica cultura de pescadors enterrava els seus morts en un turó fora del poble, encarat al mar, en tombes que reproduïen la forma de les barques de pesca. Són tombes típiques, com petites cistes, però recobertes de blocs de pedra que simulen la forma d'una barca.

Més interessant és el territori que els colonitzadors grecs es van crear a la Mediterrània a partir dels mites propis. Els argonautes parlava d'un mite que servia per a justificar l'interès micènic i grec per l'interior de la mar Negra, ric en recursos. El mateix passa amb *Odissea*, que, en explicar el viatge de retorn d'Ulisses, acaba marcant el territori de les colonitzacions gregues del segle VIII aC en la Mediterrània central. De fet els mites serveixen per a justificar la colonització.

Els grans exemples de territoris culturals extensos els trobem en la civilització romana i la incaica. Els romans construïren les seves vies que travessaven l'Imperi per facilitar la circulació de persones, tropes i mercaderies, i també el control del territori i els seus habitants. Els inques van construir el Qhapaq Ñan, el camí dels inques que recorria tota la serralada dels Andes i que servia de camí de comunicació i de control. Un camí molt potent i important pels desnivells que supera i per la dificultat tècnica.

L'organització territorial a partir de les societats complexes la podem llegir també en la relació dels diferents tipus de ciutats i la regió que les envolta. Les ciutats egípcies tenien, per exemple, una jerarquització molt clara i que feia fluir els béns i els impostos des de la base de la societat cap a la cúpula.

No oblidem que aquestes formes de territori cultural les podem veure en la nostra pròpia societat; no és una característica de les societats primitives, també les nostres pateixen aquests desequilibris.

La cultura econòmica. El sistema econòmic que tingui una societat permet de sobreviure millor o pitjor. Crònica d'una revolució econòmica en el neolític

El neolític acaba essent el gran exemple que ens serveix per a mostrar la cultura com una forma adaptativa. El neolític va ser una cultura molt ben marcada, una forma d'economia, marcada per la producció dels aliments, una adaptació molt pregona i eficaç per a sostenir la població a una escala mai vista fins aleshores. Per aquesta raó va ser tractada per Vere Gordon Childe, un dels arqueòlegs més influents de la història de la recerca, com a Revolució Neolítica.

D'entrada la revolució va representar el canvi radical dels costums alimentaris, especialment perquè les poblacions humanes van concentrar i reduir molt la diversitat alimentària. Un segon tret importantíssim de la cultura econòmica neolítica és que els aliments que les poblacions consumien, sobretot en la fase d'expansió, com és el cas de la península Ibèrica, eren importats. Cal assumir que les espècies que avui dia mengem són «invasores», des del blat a l'arròs i el xai i el porc. No cal pensar només en aquells productes que ens van arribar d'Amèrica des del segle XV sinó també en els que van arribar el 5000 aC.

És molt important de destacar, com conseqüència del que acabem de comentar, que des d'aleshores els humans ens podem dispersar amb l'aliment. No cal buscar l'aliment al lloc d'arribada, com s'havia fet tradicionalment entre els caçadors-recol·lectors nòmades. Això assegurava en gran mesura l'aliment.

L'economia de producció es va iniciar com a mínim en quatre grans regions de manera separada, la més antiga de les quals és el Proper Orient. Cadascuna d'aquestes regions, que inclouen Amèrica Central, l'Extrem Orient i el Níger, es va especialitzar en unes espècies vegetals i animals, de manera que fins i tot avui som capaços de reconèixer les cultures alimentàries al món. Sempre que obviem la globalització actual podem observar la cultura de l'arròs, del blat, del blat de moro, del nyam...

Els cereals i els animals més gregaris van ser l'objectiu de la domesticació. El procés de domesticació no va ser un fet uniforme i ràpid sinó que requerí una especialització inicial de les poblacions en el producte que després es va domesticar. Així recentment s'ha descobert que en l'Europa plistocena, dels caçadors-recol·lectors paleolítics ja hi hagué indrets en què es van especialitzar en el consum de cereals, fins i tot triturats en forma de farina. Això ha estat un gran descobriment perquè ha permès d'observar el llarg camí d'adaptació i d'evolució abans d'arribar a la gran fase de la domesticació final.

Les anàlisis genètiques actuals estan permetent de conèixer les varietats originàries de les espècies domesticades, el seu lloc de domesticació i l'antiguitat. Això darrer situa les domesticacions més primitives ara fa 13000 anys, molt

abans del que hom considerava prèviament i, fins i tot, abans del final complet de la glaciació. Aquestes anàlisis també indiquen un procés llarg que implicà la domesticació inconscient en molts casos.

Un darrer punt de gran interès, potser el central, és la constatació que les espècies domesticades són més productives que les silvestres. És especialment destacat en el cas dels cereals. La imatge de l'espècie ancestral del blat de moro posa de manifest el que han aconseguit 10.000 anys de domesticació. Probablement aquest tret està entre els objectius dels humans productors.

No cal oblidar, finalment, la transformació del territori a partir de la domesticació: l'aparició dels camps de conreu; la dissociació de la zona de conreu de la de ramaderia i d'habitatge. Un territori molt ben estructurat i exclusiu que acaba amb la instal·lació de les àrees simbòliques i les vies de comunicació quan les estructures socials creixen fins a tal punt que requereixen una organització ben planificada.

La cultura social. La creació de mites, l'art, la ciència, augmenten la cohesió social i la resistència evolutiva d'una població humana

Hem esmentat els mites grecs que van justificar la colonització de la Mediterrània central al segle VIII aC, tot desbancant els fenicis en el control de la regió. Sicília era territori d'Ulisses. Allà, al litoral oriental de l'illa, a l'ombra de l'Etna, els mariners grecs van reconèixer, en la població actual d'Ací Trezza, els rocs que Polifem va llençar sobre el vaixell dels itaquesos. Un geòleg ens diria que es tracta de les xemeneies erosionades d'antics volcans, però això no influeix en la imaginació popular.

El cas és que els grecs del segle VIII aC, que es desplaçaven per la mar i fundaven noves ciutats i territoris, se sentien com a casa a tot arreu perquè aquestes referències a la seva mitologia cohesionaven la seva societat, i el que aquí ens interessa és mostrar com una societat ben cohesionada és més potent i sobreviu millor. La cohesió reforça l'organització territorial. La unió de mite i territori econòmic fa aparèixer grans centres rituals com el de Delfos en el món grec o el de Göbekli Tepe en el paleolític d'Anatòlia.

Totes les societats tenen mites cohesius, des de les pintures rupestres i les figures del paleolític europeu, passant per santuaris com el de Göbekli Tepe a Anatòlia i acabant amb la nostra mitologia moderna. També la ciència té el seu caràcter cohesiu. Els científics ens sentim representats per personatges com Galileu i Darwin, i als amants de la cultura clàssica també ens cohesionen, com als grecs clàssics, el mite de Polifem i d'Ulisses o la recerca de Troia. Els visitants del Louvre se senten una comunitat cohesionada quan veuen la Gioconda. Cal destacar com els musulmans que poden viatjar per Europa han pres l'Alhambra de Granada com el seu gran símbol cohesiu, que els retrotrau a un passat gloriós que els ajuda a cohesionar-se actualment.

En les cultures i mitologies primitives o, en general, en les religions, el mite i la figura del mite s'utilitzen en cerimònies, en rituals que tenen un paper cohesiu, ja que els que hi participen, per la repetició del gest, activen comportaments especials.

Conclusió: el clima en l'extinció de les espècies i de les poblacions

L'objectiu d'aquest curs és poder demostrar que les societats apareixen, es cohesionen i desenvolupen i s'extingeixen en un procés evolutiu regular. Per tant, tot el que hem indicat fins ara és la base per a aquest colofó, divers i important, en què mostrem el cas de societats que han sucumbit per canvis en l'entorn ecològic que pot comprendre únicament l'entorn natural, però que també pot contenir l'espai humà construït; és a dir, societats que sucumbeixen a conseqüència de les seves pròpies contradiccions.

En la bibliografia esmentem els casos clàssics dels maies i de l'Imperi Antic d'Egipte, que va caure per efecte d'una sèrie de males collites successives provocades pel canvi en el règim de pluges monsoniques en l'altiplà etiòp i que va dur, com a conseqüència, crescudes reduïdes del Nil. Els faraons i la seva administració no van ser capaços de dur a terme una política de resiliència o, potser, senzillament no tenien possibilitat d'arribar-hi.

Hi ha casos, en canvi, de resiliència, de capacitat per a superar problemes o de crear les bases per a una millor adaptació social. Un dels casos als quals ens referim és la cultura hidràulica musulmana a la península Ibèrica, que va ser més resilient que la cultura cristiana coetània. Els musulmans, ben adaptats a l'entorn semiàrid i àrid del Proper Orient i el Magrib, havien recuperat i desenvolupat estratègies hidràuliques molt eficaces que van saber aplicar a l'agricultura ibèrica. Això ho van fer en un moment en què els darrers anys del govern visigòtic s'havien caracteritzat també per collites escasses i anys de plagues de llagosta, fins al punt que molts investigadors es plantegen si aquestes plagues van influir en la debilitat i poca resiliència de l'Imperi Visigòtic.

Busquem dades, no de determinisme del medi ambient, sinó de societats ben adaptades i resilientes i d'altres que no ho són, per posar de manifest que les societats s'adapten i evolucionen o s'extingeixen, exactament igual que les espècies biològiques. Tot el que hem anat desgranant fins ara, des de la tecnologia, passant per l'economia, la transformació de l'entorn i la cohesió social, són variables que fan d'una societat que sigui resilient o no.

Bibliografia

Beja-Pereira, A.; Luikart, G.; England, P. R.; Bradley, D. G.; Jann, O. C.; Bertorelle, G.; Chamberlain, A. T.; Nunes, T. P.; Metodiev, S.; Ferrand, N.; Erhardt, G. (2003). "Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes". *Nature Genetics* (núm. 35, vol. 4, pàg. 311-313).

Campillo Álvarez, J. E. (2004). *El mono obeso. La evolución humana y las enfermedades de la opulencia: diabetes, hipertensión, arteriosclerosis*. Barcelona: Crítica (cap. 4 i 9).

Cavalli-Sforza, L. L. (1992). "Genes, pueblos y lenguas". A: J. Bertranpetit (ed.). *Orígenes del hombre moderno*. Barcelona: Prensa Científica, SA (pàg. 49-56).

Fagan, B. (2010). *La corriente de El Niño y el destino de las civilizaciones. Inundaciones, hambrunas y emperadores*. Barcelona: Gedisa.

Galiana, A. (1999). *Nosaltres els humans. L'ecologia d'uns animals mitjanament intel·ligents*. València: Bromera (cap. 7).

Bibliografia

Asfaw, B.; Gilbert, W. H.; Beyene, Y.; Hart, W. K.; Renne, P. R.; WoldeGabriel, G.; Vrba, E. S.; White, T. D. (2002). "Remains of Homo erectus from Bouri, Middle Awash, Ethiopia". *Nature* (núm. 416, pàg. 317-320).

Carbonell, E.; Mosquera, M.; Ollé, A.; Rodríguez, X. P.; Sala, R.; Vergès, J. R.; Arsuaga, J.-L.; Bermúdez de Castro, J. M. (2003). "Les premiers comportements funéraires auraient-ils pris place à Atapuerca, il y a 350 000 ans?". *L'Anthropologie* (núm. 107, vol. 1, pàg. 1-14).

Carbonell, E.; Mosquera, M.; Rodríguez, X. P.; Sala, R. (1996). "The first human settlement of Europe". *Journal of Anthropological Research* (núm. 51, pàg. 107-114).

Carbonell, E.; Mosquera, M.; Rodríguez, X. P.; Sala, R.; Made, J. V. D. (1999). "Out of Africa: The Dispersal of the Earliest Technical Systems Reconsidered". *Journal of Anthropological Archaeology* (núm. 18, vol. 2, pàg. 119-136).

Defleur, A. (1993). *Les sépultures moustériennes*. Paris: CNRS.

Gabunia, L.; Antón, S. C.; Lordkipanidze, D.; Vekua, A.; Justus, A.; Swisher, C. C. (2001). "Dmanisi and dispersal". *Evolutionary Anthropology* (núm. 10, pàg. 158-170).

Gabunia, L.; Lordkipanidze, D. (2000). "The environmental contexts of early human occupation of Georgia (Transcaucasia)". *Journal of Human Evolution* (núm. 38, pàg. 785-802).

Gabunia, L.; Lumley, M.-A.; Vekua, A. K.; Lordkipanidze, D.; Lumley, H. D. (2002). "Découverte d'un nouvel hominidé à Dmanissi (Transcaucasie, Géorgie)". *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris Palevol* (núm.1, pàg. 243-253).

Gabunia, L.; Vekua, A. (1995). "A Plio-Pleistocene mandible from Dmanisi, East Georgia, Caucasus". *Nature* (núm. 373, pàg. 509-512).

Gabunia, L.; Vekua, A.; Lordkipanidze, D.; Swisher, C. C.; Ferring, R.; Justus, A.; Nioradze, M.; Tvalchrelidze, M.; Antón, S. C.; Bosinski, G.; Jöris, O.; Lumley, M.-A. D.; Majsuradze G.; Mouskhelishvili A. (2000). "Earliest Pleistocene Hominid Cranial Remains from Dmanisi, Republic of Georgia: Taxonomy, Geological Setting, and Age". *Science* (núm. 288, vol. 5468, pàg. 1019-1025).

Goren-Inbar, N.; Peltz, S. (1995). "Additional remarks on the Berekhat Ram figurine". *Rock Art Research* (núm. 12, vol. 2, pàg. 131-132).

Lumley, H. D.; Lordkipanidze, D.; Féraud, G.; García, T.; Perrenoud, C.; Falguères, C.; Gagnepain, J.; Saos, T.; Voinchet, P. (2002). "Datation par la méthode $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ de la couche de cendres volcaniques (couche VI) de Dmanissi (Géorgie) qui a livré des restes d'hominidés fossiles de 1,81 Ma". *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris Palevol* (núm. 1, pàg. 181-189).

Marshack, A. (1997). "The Berekhat Ram figurine: a late Acheulian carving from the Middle East". *Antiquity* (núm. 71, pàg. 327-337).

Mercader, J.; Panger, M.; Boesch, C. (2002). "Excavation of a Chimpanzee stone tool site in the African rainforest". *Science* (núm. 296, pàg. 1452-1455).

Roche, H.; Delagnes, A.; Brugal, J.-P.; Feibel, C.; Kibunjia, M.; Mourre V.; Texier, P.-J. (1999). "Early hominid stone tool production and technical skill 2.34 Myr ago in West Turkana, Kenya". *Nature* (núm. 399, pàg. 57-60).

Sabater Pi, J. (1978). *El chimpancé y los orígenes de la cultura*. Barcelona: Promoción Cultural SA.

Schick, K. D.; Toth, N.; Garufi, G.; Savage-Rumbaugh, E. S.; Rumbaugh D.; Sevcik R. (1999). "Continuing investigations into the stone tool-making and tool-using capabilities of a Bonobo (*Pan paniscus*)". *Journal of Archaeological Science* (núm. 26, pàg. 821-832).

Semaw, S. (2000). "The World's oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: their implications for understanding stone technology and patterns of Human evolution between 2.6-1.5 million years ago". *Journal of Archaeological Science* (núm. 27, vol. 12, pàg. 1197-1214).

Semaw, S.; Rogers, M. J.; Quade, J.; Renne, P. R.; Butler, R. F.; Dominguez-Rodrigo, M.; Stout, D.; Hart, W. S.; Pickering, T.; Simpson, S. W. (2003). "2.6-Million-year-old

stone tools and associated bones from OGS-6 and OGS-7, Gona, Afar, Ethiopia". *Journal of Human Evolution* (núm. 45, vol. 2, pàg. 169-177).

Whiten, A.; Goodall, J.; McGrew, W. C.; Nishida, T.; Reynolds, V.; Sugiyama, Y.; Tutin, C. E. G.; Wrangham, R. W.; Boesch, C. (1999). "Cultures in chimpanzees." *Nature* (núm. 399, vol. 6737, pàg. 682-685).

Bibliografia complementària

Boyd, R.; Silk, J. B. (2001). *Cómo evolucionaron los humanos*. Barcelona: Ariel.

Bufill, E. (2010). *L'evolució del cervell*. Barcelona: Rafael Dalmau.

Campillo Álvarez, J. E. (2004). *El mono obeso. La evolución humana y las enfermedades de la opulencia: diabetes, hipertensión, arteriosclerosis*. Barcelona: Crítica.

Cela Conde, C. J.; Ayala, F. J. (2001). *Senderos de la evolución humana*. Madrid: Alianza.

Ehrlich, P. R. (2005). *Naturalezas humanas. Genes, culturas y la perspectiva humana*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica.

Margalef, R. (1989). *La Ecología*. Barcelona: Diputació de Barcelona / Servei del Medi Ambient.

Sabater Pi, J. (1978). *El chimpancé y los orígenes de la cultura*. Barcelona: Promoción Cultural SA.

Weiner, J. (2002). *El pico del pinzón. Una historia de la evolución en nuestros días*. Barcelona: Galaxia Gutenberg / Círculo de Lectores.