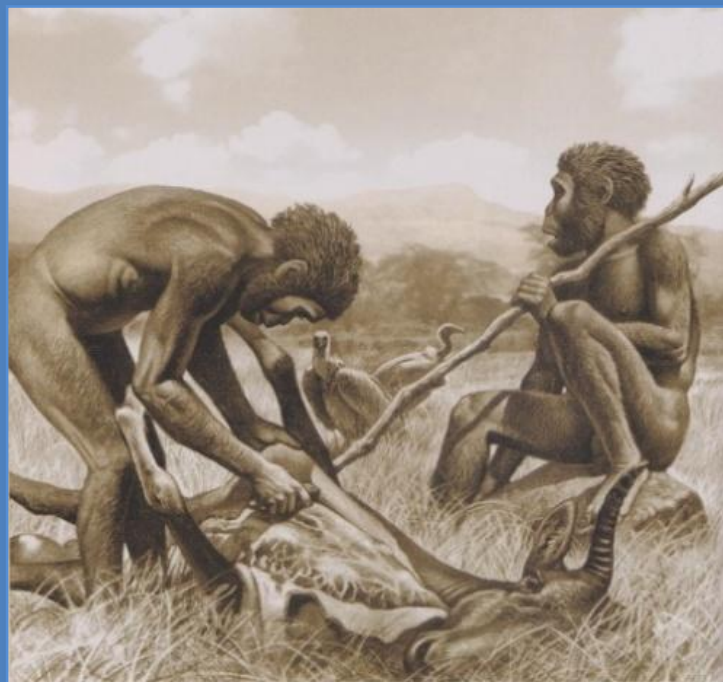


Som el que vam menjar: Menjar carn ens va convertir en éssers intel·ligents?

Ana González Durbán



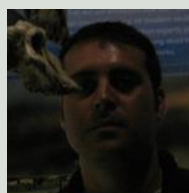
Què és el que ens fa diferents d'altres animals? Els antropòlegs porten molt temps tractant de saber que va ser el que ens va fer humans i com es va diferenciar el nostre llinatge de la resta de primats. Diferents recerques apunten que els canvis produïts en l'alimentació dels nostres avantpassats van ser una important força selectiva en l'evolució i en particular l'**evolució del nostre cervell**. No hi ha dubte que "**som el que mengem**" però que també som el que vam menjar fa milions d'anys. Us convido a endinsar-vos a l'incrèible món de l'evolució humana per analitzar d'on venim i que vam fer en el passat per poder entendre millor el present.

El grup de recerca: Microdesgast dental i ecologia dental



Dr. Alejandro Pérez-Pérez

El grup de recerca de microdesgast dental d'homínids i primats forma part del departament de Biologia Animal, concretament de la Unitat d'Antropologia, de la Facultat de Biologia de la UB, i es dirigit pel Dr. Alejandro Pérez-Pérez. Les seves línies de recerca se centren en l'ecologia i morfologia dental de les dents en diverses espècies d'homínids i primats. També realitzen una línia de recerca en l'anatomia dels primats. Han finalitzat 9 projectes de recerca i actualment treballen en un projecte actiu (2015-2018) centrat en les adaptacions anatòmiques de la regió maxil·lofacial i de la dentició en els primats en relació amb la dieta i l'hàbitat: implicacions adaptatives i filogenètiques.



A Romero



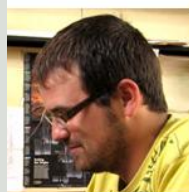
J Galbany



M Alrousan



LM Martínez



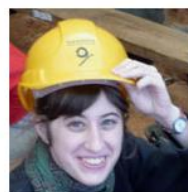
F Estebanz



B Pinilla



A Aliaga



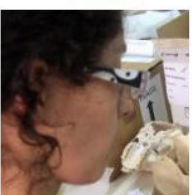
G Bello



B Gamarra



J Arias Martorell



M Nova Delgado



M Mayo Alesón



La carn: un tema d'actualitat

Sens dubte, l'alimentació està de moda. Una de les notícies més polèmiques i recents que hem pogut llegir, ha estat l'informe que va publicar l'OMS, a finals del mes d'Octubre del 2015, on anunciava que el consum de carn vermella augmentava el risc de sofrir de càncer. Es va desencadenar la polèmica! Més encara, si tenim en compte que molts paleoantropòlegs, estan d'acord amb la idea que **menjar carn ens va fer humans**, és a dir, que aquells animals carronyers o caçadors que vam ser (*encara no està del tot clar*) fa milions d'anys (m.a.) van desenvolupar els seus cervells gràcies a la **incorporació de carn a la seva dieta**. Cada vegada més augmenta el percentatge de població que no vol consumir aliments d'origen animal, i fa pocs dies, l'amenaça del càncer. Apareixen cada dia més esquerdes a l'era de la carn, però és clar que si no ens haguéssim convertit en éssers **omnívors**, augmentant la variabilitat i qualitat dels aliments de la nostra dieta, cap de nosaltres estaríem avui aquí.

Passar gana va posar a prova als nostres avantpassats

Per a la majoria dels científics actuals, les malalties derivades d'una mala alimentació i de l'augment del sedentarisme, són conseqüència d'un distanciament de la forma en la qual van viure els nostres avantpassats. Però, **com vivien aquells "homes" més semblats als ximpanzés que a nosaltres mateixos?** La veritat, és que no van gaudir del que avui dia podem imaginar com una *bona vida*. Se les van haver enginyar per poder sobreviure en un ambient amb molt poca disponibilitat d'aliments passant llargs períodes de gana. Si estàs aquí ara, llegint aquest article, és perquè els teus avantpassats van sobreviure a una falta constant d'aliments. Pel que, la selecció natural va afavorir la supervivència d'aquells que tenien més destresa per trobar aliments cada vegada més dispersos. Els nostres gens van ser seleccionats en aquestes condicions difícils durant m.a. Pel contrari, aquest escenari de lluita constant gens té a veure al que tenim actualment els humans del Primer Món, on la sobreabundància alimentària està plenament estesa. **Els nostres gens caçadors-recol·lectors ja no ens serveixen.** L'entorn ha canviat d'una forma abismal en un mínuscul espai de temps (*segurament us sembla que portem vivint com ara moltíssims anys i anys, però cal tenir en compte, que els efectes de la selecció natural es donen a escala geològica, és a dir, en m.a., cosa difícil de comprendre per al nostre cervell*).

"Tenim gens caçadors-recol·lectors atipant-se de menjar ràpid"



La importància de la dieta en l'evolució del cervell

Les adaptacions relacionades amb l'elecció d'aliments tenen un gran impacte en la supervivència, reproducció dels individus i al final, en el seu èxit evolutiu. Pel que es creu que una de les principals forces de l'evolució humana va ser la **millora en la qualitat de la dieta**. Solem veure l'elecció dels aliments com un tret cultural però no directament relacionat amb el nostre passat biològic.

Una de les dues coses més importants que fan els animals és **alimentar-se** (l'altra és reproduir-se) i gràcies a la paleontologia i l'arqueologia podem esbrinar que menjaven els nostres avantpassats. Els esdeveniments clau en la nostra evolució, com la pèrdua dels ullals, el bipedisme o el **desenvolupament del cervell** són conseqüències d'adaptacions a diferents ambients, i per tant, a **diferents entorns alimentaris**.

És un debat comú en la nostra societat el de si som “*per naturalesa*” vegetarians o carnívors. Pocs grups de persones som carnívors al 100% o vegetarians al 100%. Malgrat això, com a primats que som, *No ens correspondria ingerir únicament vegetals?* És cert que als primats popularment se'ls coneix com a animals vegetarians però això no vol dir que tots ells ho siguin. Sabem que els grans simis, com per exemple els ximpanzés, els nostres parents més propers, encara que sigui la fruita el component més abundant de la seva dieta, també se'ls ha vist alimentant-se d'insectes o petits vertebrats. Pel que la nostra idea inicial pot començar a trontollar (*Figura 1*). D'altra banda, gairebé cap grup humà avui dia s'alimenta exclusivament de carn, a excepció dels “*inuit*” coneguts popularment com “*els esquimals*” un grup de caçadors-recol·lectors que encara existeixen en l'actualitat, que basen la seva dieta gairebé exclusivament a menjar peix cru (*Figura2*).

Pot el menjar deixar alguna marca en els fòssils?

Per sort, la resposta és afirmativa. Una de les línies de recerca del departament d'Antropologia de la Universitat de Barcelona, dirigida per Alejandro Pérez-Pérez, estudia l'alimentació dels nostres avantpassats analitzant les dents, ja que aquests ens ofereixen informació directa sobre la dieta del seu propietari. *Les dents?*, però què tenen d'interessant les dents, us estareu preguntant. Doncs sembla sorprenent, però de l'estudi de les dents es pot obtenir moltíssima informació, ja que han patit canvis considerables al llarg de l'evolució dels primats a humans (*Figura 3*). A més, els aliments provoquen un **microdesgast de l'esmalt** el que constitueix una de les tècniques més útils per poder inferir quin tipus de dieta tenien els nostres antecessors (*Figura 4*). Si la dieta és abundant en carn, tindrem un menor percentatge de microestries en el nostre esmalt. Si, pel contrari, en la nostra dieta abunden els vegetals, els quals contenen fitòlits que danyen l'esmalt, tindrem un major percentatge d'estries. En aquest punt, no hem de descartar que un patró dental amb poques estries, signifiqui que aquest animal no hagi

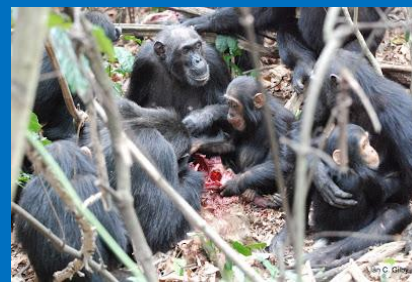


Figura 1. Grup de ximpanzés alimentant-se de carn.

Malgrat la creença popular, als ximpanzés els encanta la carn i el seu consum és per a ells tot un festí.



Figura 2. Inuit menjant una balena acabada de caçar.

Aquest grup caçador-recol·lector s'alimenta exclusivament de peix, a causa de l'escassetat de vegetals en l'ambient extrem on viuen.

consumit vegetals. Hi ha diferents factors externs que poden reduir l'abrasivitat d'aquests aliments, com per exemple, rentar-los (amb el que disminuïm les partícules de sorra) o cuinar-los. O al contrari, si tenim un patró dental amb més estries de l'esperat pot ser que partícules de pols o sorra incorporades amb l'aliment, distorsionin els nostres resultats.

Segurament, quan escolteu la paraula "Arqueologia" us vénen al cap un munt d'ossos amuntegats en algun jaciment perdut i no aneu mal desencaminats. Però, segur que entre aquesta pila d'ossos imaginaris del vostre cervell escassegen les peces dentals. És difícil relacionar una "dent" com a "os", però ho és. A més, l'esmalt dental està molt **més mineralitzat** (és més dur) que l'os, per la qual cosa això fa que les dents fossilitzin amb major facilitat i es mantinguin en millor estat que qualsevol altra part de l'esquelet.

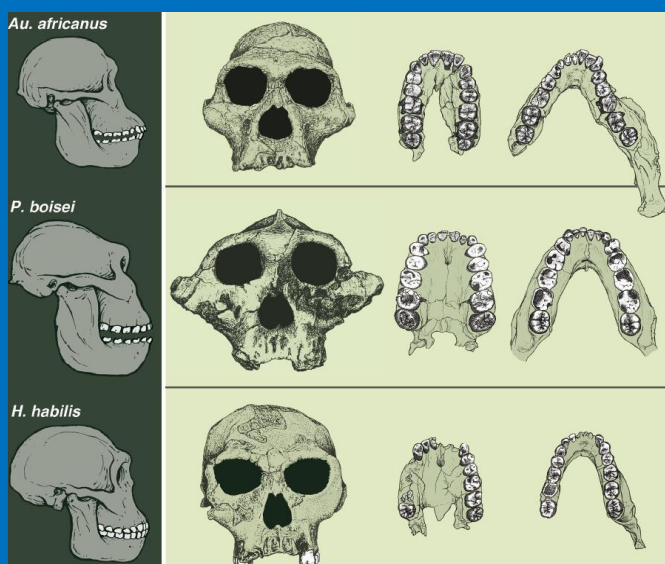


Figura 3: Cranis, maxil·lars i mandíbules de *Australopithecus africanus*, *Paranthropus boisei* i l'*Homo habilis*. Les diferències en la grandària i la forma crani-dentals remarquen la importància de la dieta per comprendre la diversitat de *Hominins* i la seva evolució.

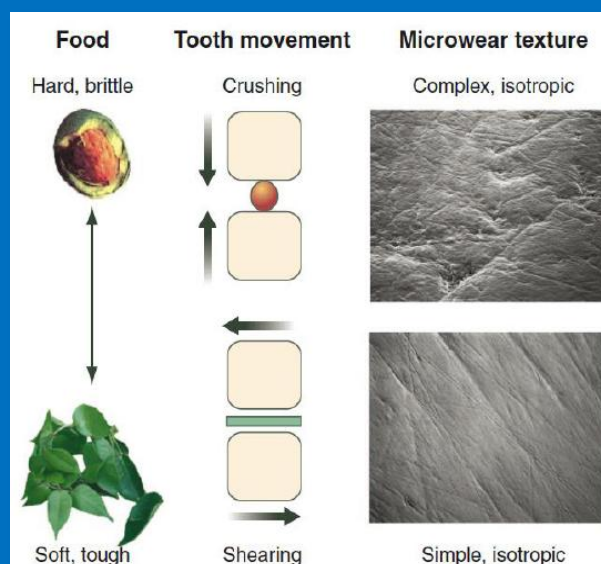


Figura 4: Textures microdesgast dels primers *Hominins*. Model de formació del microdesgast, en el qual els aliments durs són aixafats entre les dents oposades, causant picades en l'esmalt, pel contrari, els aliments tous es cisallen entre les dents lliscant uns sobre els altres causant esgarrapades paral·leles.

Canvis climàtics i evolució

Com pot ser que els canvis en l'ambient puguin influir en l'evolució?

La naturalesa va provant i descartant a l'atzar, sense un pla, sense una meta a la que arribar. L'evolució és una contínua improvisació, en la qual no hi ha solament una única direcció sinó moltes direccions. Un organisme ha de ser capaç de superar les condicions ambientals en les quals evolucionar o morir.

Abans d'endinsar-nos de ple en l'alimentació al llarg de l'evolució, és important explicar un dels conceptes més importants en Biologia. Darwin va trobar que aquest ajust tan perfecte entre els organismes i el seu medi és el resultat de l'actuació d'una força que produeix l'evolució (la seva causa) i que ell va anomenar **selecció natural**. Vegem en el que consisteix: en el material genètic (ADN) dels organismes apareixen petits canvis per atzar (mutacions), que poden ser beneficiosos o no, depenent de l'ambient. Aquelles que proporcionen avantatges als seus portadors, com per exemple, l'habilitat per trencar una nou amb una pedra, al cap de moltes generacions, incrementaran la seva probabilitat de supervivència i de reproducció. Els organismes estan adaptats al que avui dia es coneix com el seu nínxol ecològic (hàbitat on viuen).

La selecció natural permet que els organismes estiguin adaptats a explotar els aliments del seu nínxol ecològic.

Això succeeix al llarg del temps geològic, que es mesura en m.a. Per això, un element essencial per a l'evolució és el factor temps. La selecció natural pot fer coses sorprenents però de vegades sol necessitar el seu temps.

El clima ens va posar a prova

El camí evolutiu de l'home des de les selves tropicals fins a les àrides sabanes és una història constant de lluita, èxit, fracàs, de vida i de mort. Els nostres avantpassats van haver d'adaptar-se al canvi climàtic. Alguns ho van fer aprofitant els pocs recursos que els oferia la naturalesa, com els *Paranthropus* o formes robustes d'*Australopithecus*. Uns altres, en canvi, van aprendre a explotar recursos nous, gràcies a la tecnologia (*Homo habilis*).

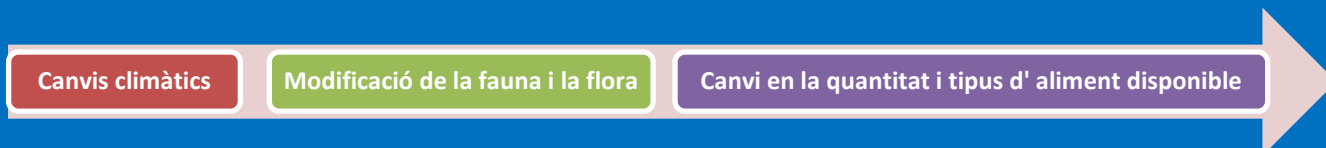


Figura 5. La força fonamental que ha dirigit l'evolució humana és la qualitat i disponibilitat dels aliments. Els canvis climàtics han modificat la flora i la fauna, i en conseqüència, la quantitat i el tipus d'aliments disponibles. Els nostres antecessors es van adaptar a aquests canvis explotant nous recursos i van sobreviure.

Evolucionem des d'un ancestre primitiu, compartit amb la resta dels primats, fins a l'actualitat. La majoria d'aquests canvis es van produir a Àfrica, on van sorgir nombroses espècies intermèdies, intents fallits que van ser desapareixent a causa de la seva falta d'adaptació a les condicions ambientals de fa milions d'anys enrere (Figura 6).

Durant el Pliocè (5.2-1.8m.a.) i el Plistocè (1.8-0.01m.a.) es van produir diversos **canvis climàtics**. La tendència general va ser cap a una **aridesa, estacionalitat i escassetat d'aliments** més marcada, encara que aquest canvi no es va produir de forma brusca sinó de forma gradual. La marcada estacionalitat hauria diversificat els ecosistemes, més boscosos prop dels rius, on creixien fruits frescos i més varietat de recursos al llarg de l'any i l'aparició d'extenses sabanes a les zones més allunyades. La presència d'aquesta **diversitat d'hàbitats** hauria permès la **coexistència** de diverses espècies mitjançant una explotació diferent dels recursos.

¿Jo sóc un *Hominini*?

Nosaltres pertanyem als mamífers de l'ordre dels primats, la família dels *Hominidae*, a la tribu *Hominini*, el gènere *Homo* i a l'espècie *sapiens*. Ens identifica com si fos el nostre nom i cognoms. Col·loquialment el terme homínid, s'utilitza per nomenar als avantpassats dels humans, però en realitat fa referència tant als humans com als ximpanzés i goril·les i als seus avantpassats, sense incloure als orangutans ni gibons. (Figura 7)

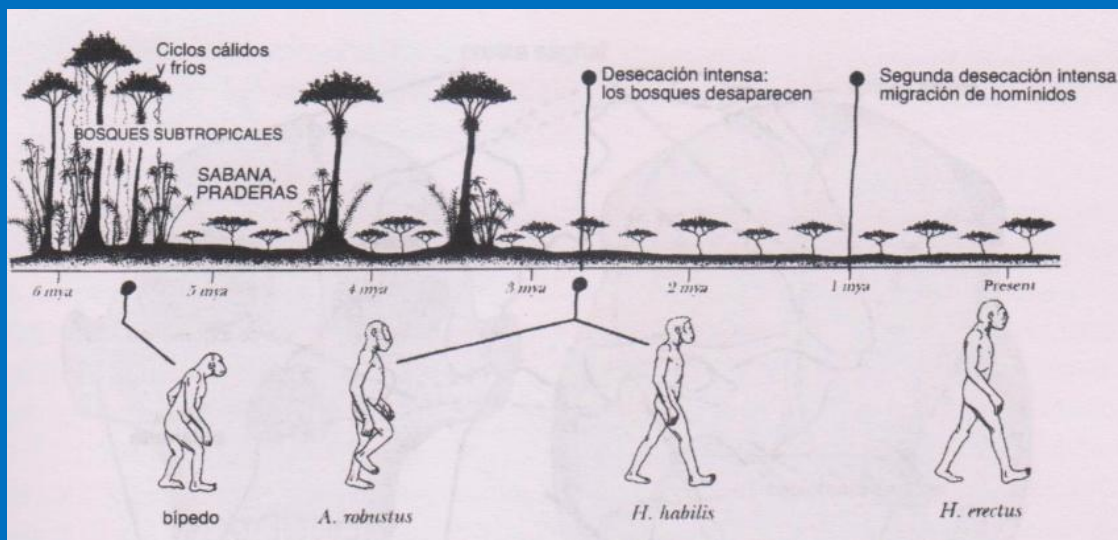


Figura 6. L'evolució dels *Hominins* va ocórrer de forma simultània amb els canvis climàtics.

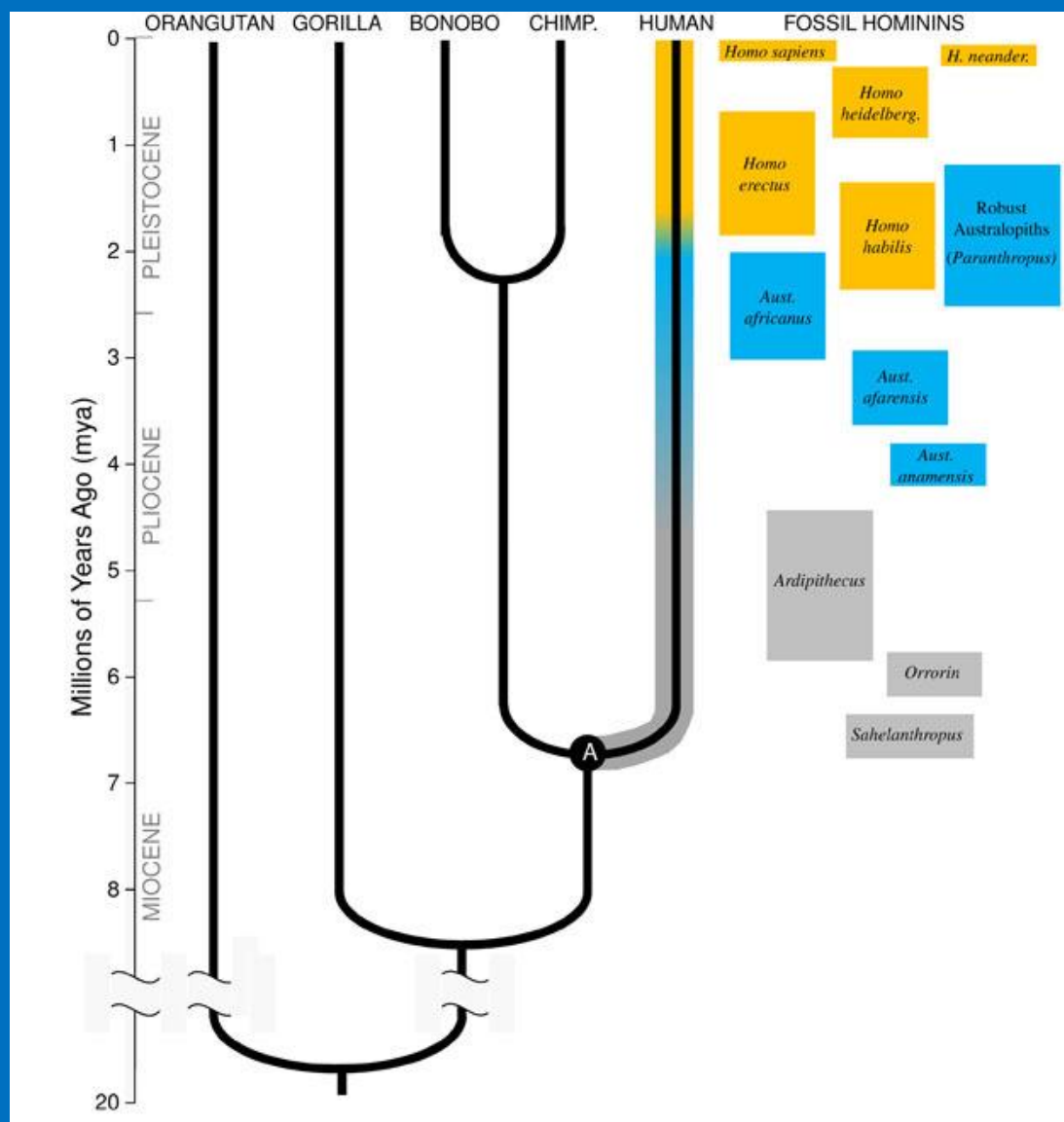


Figura 7. L'arbre evolutiu humà. Es mostren les relacions i els temps de divergència estimada dels primats més propers als humans. En la línia humana (ressaltat) després del nostre últim ancestre comú amb els ximpanzés i els bonobos (marcat "A"). Algunes espècies d'*Homínins* fòssils es mostren en la columna de la dreta, amb els seus rangs d'edats aproximades; primers *Hominins*: gris, *Australopithecus*: blau, *Homo*: taronja.

Adaptacions alimentàries dels Hominins

Passar gana ens va fer més intel·ligents

Segurament haureu sentit un milió de vegades la frase: “Som el que mengem”, però probablement, no haureu escoltat tan sovint la mateixa frase en passat: “**Som el que vam menjar**”, que és igual de certa i no cal restar-li importància.

En la història de l'alimentació humana hi ha dos moments clau. El primer va ser la incorporació, en quantitat important, de **productes d'origen animal a la dieta**. Però abans que això passés, el menjar dels nostres avantpassats era gairebé exclusivament de caràcter vegetal, i no massa diferent a la dels ximpanzés actuals, ja que la vida es desenvolupava principalment en el bosc. En aquesta època en què els nostres avantpassats vivien plàcidament en el bosc es va produir un canvi climàtic que va provocar la progressiva pèrdua dels boscos i l'augment dels ecosistemes oberts, com per exemple, les sabanes. Davant l'escassetat d'aliments vegetals, van haver d'incorporar aliments d'origen animal, a part de vegetals, la qual cosa va permetre (entre altres factors) augmentar la grandària del cervell. Aquest fet tan important, va tenir lloc a Àfrica, fa 2,5 m.a. Encara érem bastant semblats als ximpanzés i no gaire més intel·ligents, alguna cosa així com uns ximpanzés bípedes.

L'altre gran esdeveniment important de la història de l'alimentació humana és molt recent; es va produir fa uns 10.000 anys. Es va passar d'extreure l'aliment de la naturalesa a produir-ho directament mitjançant l'agricultura i la ramaderia. És el que es coneix com la **Revolució Neolítica**. L'aparició del Neolític represento l' inici de l'**extinció dels caçadors - recol·lectors** i el naixement de les ciutats i l'era industrial en la qual es troba ara la humanitat.

La forma de vida caçador – recol·lector ha estat el més exitós en la història de l'home.

Población	Consumo de energía (kilocalorías por día)	Energía de procedencia animal (%)	Energía de procedencia vegetal (%)	Colesterol en sangre (miligramos por decilitro)	Índice de masa corporal (peso/altura al cuadrado)
CAZADORES-RECOLECTORES					
!Kung (Botswana)	2100	33	67	121	19
Inuit (América del Norte)	2350	96	4	141	24
GANADEROS					
Turkana (Kenia)	1411	80	20	186	18
Evenki (Rusia)	2820	41	59	142	22
AGRICULTORES					
Quechua (altiplanos de Perú)	2002	5	95	150	21
SOCIEDADES INDUSTRIALES EE.UU.	2250	23	77	204	26

Taula 1. Quadre comparatiu de la procedència de la dieta, consum d'energia i colesterol en sang de diferents formes de vida humanes. El consum d'energia assenyalat la mitjana adult (homes i dones); les dades del colesterol en sang i l'índex de massa corporal (IMC) es refereixen a homes. IMC saludable =18.5-24.9; sobrepès=25-29.9; obesitat=30 o major.

La **forma de vida caçador-recol·lector**, és a dir, aquells que viuen amb els recursos que els ofereix la naturalesa, ha estat el **més exitós** en la història de l'home. Sembla sorprenent, però amb el desenvolupament de l'agricultura es van produir molts més períodes de gana. *Com pot ser això possible?*

El desenvolupament de l'agricultura no va ser un camí de roses, amb ella es van transmetre malalties dels animals als homes, hi havia èpoques de les males collites, va augmentar la densitat de la població i amb això més probabilitat de contagi... Coses que van fer que desaparegués la seguretat que tenien en l'alimentació els caçadors-recol·lectors. Es pot comprovar en la [Taula 1](#), contrari al que poguéssim imaginar, que els caçadors-recol·lectors no passaven gana, sinó que tenen una dieta totalment equilibrada.

La caça, la pesca i la recol·lecció que fem ara en els supermercats no s'assemblen en res a la que feien els nostres avantpassats. Els animals ja estan morts i els fruits agafats. Està clar que no gastem les mateixes calories anant a buscar bolets que comprant unes quantes safates en el supermercat.

Inici de l'evolució: El Paradís i la pèrdua dels ullals

Fa uns 5 m.a., a principis del Pliocè, el període que va seguir al Miocè, en la selva humida de Etiòpia, habitava: ***Ardipithecus ramidus***. Aquests, com la resta dels primats, estaven adaptats a viure en zones on no existien variacions estacionals. Aquest avantpassat nostre, no abandonava mai la selva. El seu cervell era com el del ximpanzé actual (400cm³). És possible que utilitzessin algun utensili, però que no ho conservessin; ho abandonaven i tornaven a buscar un altre de nou quan ho necessitaven. Tenia el cos cobert per pèl i sense glàndules sudorípares, ja que la suor en un ambient tan humit com el de la selva, era totalment ineficaç per refrigerar el cos ([Figura 8](#)).

La pèrdua dels canins va permetre girar el cap d'un costat a un altre i poder començar a moldre aliments més durs.

No hi ha moltes publicacions sobre *A. ramidus*, però es coneix bé com eren les seves dents. Els molars eren petits i l'esmalt fi, com els ximpanzés actuals. S'alimentaven en gran manera de fruita, vegetals tous i algun que un altre insecte o petit rosegador. Però en ells s'havien acumulat canvis genètics al llarg de milers d'anys anteriors. Ja presentava una dentadura pròpia d'un *Hominini*, i

això va ser el que ho va separar de la resta de primats, el que els va fer més humans. El seu **aparell mastegador**, segons mostren les restes fòssils, es caracteritzava per posseir uns ullals que amb prou feines sobresortien de la resta de les dents.

Com és possible que la reducció de la grandària dels ullals iniciés l'evolució cap a la nostra espècie? Imaginem un grup de simis de fa 5 m.a., en els quals una sèrie de mutacions (canvis en el seu ADN) va produir els canvis dentals que s'han trobat en l'*A. ramidus*. En aquesta població existia una gran variabilitat genètica, com en qualsevol altra població d'éssers vius, i sobre aquesta variabilitat actua la selecció natural ([vegeu en l'apartat 2](#)). Entre aquests simis hi

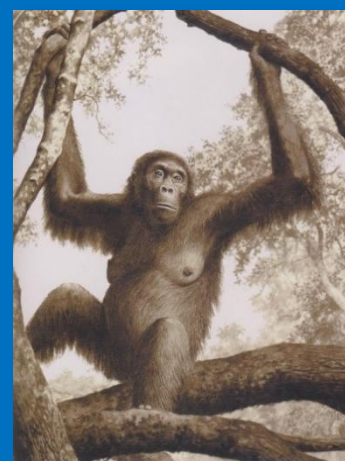


Figura 8. Representació d'*Ardipithecus ramidus*.

hauria individus amb grans ullals, uns altres sense ells i alguns amb grandàries intermèdies. A priori, sembla que quedar-se sense ullals pugui suposar un desavantatge enfront dels altres. Com va poder operar llavors la selecció natural afavorint als aparentment més indefensos?

La progressiva deterioració del clima, va obligar a aquests *A. ramidus* a buscar un altre tipus d'aliment de pitjor qualitat, més durs i de menys calories: tiges, escorces i arrels. Aquests necessitaven molt més treball de masticació per triturar aquests aliments i poder-los empassar. Les mandíbules amb ullals, tenen delimitats els moviments laterals, la qual cosa se'ls fa molt difícil moldre els aliments. Quan es van donar èpoques de sèquia, aquest grup posseïa un avantatge enfront dels altres, podien mastegar de forma més eficaç els nous tipus d'aliments més durs i secs.

Al cap d'uns milers d'anys més, tots els descendents havien **perdut els seus ullals** i ja eren capaços de viure en ambients on altres espècies s'extingien.

La família de Lucy, l'oportunista

Si obrim la finestra del temps, fa aproximadament 2.5 m.a, durant el final del Pliocè, es va produir un important **refredament de la Terra**. Aquest canvi, en el continent africà va provocar que els boscos fossin substituïts, a poc a poc, per la sabana (Figura 10). Els canvis climàtics progressius i l'aparició causal de mutacions beneficioses, van permetre que els *Ardipithecus ramidus* es transformessin al llarg de m.a. en *Australopithecus afarensis*. Entre ells es troba la coneguda "Lucy" i la seva família (Figura 9).

Australopithecus és de gran importància ja que podria ser l'ancestre comú de les formes robustes *Paranthropus* com de les formes gràcils *Homo*.

El seu hàbitat era molt variat, tant com el seu aliment. Es movien entre el bosc humit i la sabana oberta. En aquest moment, ja eren **bípedes** (encara que la grandària del seu cervell seguia sent aproximadament igual que el d'un ximpanzé) i podien explorar la

sabana en busca d'aliments menjant pràcticament tota classe de fruits madurs i les parts més tendres dels vegetals.

Els seus queixals, més robusts i un esmalt dental més gruixut que el del ximpanzé, indiquen que la seva alimentació estava composta en gran part per vegetals, però que en la seva dieta també abundaven els **vegetals durs** que es trobaven sota terra (tubercles, bulbs...) i grans i llavors dures. La terra que es ficarien a la boca juntament amb aquests vegetals (se suposa que encara no rentaven el menjar) feien cruixir les dents i contribuïen al desgast de les peces, la qual cosa queda reflectit en el patró de microestriació dental.

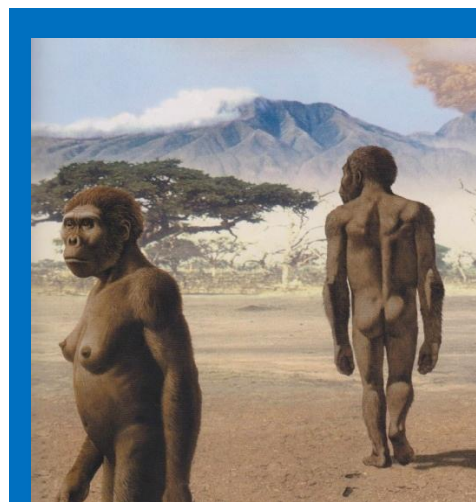


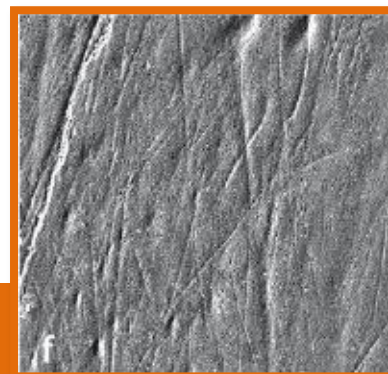
Figura 9: *Australopithecus afarensis*, aventurant-se en l'àrida sabana. Els dos individus representats es tracten de *Australopithecus afarensis*, espècie que va existir fa 3,5 milions d'anys. Van deixar les seves petjades en el jaciment de Laetoli a Tanzània.

Cal destacar, que el desplaçament que realitzava "Lucy" suposava un cost addicional d'energia que no podia cobrir únicament amb vegetals. Per això se suposa que també menjaven ous, rèptils, tèrmits o insectes, com fan actualment els ximpanzés. Pel que es va convertir en una espècie **oportunist**a. *Què és ser oportunista?* Vol dir que aquests avantpassats nostres menjaven qualsevol cosa que poguessin trobar o capturar. Si hi havia nous, menjaven nous; quan maduraven les fruites, s'omplien de fruites; si trobaven una bresca, s'atraven de mel. No es van especialitzar a menjar un determinat aliment. Pel que, diversos estudis proposen que hauria explotat recursos de zones boscoses, com a fruits i fulles, i també recursos presents en la sabana.



Figura 10. Comparativa entre el paisatge de la selva i el de la sabana. A baix: es poden observar 3 dels aliments més comuns de cadascun dels dos hàbitats. D'esquerra a dreta; Sabana: fulles tendres, mores, nous; Selva: tubercles, lleguminoses i llegums.

Quins aliments nous es van incorporar en la dieta dels Australopithecus? S'han proposat 3 classes: els grans secs i llavors dures, els pinyons i avellanes, les nous i altres fruits amb pell dura, la qual cosa explicaria els seus queixals robusts, i finalment, els tubercles, bulbs i arrels gruixudes (no es tracta de parts vegetals dures, però si no es renten contenen terra que podia ratllar l'esmalt i desgastar ràpidament les dents). cal destacar, que per accedir a ells s'ha de cavar la terra amb un pal o un os.



➤ Com és el patró de microestriació dental en *A. afarensis*?

S'assembla al Goril·la del Camerun, al del ximpanzé i al papió de la sabana. *A. afarensis* explotaria recursos presents en zones tancades com fan els goril·les del Camerun, com a fulles i fruits frescos al llarg de tot l'any. En l'estació humida coincidiria amb el ximpanzé en el consum de fruites. Durant l'estació seca, consumiria recursos semblats als explotats pel papió de la sabana, incorporant a la seva dieta plantes fibroses. Aquests estudis podrien confirmar que *A. afarensis* fos una espècie oportunista. Els seus recursos preferits podrien haver desaparegut fa 3.5 m.a. amb el canvi climàtic, fent que no s'adaptessin a zones més obertes, on la competència dels recursos era més elevada. Els resultats indiquen que *A. afarensis* hauria tingut una dieta homogènia, independent dels canvis climàtics produïts.

Una altra estratègia evolutiva: els Robusts

Fa uns 2.6 m.a. van aparèixer les formes robustes d' *Australopithecus*, als quals se'ls coneix amb el nom de *Paranthropus*. La característica més representativa d'aquesta espècie és que tenien un **aparell mastegador molt desenvolupat** (Figura 11). Para què ho necessitaven? Tradicionalment es pensava que aquesta espècie s'alimentava de plantes dures i fibroses de la sabana, el que hauria d' haver deixat una marca important en les seves dents, però *quina ha estat la sorpresa?* Que les proves no corroboren el mateix.

Llavors, per a quin tipus de recurs necessites una gran força mastegadora, sinó és per alimentar-te de recursos durs? Doncs bé, es creu que aquesta espècie presentaria adaptacions al consum d'aliments durs només durant l'època seca, consumint la resta de l'any els seus aliments preferits. La gran mandíbula d'aquesta espècie podria estar relacionada amb la preparació de l'aliment.

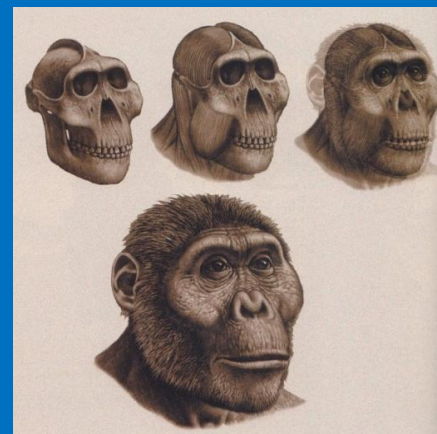


Figura 11. Representació d'un *Paranthropus boisei*. Homini que va desenvolupar un aparell mastegador molt potent.

➤ El seu patró de microestriació dental

Els resultats mostren que *P. boisei* té menys densitat de microestries dentals de les que es podria esperar en un principi.

Però com pot ser que aquest fet tingui tanta força com per modificar l'aspecte de Paranthropos? Doncs la solució a aquest dilema podria estar en que el consum d'aliments durs durant l'estació seca fos **crític per a la supervivència**, tenint la suficient força com per fer canviar l'aparell mastegador de *Paranthropos*. Les formes robustes van desenvolupar una estratègia especialista, és a dir, es van adaptar a un estil de vida molt concret.

L'aparició dels primers Homo: la carn i l'augment del cervell

En iniciar-se l'època denominada **Plistocè**, fa 1.8 m.a, el món va entrar en un període encara més fred que els anteriors. Ens situem en el mateix escenari de sempre: en l'est d'Àfrica. La aridesa del clima va afavorir que prosperés un tipus de vegetació fins llavors desconegut, més propi de les zones desèrtiques, anomenada plantes C_4 . **Sol exagerar-se la proporció d'animals en la dieta dels primers Homo**, per la qual cosa una de les tècniques que permet comparar animals amb diferent tipus de dietes vegetals és **l'anàlisi d'isòtops estables**. Això permet distingir entre dietes basades en plantes C_3 i dietes

El canvi que es produeix en les estructures anatòmiques per especialitzar-se a explotar un aliment, diferent als preferits (més tous en la seva dieta habitual), en un període curt de temps (l'estació seca), es denomina la **Paradoxa de Liem**.

Les plantes que utilitzen la ruta fotosintètica C_3 discriminen el carboni 13, la qual cosa redueix la **proporció isotòpica $^{13}C/^{12}C$** . Per contra, les plantes que utilitzen la via fotosintètica C_4 discriminen menys el ^{13}C ; estan, per tant, "enriquides" en ^{13}C .

És probable que el clima sec d'Àfrica augmentés el nombre de plantes C_4 en relació a les C_3 .

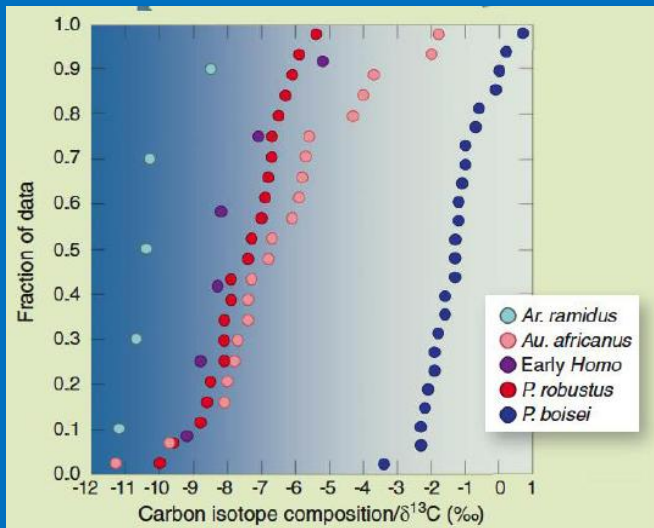


Figura 12. Proporció isotòpica de carboni 13 en els primers *Homo*. A dalt: Esquerra: *Ficus* planta de tipus C_3 . Dreta: *Panicum*, planta de tipus C_4 . A baix: L'ombreig més fosc indica un major grau de consum de la planta C_3 .

basades en plantes C_4 . C_3 i C_4 corresponen a dues rutes bioquímiques per a la fixació del carboni en la fotosíntesi. Com es pot observar en la *Figura 12*, malgrat que a Àfrica augmentés el tipus de plantes C_4 , els primers *Homo* consumien en major proporció plantes de tipus C_3 , però la incorporació encara que sigui en petita quantitat del tipus C_4 , els va permetre colonitzar l'hàbitat africà, cada vegada més obert i estacional. Però, llavors, *Els nostres avantpassats no van consumir carn? Sí, però probablement no en la quantitat que ens pensàvem al principi. Cal destacar, que el consum d'animals com a font d'aliment pot resultar també en un patró isotòpic de tipus ^{13}C o ^{12}C si les preses han consumit plantes C_3 o C_4 .*

De forma simultània a les espècies robustes, apareixen també a Àfrica els **primers representants del gènere *Homo***, tenien el cervell de 600-800 cm³ i unes dents semblats a *A. afarensis*, que limitarien el consum d'aliments durs i abrasius. *Quin mecanisme va utilitzar llavors *H. habilis* per poder alimentar-se dels durs aliments que oferia una Àfrica cada vegada més àrida? Van desenvolupar la tecnologia!*

El canvi gradual en la dieta es va produir gràcies a la fabricació d'eines que permetien manipular los aliments

La utilització d'eines lítiques, va anar un gran assoliment per a la supervivència, va permetre a aquesta espècie processar l'aliment fora de boca i ampliar la quantitat de tipus d'aliments que consumien, entre ells els de origen animal, en els ecosistemes canviants d'Àfrica. Les eines de pedra afilades permetien travessar la pell dels animals

caçats o la caronya i accedir a la carn. Els cranis i els ossos podien aixafar-se amb aquests utensilis, la qual cosa va facilitar l'accés a teixits nutritius com el **moll de l'os**, una espècie de llauna de conserva de greixos, que estan a la disposició del que tingui un obre llaunes per obrir-ho. La utilització d'eines no va aparèixer per primera vegada en *H. habilis*, hi ha evidències que ja eren utilitzades per *A. afarensis*, però és a partir de 2,5 m.a. que el seu ús es va generalitzar. Els humans no som els únics animals que utilitzem instruments, els ximpanzés també els usen.

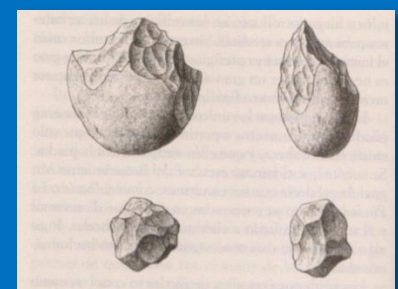


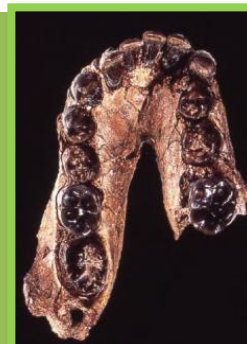
Figura 13. Primers utensilis lítics. Són cants i roques tallats sense una forma estandarditzada. El procés de fabricació d'aquests instruments requereix seqüències de pocs cops.

L'increment en el **consum de carn** dels primers representants del gènere *Homo*, és un gran debat dels últims 50 anys. En un ambient on els recursos vegetals tendres i de més calories escassejaven, la demanda energètica d'un **cervell cada vegada més gran** hauria d'haver estat compensada amb la ingesta d'un aliment de major valor energètic, que podria contenir la carn o el moll de l'os. Cal destacar, que el pes absolut del cervell per determinar l'encefalització no es pot aplicar al gènere *Homo*, tenir **un cervell gran no garanteix la teva intel·ligència**, sinó que el cervell en la nostra evolució no solament va augmentar sinó que també es va **reorganitzar**. D'altra banda, el consum d'aquests aliments requeria tècniques de caça i tècniques per poder extreure la carn o la medul·la òssia de l'animal. Aquest fet, no solament implicava l'ús d'eines, sinó també desenvolupar activitats de cooperació en la cerca d'aquests aliments.

La versatilitat adaptativa de *Homo habilis* els hauria permès sobreviure al llarg del temps explotant **diferents tipus de recursos, tant d'origen vegetal com a animal**. No obstant això, l'abundància d'aquests recursos al llarg de l'any podria ser molt diferent i durant l'estació seca podrien haver depès de l'explotació de recursos menys abundants en les sabanes. Aquest canvi en l'alimentació al llarg de l'any podria suposar un estrès nutricional que quedaria reflectit en l'aparició de les **hipoplàxies de l'esmalt**. Així que els resultats obtinguts semblen reflectir canvis alimentaris com a resposta als canvis climàtics anuals.

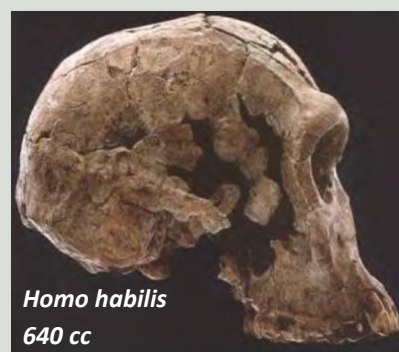
➤ Com tenien els dents els primers *Homo*?

El seu patró de microestriació és similar a *A. afarensis* el seu ancestre i menys abrasiu que *H. ergaster* el seu descendent. Aquesta dada podria indicar una transició entre dietes associades a ecosistemes més boscosos (similars als ocupats per *A. afarensis*) i a dietes associades a ecosistemes obertes de tipus sabana (com els ocupats per *H. ergaster*) amb la incorporació de recursos molt diversos que inclourien partícules més abrasives. D'altra banda, la reducció de l'aparell mastegador respecte a *Paranthropus* podria representar una adaptació a una **dieta omnívora**, més tova, amb la incorporació d'aliments d'origen animal.



El cervell d' *Homo habilis*: un nou nivell d'organització

No només va augmentar la grandària del cervell, sinó que el fet més important que es va produir amb l'aparició dels primers *Homo* va ser la **reorganització cerebral**. Es va produir un augment dels lòbuls frontals i parietals, responsables del llenguatge i memòria amb això un **nou nivell d'organització cerebral va aparèixer**.



Homo habilis
640 cc

El carronyerisme, la caça o el granivorisme, clau en l'evolució humana?

La forma en què van obtenir aquests aliments d'origen animal, ja sigui mitjançant la caça o pel carronyerisme, segueix sent un gran debat. Però una cosa està clara, l'increment del processament de la carn, està clarament relacionat amb l'aparició dels primers *Homo* i l'expansió de les sabanes. És important deixar clar, que això no vol dir, que deixessin de menjar vegetals sinó que van incrementar el percentatge de carn respecte al consumit pels seus avantpassats. Pel que, la seva dieta es va anà convertint cada vegada més en **omnívora**.

Molts autors no comparteixen la idea que el carronyerisme fos un pas intermedi entre els vegetarians i els omnívors, ja que segurament no podrien competir amb carronyers especialitzats, com el són per exemple, les conegudes hienes. *I els ximpanzés? Se senten atrets pels cadàvers?* Potser si aquestes dades fossin positives podríem extrapolar-lo als nostres avantpassats, però fins al moment tampoc s'han trobat evidències de carronyerisme en ximpanzés. Per la qual cosa, actualment es creu que els nostres avantpassats no eren gaire carronyers, però si es trobaven un cadàver després de dies sense portar-se res a la boca, tot estava bo.

És d'allò més probable que el consum de carn fos **ocasional**, ja que els nostres ronyons no poden metabolitzar un elevat consum de proteïnes. També existeix la creença que els nostres avantpassats podrien trobar l'aportació proteica en els aliments d'origen vegetal rics en proteïnes, com són els **llegums**. El problema està, que molts d'aquests aliments són de difícil digestió o fins i tot tòxics en cru, com la mongeta blanca i les substàncies tòxiques dels llegums es neutralitzen mitjançant el cuinat.

Les femelles van ser fonamentals per a la supervivència de la nostra espècie

Amb *Homo habilis* van conviure uns quants milers d'anys els ***Homo ergaster***, els primers homínids de la nostra grandària. Aquests ja eren **veritables caçadors**. D'adult, el seu cervell hauria aconseguit gairebé els 900 cm³ i la seva alçada arribava als 180cm. En la seva dentadura s'observa una reducció en la grandària dels molars i premolars i dels canins i incisius.

El carronyerisme

El que va canviar completament les coses va ser **l'aplicació en els ossos d'una tècnica desenvolupada per a les nous vegetals**. De seguida van veure que la sabana estava plena d'aquestes nous animals tan nutritives, sense que hi hagués molts animals que els fessin cas.

¿Quina relació tenen les llavors amb la nostra evolució?

El nostre primer queixal, està molt més a prop de l'articulació de la mandíbula i el crani que el primer queixal del ximpanzé. Com es redueix el braç de la resistència en la palanca que fa la mandíbula amb el crani, s'aconsegueix la mateixa força en la mossegada amb menys esforç muscular, o es mossega més amb el mateix esforç. Aquesta és la raó per la qual podem partir objectes durs amb la boca quan ens ho posem en els queixals de darrere. Els primers *Hominini* tenien sens dubte la cara projectada cap endavant com la dels ximpanzés, i és possible que les seves mans fossin idèntiques. *Què va fer que canviessin tant? Potser un canvi de dieta cap al granivorisme?*

Podem imaginar que les tribus de l' *Homo ergaster*, vivien prop d'un bosc prop d'un llac o riu, dels molts que abunden en l'est d'Àfrica. Els mascles de la tribu solien sortir a caçar mentre que els més petits i les mares es quedaven en "casa". Després d'haver recorregut llargues distàncies intentant buscar alguna presa, els mascles, més vegades de les que poguérem imaginar, tornarien al bosquet on havien deixat a la seva família, sense res a les mans. La imatge clàssica de la prehistòria de l'home caçador per a la supervivència de la seva família i també en evolució de l'espècie humana, sempre se li ha atribuït una gran importància, deixant de costat el treball que feien les femelles del grup. El temps que els mascles anaven a intentar caçar alguna presa, les femelles, es dedicaven a recol·lectar fruita, bulbs, tubercles, insectes, rèptils... Pel que, gràcies a totes elles les vegades que els mascles tornaven amb les mans buides, tenien alguna cosa que poder emportar-se a la boca. Això suggereix que, més que el mascle caçador, l'important per a la supervivència va ser la **femella recol·lectora**.

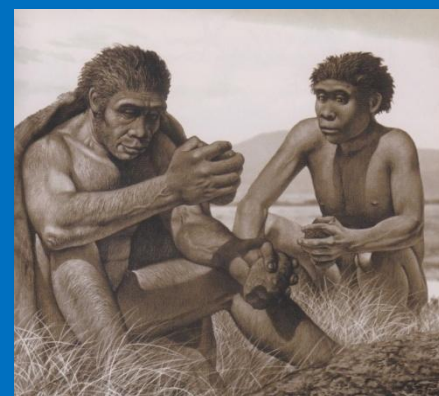


Figura 14. Representació de l' *Homo ergaster*.

➤ Què sabem de les dents de l' *Homo ergaster*?

Esperaríem que *H. ergaster* tingués un menor nombre d'estries en l'esmalt de les seves dents, ja que se li atribueix una dieta bàsicament carnívora i tova, però els resultats en microestriació dental mostren que *H. ergaster* tenia un major nombre d'estries que *H. habilis*, fins i tot major que *P. boisei* i que *A. afarensis*. Això ho podríem relacionar amb el processament d'aliments més abrasius que es troben en les sabanes obertes, a causa de la creixent aridesa d'aquest període. L'ús d'una **tecnologia lítica més complexa i l'augment de la grandària del cervell** en aquesta espècie podrien haver incrementat la seva supervivència amb la incorporació de recursos nous d'origen animal i vegetal, augmentant la **complexitat de la seva dieta**. A més les diferències amb *Homo habilis* indiquen una coexistència de les dues espècies, on cadascuna hauria de desenvolupar diferents estratègies per poder explotar un hàbitat semblant. Aquest resultat, no exclou que la carn fos important en la seva dieta, amb la ingesta de plantes i tubercles fibrosos podrien haver incorporat partícules de sorra i pols augmentant les marques en la microestriació dental i distorsionant els resultats.

La migració alimentària de l' *Homo erectus*

El que menja un animal determina l'extensió de territori que necessita per sobreviure. Els animals carnívors necessiten en general espais molt majors que els herbívors de la mateixa grandària, degut a que disposen de menys calories per unitat d'àrea. L' *Homo erectus* amb una grandària corporal considerable i una dependència major dels aliments d'origen animal, necessitava més espai.

D'altra banda, s'observa un major nombre d'estries en les dents d' *Homo erectus* que en els seus predecessors, per la



Figura 15. L'èxode africà. *Homo erectus* va ser el primer ésser humà que va sortir d'Àfrica fa 1.8 m.a.

qual cosa es conclou que aquest grup d' *Hominins*, al qual se li atribuïa una dieta amb un consum de carn molt elevat. Contrari al que es pensava, el seu anàlisi de microestriació dental no corrobora el mateix. Un major nombre d'estries en les dents significa que consumim un elevat nombre d'aliments abrasius, és a dir, que deixen marca en les dents, com per exemple, els vegetals. Pel que, segons aquest raonament, *Homo erectus*, no seria un gran consumidor de carn sinó que es creu que va tenir una dieta més variada, és a dir, **una dieta més omnívora**. On la carn representava un percentatge dels aliments que ingerien però no era l'únic ni el més important que va permetre l'augment de la grandària del cervell.

Les formes africanes d' *Homo erectus* són els ancestres directes dels **Cromanyons**. Mentre que els europeus van evolucionar donant lloc als **Neandertals**.

No obstant això, **alguns *Homo erectus* van romandre a Àfrica** i allà es van desenvolupar de forma independent. El seu cervell va evolucionar en grandària i complexitat i van donar lloc a l'única espècie que avui pobla la Terra, els *Homo sapiens sapiens*, és a dir, nosaltres mateixos.

Sens dubte, actualment la cuina està de moda, però si mirem enrere uns quants milions d'anys, també ho estava. Com he comentat anteriorment, consumir aliments d'origen animal va elevar el valor nutritiu de la dieta, però aquest no va ser l'únic factor que va contribuir a millorar la qualitat de la dieta que menjaven els nostres avantpassats. *I si el veritable canvi que es va produir per millorar el que menjaven els nostres avantpassats va ser el cuinat dels aliments?*

Quan va començar la cuina?

Alguns investigadors pensen que *Homo erectus* hauria sigut el primer *Hominini* que va utilitzar el foc de manera controlada i el cuinat a foc viu. Segons el registre fòssil s'han trobat proves de l'ús del foc però encara existeixen molts dubtes de si eren capaços de dominar-ho. Pot ser que al principi s'usés de forma causal, produït per un raig, i ho conservessin encès encara que no poguessin fer-ho. El domini del foc sembla ser una conquesta de l'*Homo sapiens sapiens*, fa uns 400.000 anys.



Quins avantatges té el foc?

1. Permet aprofitar l'energia dels carbohidrats, ja que el midó cru no és absorbit per l'intestí.
2. Redueix el risc d'infeccions microbianes.
3. Permet descongelar els aliments.

Els Neandertals eren carnívors?

Van viure a Europa durant l'última glaciació, tenien un **cervell gran**, més gran que els humans moderns, una força muscular enorme i una **cultura complexa**.

Es creia, en un principi, que eren exclusivament carnívors i que caçaven grans mamífers; però, gràcies a l'estudi de les dents dels Neandertals, se sap que la seva dieta era molt abrasiva, ja que haurien consumit vegetals durs, abundants en els períodes freds, que haurien produït un elevat nombre de microestries en l'esmalt de les dents (*aquestes microestriacions les produeixen les partícules abrasives que contenen molts vegetals, els fitòlits, especialment les plantes cactàcees freqüents en zones de clima fred*).

També sabem que els Neandertals haurien **canviat de dieta** entre els períodes més càlids i els més freds, ja que s'ha observat que la densitat d'aquestes estries en l'esmalt de les dents augmenta significativament en les èpoques fredes i disminueix en les càlides. Per tant, això suggereix que durant molts anys van ser capaços d'evitar les condicions canviants del clima buscant en cada moment els ambients més propicis i l'aliment més adequat.

Eren **caçadors molt hàbils**, perquè la majoria d'animals morts era adults joves, és a dir, exemplars que estaven en la flor de la vida, no les cries o els vells. També coneixien el **foc** i cuinaven alguna de les parts de l'animal caçat.

La desaparició dels Neandertals és un gran misteri de la Prehistòria, van deixar aquest món fa aproximadament 30.000 anys.

I vam aparèixer nosaltres: Homo sapiens sapiens

Els éssers humans, com a espècie, procedim d'un petit grup d'avantpassats que vivien a Àfrica fa uns 400.000 anys. Hem pogut determinar amb precisió els nostres orígens mitjançant els estudis duts a terme sobre els gens dels mitocondris (que provenen únicament de l'òvul matern, per la qual cosa l'herència d'aquest material genètic és fidelment matern) i els polimorfismes del cromosoma Y.

Els nostres antecessors van sortir d'Àfrica fa 200 mil anys aproximadament, i totalment preparats per resistir a qualsevol situació desfavorable. La major part dels últims 100 mil anys de la nostra evolució van transcórrer sota un ambient glacial. En aquestes condicions

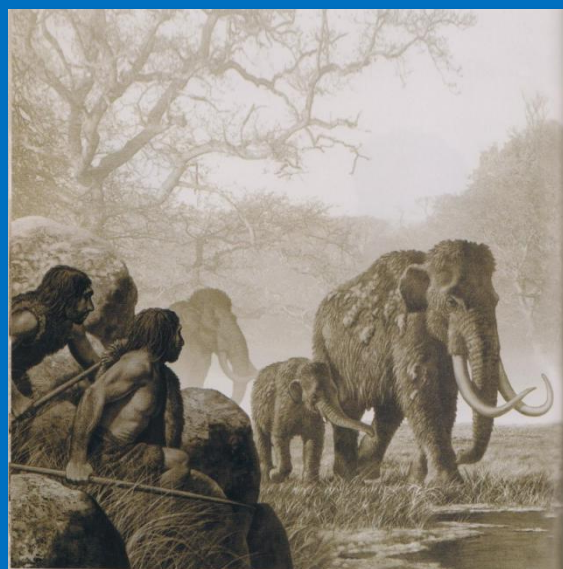


Figura 16. Els Neandertals. Van viure a Europa fins que van ser substituïts per humans de la nostra espècie.

climàtiques disminueixen en gran part els vegetals comestibles i augmenten en la seva dieta el consum de carn i greixos dels herbívors que pasturaven en les tundres gelades d'Europa.

Els nostres avantpassats acumulaven en els seus organismes els èxits de milions d'anys d'evolució. Havien aconseguit superar totes les enormes dificultats a les quals es van haver d'enfrontar. Aquests *Hominins* que van romandre a Àfrica van aconseguir adaptar-se a gairebé tot: al sol abrasador, a l'alimentació pobra en hidrats de carboni, el problema de donar a llum una cria amb un cervell enorme... Els cromanyons van anar ampliant cada vegada més el seu marc alimentari, petits mamífers, aus, rèptils, marisc, conills...

El domini del foc i la seva utilització per al cuinat dels aliments va poder contribuir a una major encefalització, ja que va permetre reduir, encara més, la grandària de l'aparell digestiu (*vegeu més endavant*). Alguns autors atribueixen el creixement final del nostre cervell a aquest fet. El cuinat neutralitza moltes toxines, com succeeix amb els llegums. És realment, un procés que permet que part de la digestió es realitzi fora del cos, seria alguna cosa així com una **pre-digestió**.

Què costa un cervell tan gran?

Arribar a un cervell tan gran ha estat un procés que ha portat milions d'anys, encara així, es pot considerar un procés molt ràpid.

En dos milions d'anys d'evolució es va doblar el volum cerebral des dels 450cm³ d'*Australopithecus afarensis* fa 4 milions d'anys fins als 900cm³ d'*Homo ergaster*. Com pot ser que el nostre cervell evolucionés a tal velocitat? En prou feines tres milions d'anys, des de "Lucy" fins a nosaltres, el seu volum va passar de 450 a 1300 cm³.

Per a què van necessitar els nostres antecessors un cervell tan gran? L'augment del cervell és una especialització com la de qualsevol altre òrgan, i la selecció natural va afavorir el creixement encefàlic perquè va proporcionar avantatges de supervivència i reproducció en el nínxol ecològic dels *Hominins*.

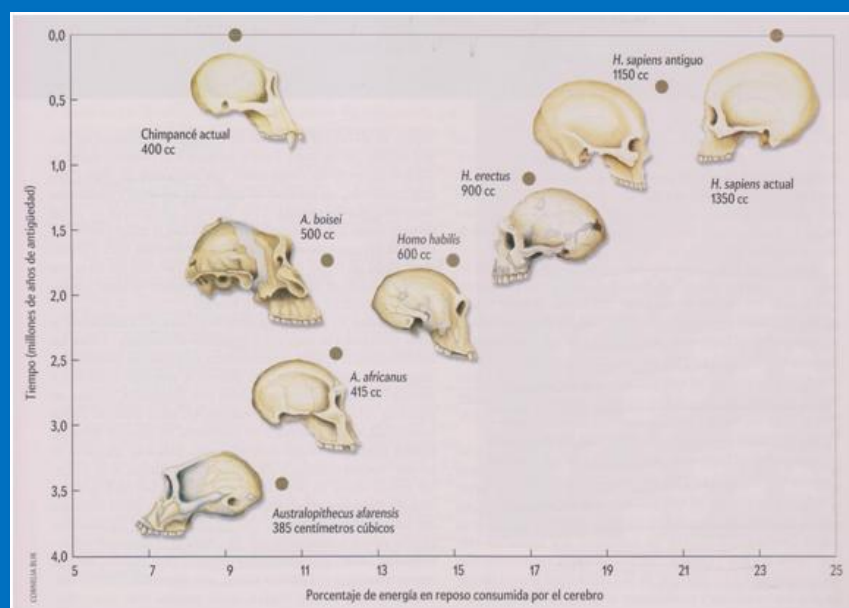


Figura 17. Despesa energètica i evolució cerebral

L'augment de la grandària i complexitat del cervell va anar acompanyat d'un increment de la despesa energètica. En la figura s'expressa en percentatge del metabolisme basal.

L'egoisme del cervell: un òrgan costós i capritxós

L'evolució del cervell només va ser possible per l'adaptació de nombroses funcions a l'egoisme del cervell. És un **golafre**, consumeix moltes calories i posseeix una elevada taxa metabòlica basal, que és el mateix que dir en repòs. Consumeix entre un 20-25% de la taxa metabòlica basal, en comparació del 8-10% que consumeixen altres primats. Per a això la despesa energètica de la resta dels òrgans s'ha hagut de reorganitzar i augmentar la qualitat dels aliments. A més, el cervell és molt **capritxós** i exquisit quant al combustible del que obté energia; no li serveix qualsevol cosa, solament consumeix **glucosa** i en casos de necessitat extrema, com per exemple, si portem diversos dies en dejú, consumeix cossos cetònics que provenen dels greixos. Finalment, i sens dubte, és un òrgan **complicat**. Té una gran complexitat molecular i morfològica, a més, del lent desenvolupament de les nostres cries i l'energia addicional que han d'invertir els pares, que és el que en Biologia es coneix amb el nom de la cura parental.

Cervell o intestí? Una de dues

La quantitat d'energia que un organisme pot introduir en forma d'aliments no és il·limitada. Aquesta energia s'ha de repartir entre tots els òrgans del nostre cos, i si algun d'ells necessita més del compte, haurà de treure-li a un altre. Llavors, si el cervell gasta a l'excés, **A qui li llevem l'energia?** Doncs a un òrgan que també sigui un gran consumidor d'energia, l'**intestí** (Figura 18).

La teoria de **Aiello i Wheeler** sosté que l'expansió del cervell en l'evolució humana es va fer a costa de la reducció de l'aparell digestiu. En aquest sentit, va ser necessari que les fibres vegetals, de difícil assimilació, donessin pas a les proteïnes animals. Així que la història de l'evolució humana es podria explicar, com una batalla entre el cap i l'estómac (Figura 19).

L'intestí va poder reduir-se al llarg de l'evolució perquè la seva grandària depèn de la qualitat dels aliments que ingereixi aquesta espècie. Una alimentació d'alta qualitat és la que es digereix amb facilitat i allibera major quantitat de nutrients i energia per unitat de treball invertida a digerir-la. Una de les formes d'augmentar la qualitat de l'alimentació és incrementar la quantitat de menjar de procedència animal. L'energia estalviada per la reducció de l'intestí en humans va permetre que el cervell tingués suficient combustible per créixer.

Cóm es va reduir el tub digestiu?

Els herbívors tenen tubs digestius molt grans i els carnívors més petits. L'explicació està que els productes animals són més fàcils de digerir que la fibra dels vegetals. Els ximpanzés, a part de consumir molta fruita, també mengen bastant verdura i aquestes contenen molta fibra. Per aquesta raó, el tub digestiu dels ximpanzés és més gran que el nostre.



Figura 18. L'únic òrgan metabòlicament costós que podria reduir-se és l'intestí, d'una manera: canviant el tipus d'alimentació.

Això no vol dir que el consum d'aliments d'origen animal reduís automàticament el tub digestiu i augmentés la grandària del cervell. Sinó que, gràcies al consum d'aliments d'origen animal, va aparèixer un individu mutant amb un tub digestiu més curt (i de metabolisme més barat), aquest mutant va poder sobreviure, cosa que no hauria estat possible amb una dieta exclusivament d'origen vegetal. I més tard (*o alhora, no ho sabem*) un mutant de tub digestiu més curt va experimentar una certa expansió cerebral, el metabolisme corporal no es va desequilibrar, ja que gastava d'una banda, però estalviava per l'altre.

Per poder escurçar el tub digestiu i reduir en conseqüència la superfície d'absorció d'aliment, s'ha de prescindir de la fibra i substituir-la per un aliment més fàcil d'assimilar i més energètic

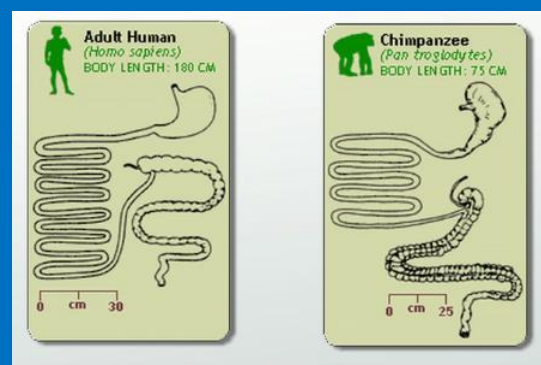
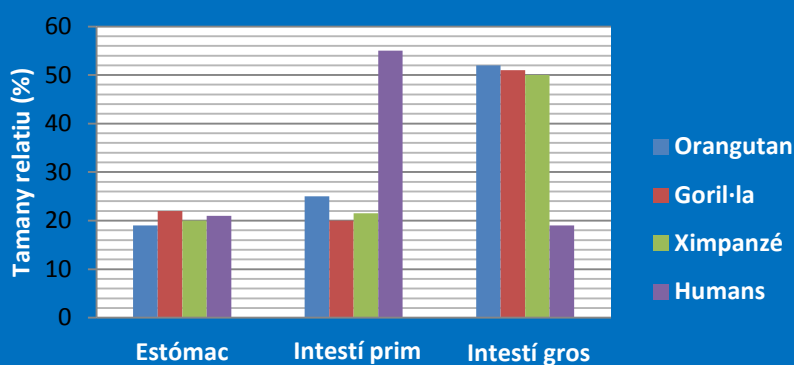


Figura 19: Comparació entre l'aparell digestiu humà i el d'altres primats. S'observa una gran reducció en la grandària de l'intestí gros en els humans, la qual cosa ens incapacita per digerir grans quantitats de vegetals.

Vam ser millors pescadors que caçadors?

El creixement del cervell va necessitar una aportació important d'àcids grassos poliinsaturats (com per exemple l' Omega 3 i l' Omega 6), que són components fonamentals de les membranes de les **neurones**, les que fan funcionar el nostre cervell i aquests àcids grassos són abundants en els animals, especialment en els de origen aquàtic. Per això, diversos autors consideren que l'evolució del cervell va ocórrer en un **entorn aquàtic**. Ja hem comentat, que l'origen del gènere *Homo* va sorgir en un entorn ecològic únic, com el format per nombrosos llacs que omplen les depressions de la vall de Rift (*Figura 20*), on es troben les conques lacustres i els principals jaciments paleontològics amb presència d' *Hominins*. Això suggereix, que els nostres avantpassats es van adaptar a un entorn litoral, a la vora dels grans llacs africans. El **peix** complementava la carronya o la caça de vegades escassa. Durant milers d'anys els nostres avantpassats van evolucionar entre la sabana calorosa i extensions d'aigua.



Figura 20: Llacs de la gran vall del Rift.

Per què la carn és important per al cervell?

Quan la nostra evolució necessitava un cervell cada vegada més gran, les primeres dificultats que van haver de superar els nostres avantpassats va ser adaptar-se a explotar nous aliments, entre ells els de origen animal. Però, *per què la carn és important per al cervell? Què té d'especial?* “El kit de la qüestió” és que en la carn trobem la **vitamina B12**, la qual té un paper fonamental per mantenir sa el nostre sistema nerviós. Algunes de les seves funcions són: estabilitzar la mielina que recobreix l'axó de les neurones, en altres paraules, permet una bona transmissió de la informació neurona a neurona i mantenir la densitat neuronal i la memòria (Figura 21).

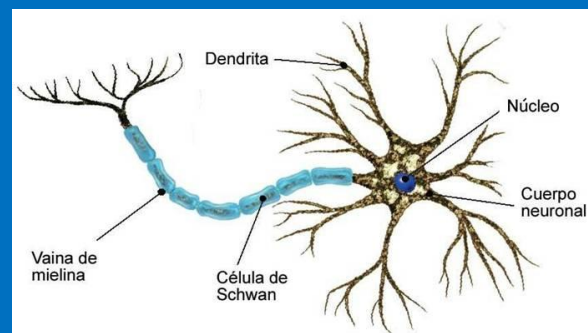


Figura 21: Representació d'una neurona.

Aquests canvis qualitius i quantitius en l'alimentació, que van venir imposats per les condicions dels nínxols ecològics, van tenir conseqüències importants per al desenvolupament del nostre cervell. La selecció natural va afavorir:

- 1) L'alimentació més **omnívora** (incorporant la caça, la pesca i ocasionalment la carronya) va reduir la grandària de l'intestí i vam començar a caminar sobre les nostres dues potes posteriors (és conegut que la locomoció bípeda és menys costosa energèticament que la bípeda), la qual cosa també va permetre tenir més energia disponible per al cervell.
- 2) La **reducció de l'aparell mastegador** i els ossos mandibulars, la qual cosa va proporcionar més espai en el crani per augmentar la massa cerebral. Malgrat això, la força mastegadora d'*Homo*, per contradictori que sembli, no s'ha reduït. Mantenim aquesta força, gràcies al gruixut esmalt de les dents que tenien els nostres avantpassats i que conservem en l'actualitat.
- 3) El canvi de dieta, va aportar una major quantitat d'**àcids grassos poliinsaturats**, un component important de les neurones.

Per què els animals carnívors no han desenvolupat grans cervells?

Per què els grans carnívors, com el tigre o la pantera, que porten molts milions d'anys menjant carn, no han desenvolupat el seu cervell? Els seus cervells no són especialment grans malgrat portar milions d'anys menjant carn com a element pràcticament exclusiu de la seva dieta, la qual cosa no és el cas en els *Hominins* que, no ho oblidem, són omnívors i, per tant, el consum de carn, només representa una part de la seva dieta.

Podem afirmar que la carn va fer augmentar la grandària del nostre cervell?

El curs de la història depèn de **petits esdeveniments** que es produeixen de tant en tant i algunes d'elles determinen el futur. No solament el canvi d'alimentació va produir un gran èxit adaptatiu al nou ambient africà, sinó que el bipedisme, el comportament social cada vegada més complex, la fabricació d'eines, l'increment gradual de la grandària corporal i els canvis en

l'alimentació, van formar un **complex adaptatiu** que va potenciar la supervivència i reproducció.

Per reflexionar: Som el resultat de l'evolució?

Si la cinta de la vida es rebobinés, el planeta Terra estaria ara poblat per una varietat completament diferents de formes de vida, entre les quals no ens trobaríem nosaltres. Aquesta afirmació no us genera certa por? Tan sol amb imaginar el simple fet que si tot tornés a començar no estaríem aquí, causa una "*terribilitis*" extrema. Però per descomptat, aquest experiment encara no és possible de realitzar.

Malgrat això, no creu que pensar que nosaltres som l'única espècie amb grau de complexitat 10, té un elevat nivell d'egocentrisme? Què entenem per complex? S'ha produït en la història de la vida un augment de la complexitat? Hi ha clarament formes molt més simples que la humana com per exemple, les esponges o les meduses; ja que tenen elements menys diferenciats. Però, qui és capaç de dir que és més complex un guepard o un elefant? o un ésser humà amb un primat? Els éssers humans solament podem considerar més complex el nostre sistema nerviós central.

Podríem mesurar el grau de complexitat mitjançant diferències genètiques? Sembla un mètode, a priori, bastant sensat; però estudis corroboren que solament existeix un 1% de diferències genètiques entre nosaltres i un ximpanzé, per la qual cosa són molt insignificants però també són molt importants perquè aquest 1% ens fa ser diferents.

Qui ens anava a dir a nosaltres que un canvi climàtic que tant perjudicava als *Hominoideus* anava a comportar l'aparició d'un tipus de primat bípede que més endavant donaria lloc a una espècie, la nostra, que poblaria tot el món?

L'evolució de les espècies està sotmesa a la influència de tal quantitat de factors que el seu futur és impredecible, ja que tot és possible. Cap forma de vida pot considerar-se superior a les altres, perquè cap es troba fora del perill de l'extinció. D'aquesta forma llavors, podem concloure que l'evolució és fruit de l'atzar, del caos i que no hi ha lleis...Parlo d'aquestes lleis que ens agraden tant als científics...

¿L'espècie humana està en el cim de l'evolució?

Quan s'estudia l'evolució humana tenim tendència a pensar que hi ha alguna cosa que és especial en nosaltres i que el procés evolutiu ha culminat en nosaltres destacant per sobre dels altres éssers vius. Però, la nostra evolució dins del grup dels primats no ens permet dir que som el cim de l'evolució. Un primat amb caràcters més especialitzats que nosaltres, pot ser molt més eficient en la realització de múltiples activitats que nosaltres no podem fer i tampoc podem dir que no siguin intel·ligents. Totes aquestes capacitats cognitives actuals de l'home, han evolucionat perquè ens confereixen avantatges reproductius i de supervivència respecte a altres espècies. Si no fos així no les tindríem. Però això no vol dir que estiguem "més evolucionats" que qualsevol altra espècie actual.

L'ENTREVISTADA ÉS...

Adriana Hernández Aguilar



És antropòloga evolucionista, actualment investigadora en CEES. La seva recerca es centra en l'ecologia del comportament dels ximpanzés que viuen en un dels hàbitats més secs, més oberts, i amb més estacionalitat per a l'espècie (Ugalla, Tanzània). Utilitza tècniques ecològiques i arqueològiques per estudiar aquests simis per comprendre com el seu comportament difereix de la dels ximpanzés que viuen en hàbitats més humits, i per modelar les adaptacions d'homínids (els nostres avantpassats) als hàbitats secs similars. Ha estudiat en Ugalla des de 1998. Abans d'unir-se a CEES era una becària posdoctoral a la Universitat de Cambridge (Leverhulme Centre d'Estudis Evolutius Humans). Va rebre el seu doctorat a la Universitat del Sud de Califòrnia a Los Angeles, EUA, i la seva llicenciatura a l'Escola Nacional d'Antropologia i Història en la Ciutat de Mèxic.

PARLEM DE...

LA SEVA RECERCA

Ana González: Per què vas decidir dedicar-te a estudiar als ximpanzés de la sabana? Què tenen d'especial?

Adriana Hernández: El que jo tractava d'entendre era als ximpanzés com a model per estudiar l'evolució humana en un tipus d'hàbitat semblat al que nosaltres vam evolucionar. Per a això els ximpanzés de sabana, són ideals, perquè l'hàbitat on ells estan guarda moltes similituds al que s'ha reconstruït per als primers homínids.

AG: De quina manera aconseguies estudiar a una espècie salvatge, com la del ximpanzé, que no està acostumada a la presència dels éssers humans?

AH: De fet, en realitat mai els hem estudiat, com els veus en *Discovery channel* o altres programes de naturalesa, perquè els ximpanzés de sabana existeixen en un percentatge molt menor que els ximpanzés de la selva, per la qual cosa és molt difícil acostumar-los a la presència humana. Fins i tot en els boscos humits han de seguir-los durant diversos anys para confiïn en els humans. En la sabana és molt més difícil, de fet, hi ha solament una comunitat de

ximpanzés a Senegal que és l'única de sabana que està habituada, i de fet, és també perquè on viuen és molt pla, per la qual cosa és relativament més fàcil seguir-los, a més, viuen prop de gent, per la qual cosa estan una mica més acostumats a veure gent. Els ximpanzés que estudiem nosaltres de Ugalla, encara no s'han habituat, estem amb el procés d'habitució i encara no els podem seguir tot el temps, no ens toleren que ens apropem massa. Si ells estan molt a dalt de l'arbre i nosaltres a baix ens toleren més que si ells estan a baix també. Totes les coses que sabem d'ells, és a través d'evidència indirecta. Estudiem els llits (nius) que es fan tots els dies, recol·lectem la femta per extreure ADN i per saber que estan menjant, extraïem el pèl dels nius per fer diferents anàlisis... De fet, mai abans un investigador havia fet un estudi a llarg termini en Ugalla, jo vaig ser la primera que ho vaig fer, i mai vaig aconseguir veure un ximpanzé fins a un després any.

AG: Quins comportaments s'han descobert del ximpanzé, que es creien exclusivament humans?

AH: Uf, és una llista molt gran. De fet, en una de les classes que dono, m'agrada començar fent que els estudiants em donin la seva llista de coses que ells creuen que són exclusivament humanes i al final del curs revisem aquesta llista a veure si aquestes característiques encara els semblen únicament humanes o no. Una de les coses que els ximpanzés han fet desaparèixer com exclusivament humanes és l'habilitat de fer i usar eines. Això és important, ja que el seu ús definia *humà*, de fet, el primer homínid que es va anomenar *Homo*, el *Homo habilis*, precisament va ser així perquè tenia l'habilitat de fer eines. Pel que o s'hauria de canviar el concepte d'eina, incloure als ximpanzés com a humans o redefinir el concepte d'humà. I no les usen únicament els ximpanzés, també ho fan molts altres primats.

AG: I creus que podríem incloure als ximpanzés com a humans? O No, ens interessa?

AH: El que passa és que els humans sempre busquem alguna cosa per apartar-nos de la resta dels animals, llavors sempre hi ha alguna cosa. Per exemple, si ja hi ha alguna publicació on es corrobora que hi ha simis que fan l'idioma dels sords o que fabriquen eines, caldrà buscar una altra cosa que ens diferenciï de la resta. I cada vegada la llista, es va fent cada vegada més i més petita. Per a mi la qüestió no és si els incorporem com a éssers humans o no, sinó que hem de tractar-los com a éssers intel·ligents que són. Però sí és cert que compartim amb els ximpanzés moltes més coses de les quals ens podem imaginar.

AG: Quin ha estat el descobriment més important, en el teu treball com a investigadora?

AH: L'ús d'eines per desenterrar tubercles del sòl. Hi ha molts investigadors que creuen que el consum de carn va ser fonamental perquè aparegués l'ésser humà però uns altres pensen que va ser efectivament, el consum d'aquests òrgans subterranis d'emmagatzematge (com per exemple, les patates). És un aliment segur, perquè quan un grup surt a caçar moltes vegades tornen amb les mans buides. No obstant això, quan tornen al campament les dones han recol·lectat fruites, tubercles... i és això el que mengen. Se li atribueix a la carn moltes qualitats perquè el nostre cervell pogués augmentar de grandària però els tubercles també aporten molts nutrients.

AG: I què t'agradaria descobrir en un futur?

AH: Aquesta és una pregunta difícil, jo crec que el que m'agradaria descobrir en el futur és que encara mantinguem la mateixa quantitat de ximpanzés que existeixen ara. La selva està desapareixent, els humans talen els arbres per fer agricultura i destrueixen l'hàbitat. El ximpanzé és una espècie de la qual ens queden moltes coses per veure, hem après moltes coses d'ells en els últims 60 anys, però ens queden tantes unes altres... Ja que si estudies els ximpanzés d'una zona, no vas a saber tot sobre els ximpanzés d'altres llocs, ja que tenen comportaments molt diferents. Llavors, en realitat es necessita estudiar als ximpanzés en moltíssims llocs. Pel que, m'agradaria descobrir en un futur és que encara existissin ximpanzés per veure. De fet, hi ha una recerca que assenyala que si els investigadors estan presents a les zones on habiten els ximpanzés o altres primats, l'impacte de la gent local en aquest lloc és menor.

AG: Actualment en què línies de treball aquestes col·laborant?

AH: La línia principal que ja porto un temps fent és estudiar als ximpanzés de sabana, ecologia comportamental. Intentem entendre com funciona l'hàbitat, com per exemple, la disponibilitat de menjar, com fluctua en el temps i a l'espai en un hàbitat el que nosaltres anomenem sabana, com la del Serengeti, però existeixen diferents tipus. La vegetació sempre verda existeix solament al llarg dels rius que constitueixen al voltant de l'1-5% de l'hàbitat. En l'estació de seca, encara es redueix més aquest percentatge. És important dir, que és un lloc molt marcat per la estacionalitat, on hi ha 6 mesos de seca, on algun dels aliments que mengen disminueix i han de viatjar més per obtenir els aliments que necessiten. Això és el que pensem, però com són tan difícils de seguir, aquesta conclusió l'obtenim analitzant la femta per poder obtenir les llavors, però això solament ens dóna una part del que estan menjant però si va menjar una altra cosa que era més fàcilment digerible, no es troba cap rastre en la femta. El que nosaltres sabem de la dieta del ximpanzé de sabana és solament una part de la pel·lícula. Per exemple, els hem observat menjant flors que no deixen rastre en la femta.

Una altra de les línies en les quals treball és el que es coneix amb el nom d'arqueologia de primats. Presentem en un article en Nature del 2009, on vam proposar que s'obria una nova disciplina que es diu Arqueologia de primats, perquè com estàvem discutint abans, l'Arqueologia es considerava purament humana. Però, a mesura que hem anat estudiant als ximpanzés hem vist que també deixen un registre arqueològic. De fet, hi ha un espanyol que treballa en la selva de Thai, Julio Mercader, que va descobrir que les eines que els ximpanzés estan utilitzant per caçar tenen més de 4000 anys d'antiguitat, per la qual cosa, creen un registre arqueològic. I no solament els ximpanzés, també altres primats que trenquen nous amb pedres i deixen aquestes peces per al registre arqueològic. I també faig ara una mica de conservació i ecologia comportamental en altres primats.

ELS XIMPAZÉS, LA CARN I EL CERVELL

AG: Avui dia, existeix un gran debat sobre el que ens va fer ser humans, si va anar el consum de carn, la caça, el carronyerisme,... Sobre la base de la teva experiència, Què creus que va ser fonamental perquè el nostre cervell creixés més que qualsevol altre òrgan del nostre cos?

AH: Jo crec que va ser l'ús d'eines. Tota l'habilitat que es necessita per veure-les per agafar-les, per buscar-les... Encara que és difícil separar un element comportamental únic que va poder donar lloc a l'augment del cervell. El més probable és que anessin moltíssim elements al mateix temps interactuant entre ells. Però, jo crec que precisament el més important va ser l'ús d'eines. Hem pogut inferir que els nostres ancestres i els de el ximpanzé ja utilitzaven eines, però eren eines peribles que no passaven al registre arqueològic però el fet d'utilitzar eines s'ha fet cada vegada més complex entre els ximpanzés. Pel que, crec que el que va ajudar al desenvolupament del cervell en els homínids va ser precisament l'ús de les eines.

AG: Creus que el cervell d'aquesta població de ximpanzés, que viuen en un hàbitat marcat per la estacionalitat i una llarga temporada seca i dura, molt semblat a la qual es van enfrontar els nostres avantpassats, amb el pas de milions d'anys, també podrien experimentar un augment de grandària?

AH: Això és molt difícil de predir, perquè l'evolució té múltiples direccions. El que va passar en la nostra evolució va ser el resultat de moltíssimes coses a l'atzar, que potser no es presenten en els ximpanzés. Però ara sabem, en aquest moment, que tant els ximpanzés que viuen en la sabana com els quals viuen en els boscos, no han desenvolupat cap augment de la seva grandària cerebral. Encara que això no vol dir que en els de sabana, on l'hàbitat és molt més difícil i impredecible pogués fer enfrontar als ximpanzés a les condicions com les quals ens enfrontem els homínids en aquest mateix hàbitat. Però no ho puc predir (riures).

AG: Cada vegada més estudis semblen indicar que no existeixen tantes diferències entre ximpanzés i humans com solem pensar. Per exemple, els avanços en genètica ens han permès descobrir que tenim el 99% dels nostres gens idèntics al del ximpanzé. Per què creus que el cervell dels ximpanzés no s'ha desenvolupat tant com el nostre?

AH: És difícil dir que el cervell dels ximpanzés no s'ha desenvolupat tant com el nostre, perquè ells poden fer moltes coses que nosaltres no podem fer i nosaltres podem fer algunes coses que tampoc ells poden fer. Llavors, no és tant la diferència del cervell, sinó que han tingut diferents pressions evolutives al llarg de la història i l'evolució no té una única direcció. No sempre vagi cap a la mateixa direcció, la de tenir un cervell gran, potser, tenir el cervell que tenim ara no es bo perquè ens estem carregant el planeta, potser arriba un moment en el qual deixa de ser adaptatiu.

AG: Quina és la dieta que tenen els ximpanzés de la sabana? És molt diferent a la que segueixen altres poblacions de la mateixa espècie de la selva humida? S'assembla a la que tenien els nostres avantpassats?

AH: Contrari al que poguéssim haver pensat al principi, les diferències no són tan extremes. Per exemple, els ximpanzés són en major proporció frugívors, però també omnívors, a pesar que el major percentatge de la seva dieta sigui la fruita. Això també es conserva amb els ximpanzés de sabana. El que passa, és que aquests tenen un problema major per trobar la fruita, perquè hi ha una estació de seca molt llarga, cal buscar la fruita en molts més costats que els ximpanzés de bosc humit. Localitzar fruita que aquest madura és molt més difícil en una sabana que en un bosc humit. Encara que en un bosc humit, també és difícil perquè hi ha moltíssimes espècies diferents, cal saber quan donen fruita els arbres, quan tenen fulles tendres que pots menjar... Cal tenir en certa forma, un coneixement de fenologia de les plantes. Però en la sabana, aquesta cerca de fruita és encara més complicada. Ara, la sabana dóna recursos que no tenim tant en el bosc humit, per exemple, les llavors dels arbres del bosc de *biombo* de la vegetació caducifòlia. A la zona on jo treballa, la vegetació de *biombo* és la majoria de l'hàbitat i hi ha espècies que donen les seves llavors, la qual cosa és una font molt bona d'alimentació en un període relativament curt de l'any però són moltíssimes llavors, i les llavors tenen moltíssimes proteïnes. Llavors els ximpanzés les aprofiten per menjar. Aquest recurs no existeix en la selva. També hi ha més òrgans subterranis d'emmagatzematge on hi ha molt pocs en el bosc humit.

Ara com és la diferència amb el que haguessin pogut menjar el nostre avantpassats. Per estudis de isòtops, sabem que menjaven més plantes que tenien un origen de carboni 4 que de carboni 3. Això significa que menjaven més pastura o animals que menjaven pastura, perquè la petjada del isòtop és la mateixa. Llavors, aquesta és una de les diferències que es creuen que hi havia entre la dieta dels ximpanzés i els primers homínids. És possible que també mengessin molta fruita, llavors i tèrmits. De fet, les eines que s'han trobat en el registre arqueològic que daten d'1.8 milions d'anys les utilitzarien per accedir als tèrmits. Tant en l'estació de seca o de pluja, els tèrmits es converteixen en una font molt important de proteïnes.

AG: Els ximpanzés cacen?

AH: Sí, cacen. Els encanta la carn, és molt important. La intercanvien per favors. Els serveix als mascles per obtenir una jerarquia més important i poder arribar a ser mascle dominant del grup, també els serveix per intercanviar sexe amb les femelles. És una moneda molt important. En els ximpanzés solament existeix una evidència o dues de carronyerisme, perquè és difícil. La carn està en la sabana, fa calor i es descompon amb facilitat. Molts autors creuen que en els nostres avantpassats va coexistir la caça juntament amb el carronyerisme. Però, jo crec que van caçar animals primer, ja que observant als ximpanzés, es veu que tenen cert respecte els cadàvers ja morts.

AG: Podem extrapolar el comportament observat dels ximpanzés de la sabana per comprendre millor el dels nostres avantpassats humans?

AH: Sí, definitivament. Hi ha molts investigadors que s'han plantejat això des de fa moltíssim temps, i de fet, els ximpanzés sempre han estat molt *sexys* per a la gent que volia trobar a un primat com a model de l'evolució humana. El que ocorre és que és molt difícil estudiar-los en aquest hàbitat. No és l'interès el que ha frenat els estudis del ximpanzé de sabana, sinó les dificultats logístiques.

AG: Quins comportaments van tenir els nostres avantpassats que no tenen els ximpanzés?

AH: Aquesta pregunta és difícil de respondre, perquè els comportaments que van tenir els nostres avantpassats no ho podem inferir amb gran certesa. El que si podem dir és el que creiem amb més probabilitat que van fer, per exemple, segurament abans del descobriment del foc, dormirien en els arbres amb llits, igual que ho fan els ximpanzés. Els ximpanzés no poden tenir la mateixa capacitat per transportar eines que els primers homínids, ja que no són bípedes. Això disminueix el transport a llarg termini i a llargues distàncies.

AG: Una de les estratègies evolutives de l'home ha estat la cultura. Els ximpanzés també tenen cultura?

AH: Depèn de com defineixis cultura. Amb la definició de cultura ens passa exactament que amb la definició d'humà. Si definim cultura com un comportament diferent en diferents grups de la mateixa espècie, existeix en ximpanzés. Els ximpanzés d'una zona tenen eines diferents als ximpanzés d'altres zones. Però també tenen símbols de comunicació diferents. No seria tan fàcil treure a un ximpanzé de Gombe i posar-ho en la selva de Tai. Per tenir cultura, és necessari que algun dels individus innovi o descobreixi alguna cosa. Els ximpanzés innoven i això ho transmeten a la resta, copiant el comportament, formant part de la cultura d'aquest lloc, altres vegades pot ser que desapareguin.

CIÈNCIA I SOCIETAT

AG: Creus que la societat en general pensa que la ciència és cultura?

AH: Sí, jo crec que la gent, en general, pensa que la ciència és cultura.

AG: Quines diferències ressaltaries respecte a l'interès en ciència de la població de Noruega i d'Espanya?

AH: En general la població no té massa interès en ciència. Comparat amb els recursos econòmics que té Espanya inverteix més en ciència que Noruega.

AG: Sembla que a Espanya no aconseguim fer arribar la ciència a la societat, Què creus que s'està fent malament? Se t'ocorre alguna manera de solucionar-ho?

AH: Jo crec que el primer lloc on cal actuar és a les escoles i la segona cosa que cal fer és en la família.

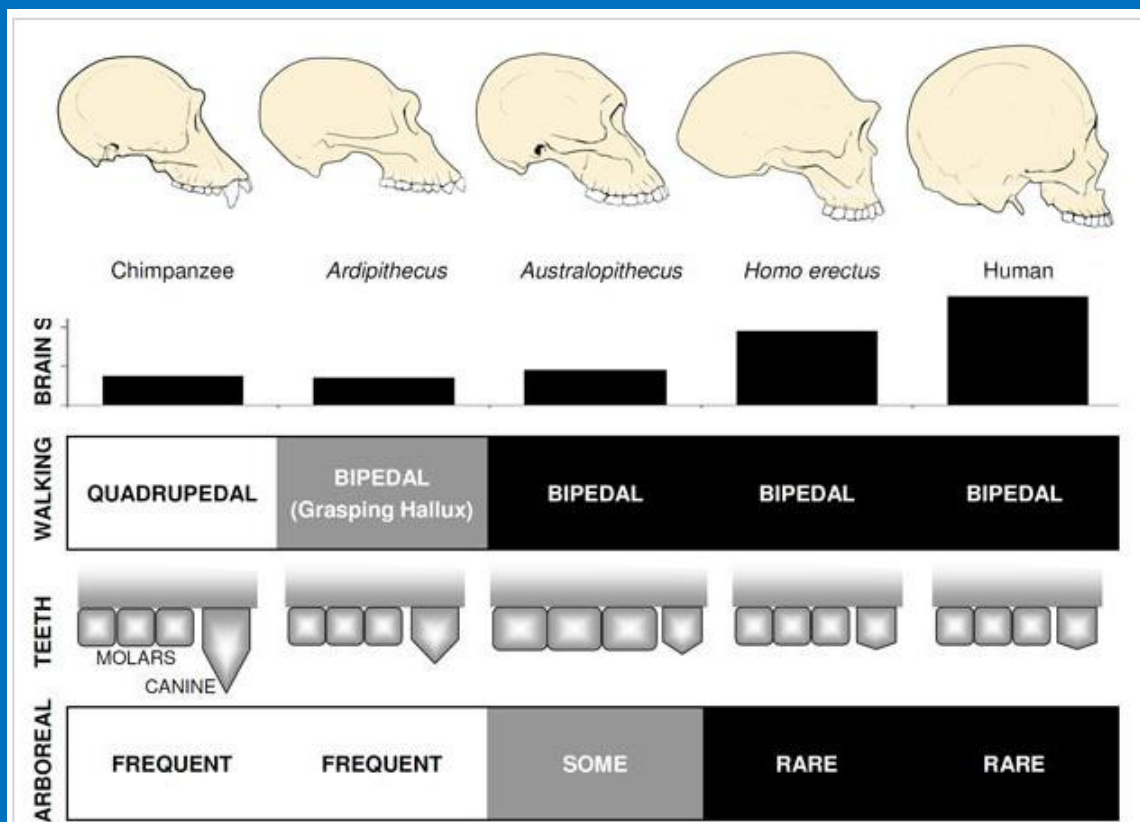
AG: Per què és el periodista i no el científic especialitzat en una disciplina, el que escriu les notícies sobre ciència?

AH: Jo crec que és una qüestió de temps. Hi ha molts investigadors que es dediquen a escriure i a difondre ciència...

AG: Un consell a un jove científic?

AH: Pacència i no donar-se per vençut. Sobretot que el que facin ho estimin.

Annex: Comparacions anatòmiques de Ximpanzés, els primers *Hominins*, *Australopithecus*, *Homo erectus* i els humans.



Bibliografia

- Campillo, José Enrique. (2010) El mono obeso: la evolución humana y las enfermedades de la opulencia: obesidad, diabetes, hipertensión, dislipemia y aterosclerosis. Editorial Crítica.
- Investigación y ciencia. (2011) Temas 66: La dieta humana: biología y cultura.
- Arsuaga J, Martínez I. (2011). La especie elegida: la larga marcha de la evolución humana. Ediciones temas de hoy, Planeta.
- Turbón D. (2011). La evolución humana. Ed. Ariel
- Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.
- Pérez-Pérez A, Martínez L, Estebananz F, Galbany J, Pinilla B. (2008). El llarg camí de l'evolució humana. Associació ADÉS per a la Divulgació de l'Evolució Humana.
- Pérez-Pérez A. (2009). Sobreviurem al canvi climàtic. Ube Omniscellula.
- Hernández-Aguilar A. (2011). Cultura material de chimpanzés que ocupan un hàbitat sec en Issa, Ugalla, Tanzania. Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES). Department of Biology. University of Oslo, Noruega.
- Martín-Loeches M, Casado P, Sel A. (2008). La evolución del cerebro en el género Homo: la neurobiología que nos hace diferentes. Revisión en neurociencia.
- Martínez-Martínez, Laura Mónica. (2010). Variabilidad del Patrón de Microestriación Dental en Homininos Plio-Pleistocénicos del Este y Sur de África. Memoria de tesis doctoral.
- Gamarra B. (2010). Implicacions filogenètiques i adaptatives de la variabilitat morfològica de la dentició dels primats Catarrhini actuals i fòssils. Memòria de tesis doctoral.
- Pontzer H. (2012) Overview of Hominin Evolution. (Dept. of Anthropology, Hunter College; New York Consortium for Evolutionary Primatology). Nature Education.
- National Geographic. España. (Novembre 2008). El último Neandertal.
- Martínez LM, Pérez-Pérez A (2004). Post-mortem wear as indicator of taphonomic processes affecting enamel surfaces of hominin teeth from Laetoli and Olduvai (Tanzania): implications to dietary interpretations. *Anthropologie. Int J Sci of the Man* 42(1):37-42.
- Martínez LM, Galbany J, Pérez-Pérez A (2004). Paleodermography and dental microwear pattern of *Homo habilis* in East Africa. *Anthropologie. Int J Sci of the Man* 42(1): 53-58.
- Martínez LM, Pérez-Pérez A, Turbón D (2006) Nutrition in ancient hominids. In: Integrative Approaches to Human Health an Evolution. International Congress Series 1296.m TG Bromage, A Vidal, E Aguirre & A Perez-Ochoa Eds. Elsevier Science BV.
- Galbany J, Estebananz F, Martínez LM, Pérez-Pérez A (2009). Buccal dental microwear variability in extant African Hominoidea primates: taxonomy versus ecology. *Primates* 50(3): 221-230.
- Estebananz F, Martínez LM, Galbany J, Turbón D, Pérez-Pérez A (2009) Testing hypotheses of dietary reconstruction from

buccal dental microwear in Australopithecus afarensis. *J Hum Evol* 57 (6): 739-750.

Martínez LM, Estebanaranz F, Pérez-Pérez A (2010) Buccal dental microwear variability in fossil specimens of early Homo, Homo ergaster and Paranthropus bosei: testing hypotheses of ecological and dietary adaptations. *Am J Phys Anthropol* (sometido el 5 de septiembre de 2010)

Martínez LM, Estebanaranz F, Galbany J, Romero A, Pérez-Pérez A (2010) Hominin buccal dental microwear patterns confirm the distinct dietary adaptations of the robust australopithecine lineage. *Proceeding of the National Academy of Sciences PNAS* (sometido el 15 de diciembre de 2010).

Marmelada C. (2003). Ampliación del artículo *El origen de la inteligencia humana, según Arsuaga*; publicado en Aceprensa.

Ungar P *et al.* (2011). The Diets of Early Hominins. *Science* 334.

Material docente de la asignatura Biodiversidad Humana del grado de Biología UB

Material docente de la asignatura Evolución Humana del grado de Biología UB.

Material docente de la asignatura Antropología biológica del grado de Biología UB.

<http://www.microwear.org/projects.php>

Crédit d'imatges

Portada: Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.

Pág.1: Investigación y ciencia. (2011) Temas 66: La dieta humana: biología y cultura.

Figura 1:
<http://lachachipedia.blogspot.com.es/2013/06/los-chimpances.html>

Figura 2:
<http://www.observandonos.com/bueno-y-malo-para-comer-antropo-logica-convergente/>

Figura 3: Ungar P *et al.* (2011). The Diets of Early Hominins. *Science* 334.

Figura 4: Ungar P *et al.* (2011). The Diets of Early Hominins. *Science* 334

Figura 6: Turbón D. (2011). La evolución humana. Ed.Ariel

Figura 7:
<http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/overview-of-hominin-evolution-89010983>

Tabla 1: Investigación y ciencia. (2011) Temas 66: La dieta humana: biología y cultura.

Figura 8: Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.

Figura 9: Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.

Figura 11: Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.

Figura 12: Ungar P *et al.* (2011). The Diets of Early Hominins. Science 334

Figura 13: Arsuaga J, Martínez I. (2011). La especie elegida: la larga marcha de la evolución humana. Ediciones temas de hoy, Planeta.

Figura 14: Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.

Figura 15: Investigación y ciencia. (2011) Temas 66: La dieta humana: biología y cultura.

Figura 16: Arsuaga J. (2004). Els aborígens. L'alimentació en l'evolució humana. Col·lecció Columna Idees.

Figura 17: Investigación y ciencia. (2011) Temas 66: La dieta humana: biología y cultura.

Figura 19: Campillo, José Enrique. (2010) El mono obeso: la evolución humana y las enfermedades de la opulencia: obesidad, diabetes, hipertensión, dislipemia y aterosclerosis. Editorial Crítica. y <http://study.com/academy/lesson/the-evolution-of-humans-characteristics-evolutionary-history.html>

Figura 20:
https://es.wikipedia.org/wiki/Lagos_del_Gran_Valle_del_Rift

Figura 21:
http://www.bvs.sld.cu/revistas/hih/vol15_3_99/hih01399.pdf

