

Somos lo que comimos: ¿Comer carne nos convirtió en seres inteligentes?

Ana González Durbán



¿Qué es lo que nos hace diferentes de otros animales? Los antropólogos llevan mucho tiempo tratando de saber que fue lo que nos hizo humanos y cómo se diferenció nuestro linaje del resto de primates. Diferentes investigaciones apuntan que los cambios producidos en la **alimentación** de nuestros antepasados fueron una importante fuerza selectiva en la evolución y en particular la **evolución de nuestro cerebro**. No cabe duda que “*somos lo que comemos*” pero que también **somos lo que comimos** hace millones de años. Os invito a adentraros en el increíble mundo de la evolución humana para analizar de dónde venimos y que hicimos en el pasado para poder entender mejor el presente.

El grupo de investigación: Microdesgaste dental y ecología dental



Dr. Alejandro Pérez-Pérez

El grupo de investigación de microdesgaste dental de homínidos y primates forma parte del departamento de Biología Animal, concretamente de la Unidad de Antropología, de la Facultad de Biología de la UB, y lo dirige el Dr. Alejandro Pérez-Pérez. Sus líneas de investigación se centran en la ecología y morfología dental de los dientes en varias especies de homínidos y primates. También realizan una línea de investigación en la anatomía de los primates. Hasta la fecha han concluido 9 proyectos de investigación y actualmente trabajan en un proyecto activo (2015-2018) centrado en las adaptaciones anatómicas de la región maxilofacial y de la dentición en los primates en relación con la dieta y el hábitat: implicaciones adaptativas y filogenéticas.



A Romero



J Galbany



M Alrousan



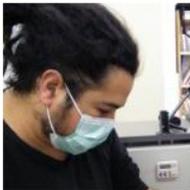
LM Martínez



F Estebanz



B Pinilla



A Aliaga



G Bello



B Gamarra



J Arias Martorell



M Nova Delgado



M Mayo Alesón



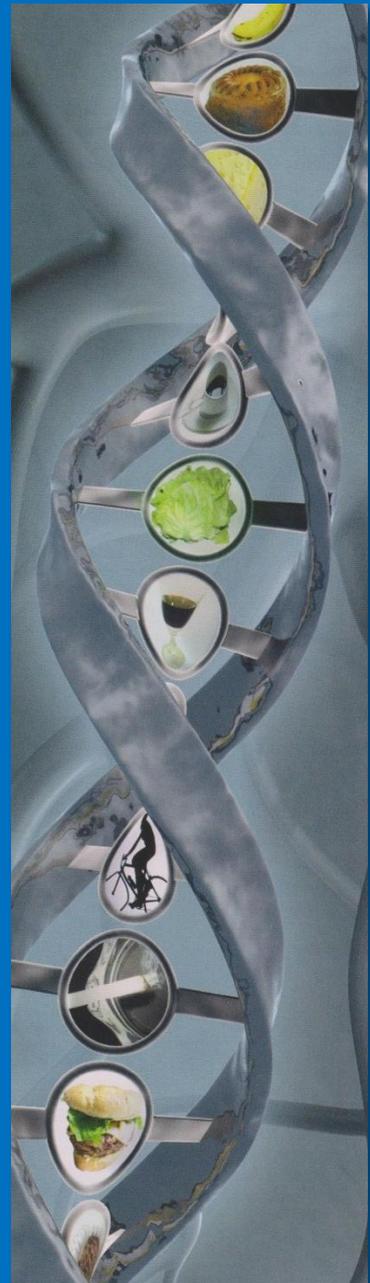
La carne: un tema de actualidad

Sin ninguna duda, la alimentación está de moda. Una de las noticias más polémicas y recientes que hemos podido leer, ha sido el informe que publicó la OMS, a finales del mes de Octubre del 2015, donde anunciaba que el consumo de carne roja aumentaba el riesgo de sufrir de cáncer ¡Se desató la polémica! Más aún, si tenemos en cuenta que muchos paleoantropólogos, están de acuerdo con la idea de que **comer carne nos hizo humanos**, es decir, que aquellos animales carroñeros o cazadores que fuimos (*aún no está del todo claro*) hace millones de años (m.a.) desarrollaron sus cerebros gracias a la **incorporación de carne a su dieta**. Cada vez más aumenta el porcentaje de población que no quiere consumir alimentos de origen animal, y hace pocos días, la amenaza del cáncer. Aparecen cada día más grietas en la era de la carne, pero está claro que si no nos hubiésemos convertido en seres **omnívoros**, aumentando la variabilidad y calidad de los alimentos de nuestra dieta, ninguno de nosotros estaríamos hoy aquí.

Pasar hambre puso a prueba a nuestros antepasados

Para la mayoría de los científicos actuales, las enfermedades derivadas de una mala alimentación y del aumento del sedentarismo, son consecuencia de un distanciamiento en la forma en la que vivieron nuestros antepasados. Pero, **¿Cómo vivían aquellos “hombres” más parecidos a los chimpancés que a nosotros mismos?** La verdad, es que no gozaron de lo que hoy en día podemos imaginar como una *buena vida*. Se las tuvieron que apañar para poder sobrevivir en un ambiente con muy poca disponibilidad de alimentos pasando largos periodos de hambre. Si estás aquí ahora, leyendo este artículo, es porque tus antepasados sobrevivieron a una falta constante de alimentos. Por lo que, la selección natural favoreció la supervivencia de aquellos que tenían más maña para encontrar alimentos cada vez más dispersos. Nuestros genes fueron seleccionados en esas condiciones difíciles durante m.a. Por lo contrario, ese escenario de lucha constante nada tiene que ver al que tenemos actualmente los humanos del Primer Mundo, donde la sobreabundancia alimentaria está plenamente extendida. **Nuestros genes cazadores-recolectores ya no nos sirven**. El entorno ha cambiado de una forma abismal en un minúsculo espacio de tiempo (*seguramente os parece que llevamos viviendo como ahora muchísimos años y años, pero hay que tener en cuenta, que los efectos de la selección natural se dan a escala geológica, es decir, en m.a., cosa difícil de comprender para nuestro cerebro*).

“Tenemos genes cazadores-recolectores atiborrándose de comida rápida”



La importancia de la dieta en la evolución del cerebro

Las adaptaciones relacionadas con la elección de alimentos tienen un gran impacto en la supervivencia, reproducción de los individuos y al final, en su éxito evolutivo. Por lo que se cree que una de las principales fuerzas de la evolución humana fue la **mejora en la calidad de la dieta**. Solemos ver la elección de los alimentos como un rasgo cultural pero no directamente relacionado con nuestro pasado biológico.

Una de las dos cosas más importantes que hacen los animales es **alimentarse** (la otra es reproducirse) y gracias a la paleontología y la arqueología podemos averiguar qué comían nuestros antepasados. Los acontecimientos clave en nuestra evolución, como la pérdida de los colmillos, el bipedismo o el **desarrollo del cerebro** son consecuencias de adaptaciones a diferentes ambientes, y por lo tanto, a **diferentes entornos alimentarios**.

Es un debate común en nuestra sociedad el de si somos “*por naturaleza*” vegetarianos o carnívoros. Pocos grupos de personas somos carnívoros al 100% o vegetarianos al 100%. Pese a ello, como primates que somos, ¿No nos correspondería ingerir únicamente vegetales? Es cierto que a los primates popularmente se les conoce como animales vegetarianos pero esto no quiere decir que todos ellos lo sean. Sabemos que los grandes simios, como por ejemplo los chimpancés, nuestros parientes más cercanos, a pesar de que sea la fruta el componente más abundante de su dieta, también se les ha visto alimentándose de insectos o pequeños vertebrados. Por lo que nuestra idea inicial puede empezar a tambalearse (Figura 1). Por otro lado, casi ningún grupo humano hoy en día se alimenta exclusivamente de carne, a excepción de los “*inuit*” conocidos popularmente como “*los esquimales*” un grupo de cazadores-recolectores que aún existen en la actualidad, que basan su dieta casi exclusivamente en comer pescado crudo (Figura2).

¿Puede la comida dejar alguna marca en los fósiles?

Por suerte, la respuesta es afirmativa. Una de las líneas de investigación del *departamento de Antropología de la Universidad de Barcelona*, dirigida por Alejandro Pérez-Pérez, estudia la alimentación de nuestros antepasados analizando los dientes, ya que estos nos ofrecen información directa sobre la dieta de su propietario. ¿Los dientes?, pero qué tienen de interesante los dientes, os estaréis preguntando. Pues parece sorprendente, pero del estudio de los dientes se puede obtener muchísima información, ya que han sufrido cambios considerables a lo largo de la evolución de los primates a humanos (Figura 3). Además, los alimentos provocan un **microdesgaste del esmalte** lo que constituye una de las técnicas más útiles para poder inferir qué tipo de dieta tenían nuestros antecesores (Figura 4). Si la dieta es abundante en carne, tendremos un menor porcentaje de microestrias en nuestro esmalte. Si, por lo contrario, en nuestra dieta abundan los vegetales, los cuales contienen fitolitos que



Figura 1. Grupo de chimpancés alimentándose de carne.

A pesar de la creencia popular, a los chimpancés les encanta la carne y su consumo es para ellos todo un festín.



Figura 2. Inuit comiendo una ballena recién cazada.

Este grupo cazador-recolector se alimenta exclusivamente de pescado, debido a la escasez de vegetales en el ambiente extremo donde viven.

dañan el esmalte, tendremos un mayor porcentaje de estrías. En este punto, no debemos descartar que un patrón dental con pocas estrías, signifique que ese animal no haya consumido vegetales. Hay diferentes factores externos que pueden reducir la abrasividad de estos alimentos, como por ejemplo, lavarlos (con ellos disminuimos las partículas de tierra) o cocinarlos. O por lo contrario, si tenemos un patrón dental con más estrías de lo esperado puede ser que partículas de polvo o arena incorporadas con el alimento, distorsionen nuestros resultados.

Seguramente, cuando escucháis la palabra “Arqueología” se os vienen a la cabeza un montón de huesos apelotonados en algún yacimiento perdido y no vais mal desencaminados. Pero, seguro que entre esa pila de huesos imaginarios de vuestro cerebro escasean las piezas dentales. Es difícil relacionar un “diente” como “hueso”, pero lo es. Además, el esmalte dental está mucho **más mineralizado** (es más duro) que el hueso, por lo que esto hace que los dientes fosilicen con mayor facilidad y se mantengan en mejor estado que cualquier otra parte del esqueleto.

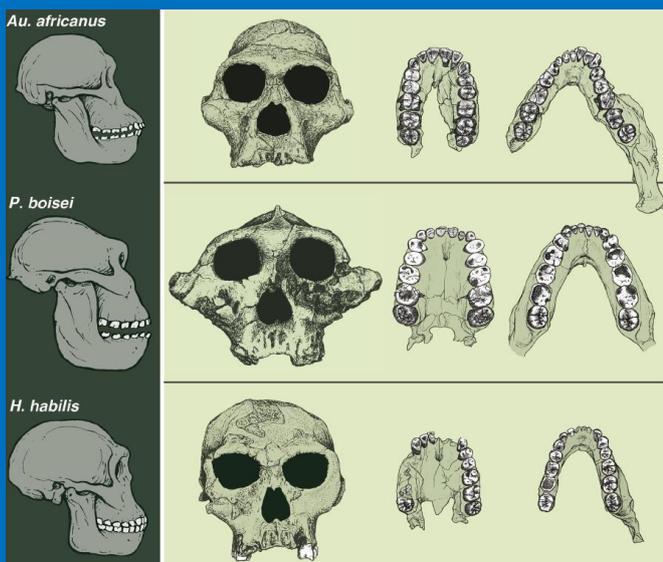


Figura 3: Cráneos, maxilares y mandíbulas de *Australopithecus africanus*, *Paranthropus boisei* y el *Homo habilis*. Las diferencias en el tamaño y la forma cráneo-dentales remarcan la importancia de la dieta para comprender la diversidad de *Homininos* y su evolución.

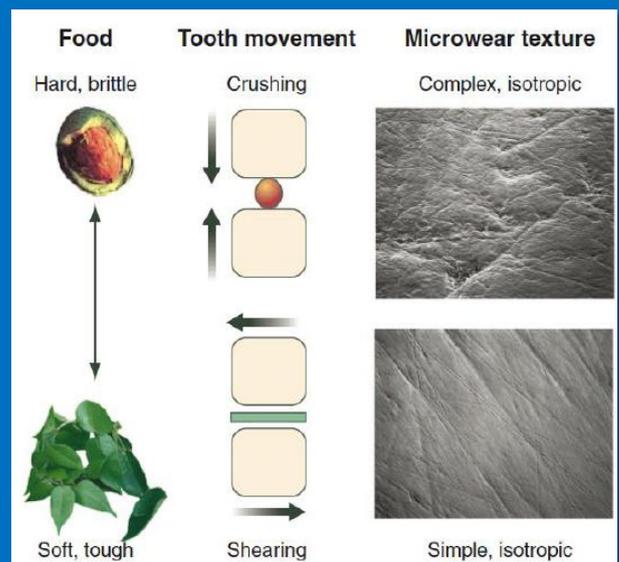


Figura 4: Texturas microdesgaste de los primeros *Homininos*. Modelo de formación del microdesgaste, en el que los alimentos duros son aplastados entre los dientes opuestos, causando picaduras en el esmalte, por lo contrario, los alimentos blandos se cizallan entre los dientes deslizando unos sobre los otros causando rasguños paralelos.

Cambios climáticos y evolución

¿Cómo puede ser que los cambios en el ambiente puedan influir en la evolución?

La naturaleza va probando y descartando al azar, sin un plan, sin una meta a la que llegar. La evolución es una continua improvisación, en la que no hay solo una única dirección sino muchas direcciones. Un organismo tiene que ser capaz de superar las condiciones ambientales en las que evolucionar o morir.

Antes de adentrarnos de lleno en la alimentación a lo largo de la evolución, es importante explicar uno de los conceptos más importantes en Biología. Darwin encontró que este ajuste tan perfecto entre los organismos y su medio es el resultado de la actuación de una fuerza que produce la evolución (su causa) y que él llamó **selección natural**. Veamos en lo que consiste: en el material genético (ADN) de los organismos aparecen pequeños cambios por azar (mutaciones), que pueden ser beneficiosos o no, dependiendo del ambiente. Aquellas que proporcionan ventajas a sus portadores, como por ejemplo, la habilidad para romper una nuez con una piedra, al cabo de muchas generaciones, incrementarán su probabilidad de supervivencia y de reproducción. Los organismos están adaptados al que hoy en día se conoce como su nicho ecológico (hábitat donde viven).

La selección natural permite que los organismos estén adaptados a explotar los alimentos de su nicho ecológico.

Esto sucede a lo largo del *tiempo geológico*, que se mide en m.a. Por ello, un elemento esencial para la evolución es el factor **tiempo**. La selección natural puede hacer cosas sorprendentes pero a veces suele necesitar su tiempo.

El clima nos puso a prueba

El camino evolutivo del hombre desde las selvas tropicales hasta las áridas sabanas es una historia constante de lucha, éxito, fracaso, de vida y de muerte. Nuestros antepasados tuvieron que adaptarse al cambio climático. Algunos lo hicieron aprovechando los pocos recursos que les ofrecía la naturaleza, como los *Paranthropus* o formas robustas de *Australopithecus*. Otros, en cambio, aprendieron a explotar recursos nuevos, gracias a la **tecnología** (*Homo habilis*).

Cambios climáticos

Modificación de fauna y flora

Cambio en la cantidad y tipo de alimento disponible

Figura 5. La fuerza fundamental que ha dirigido la evolución humana es la calidad y disponibilidad de los alimentos. Los cambios climáticos han modificado la flora y la fauna, y en consecuencia, la cantidad y el tipo de alimentos disponibles. Nuestros antepasados se adaptaron a esos cambios explotando nuevos recursos y sobrevivieron.

Evolucionamos desde un ancestro primitivo, compartido con el resto de los primates, hasta la actualidad. La mayoría de estos cambios se produjeron en África, donde surgieron numerosas especies intermedias, intentos fallidos que fueron desapareciendo debido a su falta de adaptación a las condiciones ambientales de hace millones de años atrás. (Figura 6).

Durante el Plioceno (5.2-1.8m.a.) y el Pleistoceno (1.8-0.01m.a.) se produjeron diversos **cambios climáticos**. La tendencia general fue hacia una **aridez, estacionalidad y escasez de alimentos** más marcada, aunque este cambio no se produjo de forma brusca sino de forma gradual. La marcada estacionalidad habría diversificado los ecosistemas, más boscosos cerca de los ríos, donde crecían frutos frescos y más variedad de recursos a lo largo del año y la aparición de extensas sabanas en las zonas más alejadas. La presencia de esta **diversidad de hábitats** habría permitido la **coexistencia** de diversas especies mediante una explotación diferente de los recursos.

¿Yo soy un *Hominini*?

Nosotros pertenecemos a los mamíferos del orden de los primates, la familia de los *Hominidae*, a la tribu *Hominini*, el género *Homo* y a la especie *sapiens*. Nos identifica como si fuera nuestro nombre y apellidos.

Coloquialmente el término *hominido*, se utiliza para nombrar a los antepasados de los humanos, pero en realidad hace referencia tanto a los humanos como a los chimpancés y gorilas y a sus antepasados, sin incluir a los orangutanes ni gibones. (Figura 7)

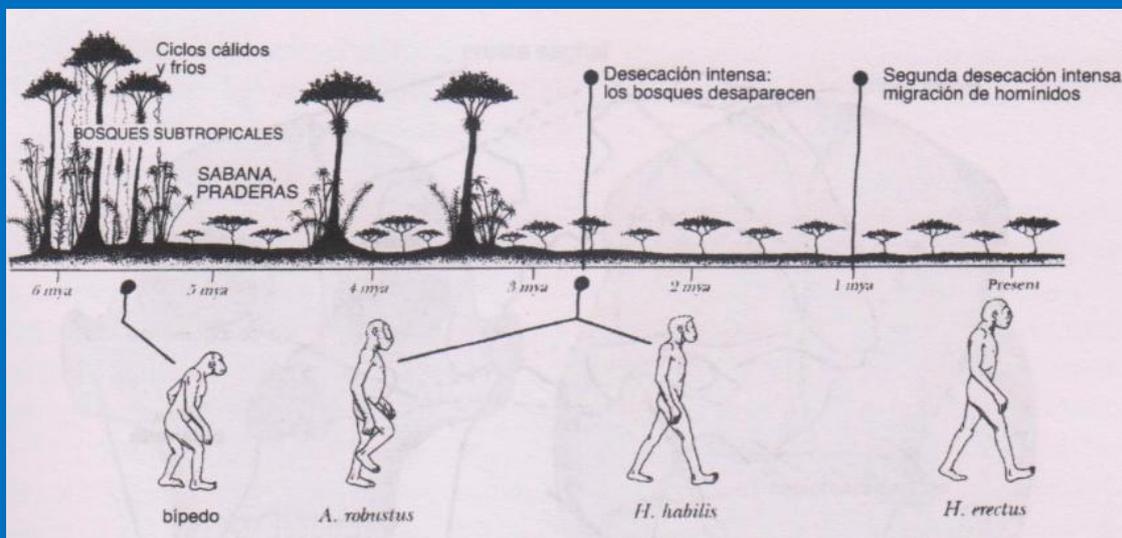


Figura 6. La evolución de los *Homininos* ocurrió de forma simultánea con los cambios climáticos.

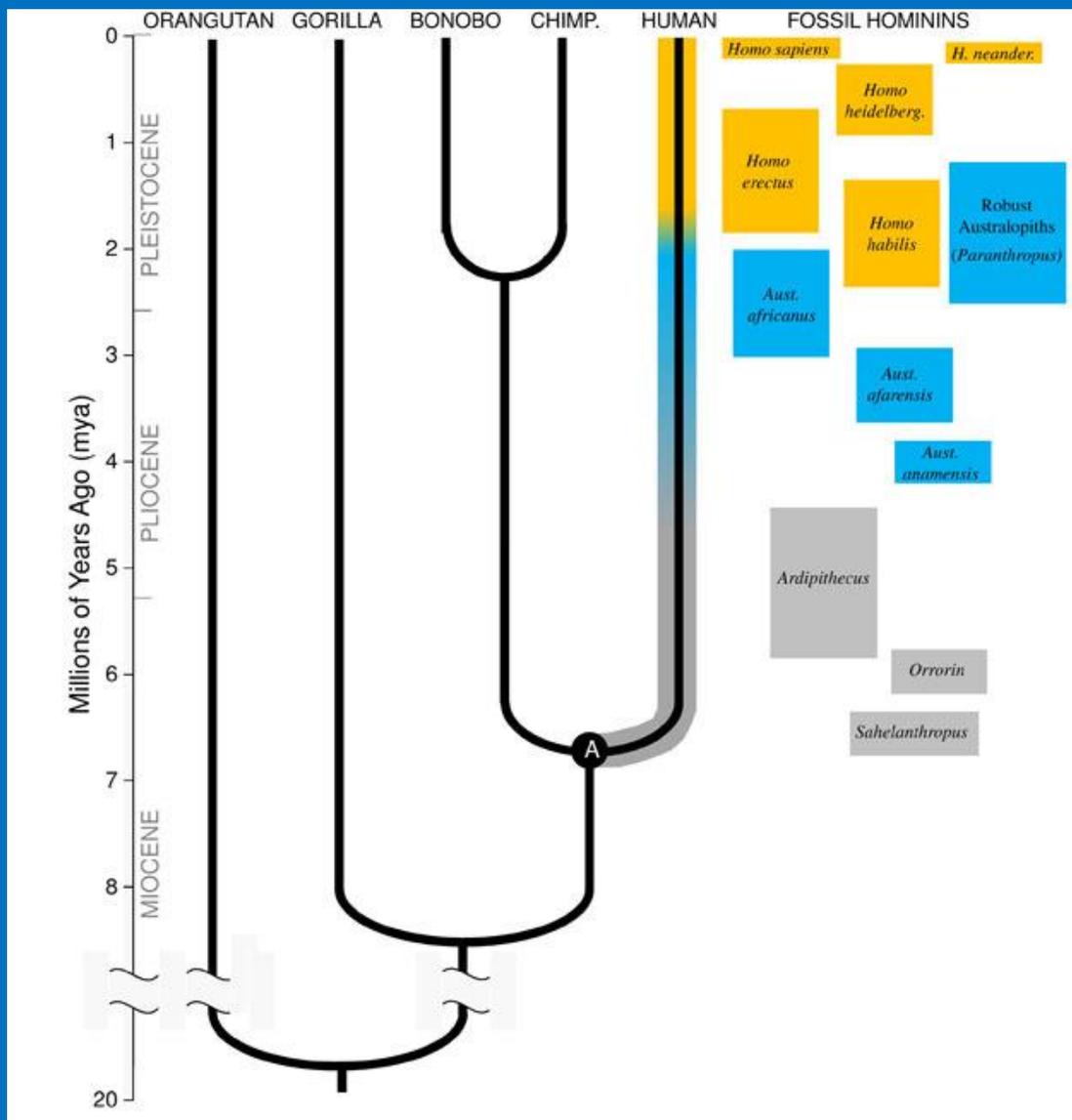


Figura 7. El árbol evolutivo humano. Se muestran las relaciones y los tiempos de divergencia estimada de los primates más próximos a los humanos. En la línea humana (resaltado) después de nuestro último ancestro común con los chimpancés y los bonobos (marcado "A"). Algunas especies de *Homíninos* fósiles se muestran en la columna de la derecha, con sus rangos de edades aproximadas; primeros *Homininos*: gris, *Australopithecus*: azul, *Homo*: naranja.

Adaptaciones alimentarias de los Homininos

Pasar hambre nos hizo más inteligentes

Seguramente habréis oído un millón de veces la frase: “Somos lo que comemos”, pero probablemente, no habréis escuchado tan a menudo la misma frase en pasado: “Somos lo que comimos”, que es igual de cierta y no hay que restarle importancia.

En la historia de la alimentación humana hay dos momentos clave. El primero fue la incorporación, en cantidad importante, de **productos de origen animal a la dieta**. Pero antes de que esto pasase, la comida de nuestros antepasados era casi exclusivamente de carácter vegetal, y no demasiado diferente a la de los chimpancés actuales, ya que la vida se desarrollaba principalmente en el bosque. En esta época en que nuestros antepasados vivían plácidamente en el bosque se produjo un cambio climático que provocó la progresiva pérdida de los bosques y el aumento de los ecosistemas abiertos, como por ejemplo, las sabanas. Ante la escasez de alimentos vegetales, tuvieron que incorporar alimentos de origen animal, aparte de vegetales, lo que permitió (*entre otros factores*) aumentar el tamaño del cerebro. Este hecho tan importante, tuvo lugar en África, hace 2,5 m.a. Aún éramos bastante parecidos a los chimpancés y no mucho más inteligentes, algo así como unos chimpancés bípedos.

El otro gran acontecimiento importante de la historia de la alimentación humana es muy reciente; se produjo hace unos 10.000 años. Se pasó de extraer el alimento de la naturaleza a producirlo directamente mediante la agricultura y la ganadería. Es lo que se conoce como la **Revolución Neolítica**. La aparición del Neolítico represento el inicio de la **extinción de los cazadores - recolectores** y el nacimiento de las ciudades y la era industrial en la cual se encuentra ahora la humanidad.

El modo de vida cazador – recolector ha sido el más exitoso en la historia del hombre.

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

Tabla 1. Cuadro comparativo de la procedencia de la dieta, consumo de energía y colesterol en sangre de diferentes modos de vida humanas. El consumo de energía señala el promedio adulto (hombres y mujeres); los datos del colesterol en sangre y el índice de masa corporal (IMC) se refieren a hombres. IMC saludable =18.5-24.9; sobrepeso=25-29.9; obesidad=30 o mayor.

El **modo de vida cazador-recolector**, es decir, aquellos que viven con los recursos que les ofrece la naturaleza, ha sido el **más exitoso** en la historia del hombre. Parece asombroso, pero con el desarrollo de la agricultura se produjeron muchos más periodos de hambre. *¿Cómo puede ser esto posible?*

El desarrollo de la agricultura no fue un camino de rosas, con ella se transmitieron enfermedades de los animales a los hombres, había épocas de las malas cosechas, aumentó la densidad de la población y con ello más probabilidad de contagio... Cosas que hicieron que desapareciera la seguridad que tenían en la alimentación los cazadores-recolectores. Se puede comprobar en la [Tabla 1](#), contrario a lo que pudiéramos imaginar, que los cazadores-recolectores no pasaban hambre, sino que tienen una dieta totalmente equilibrada.

La caza, la pesca y la recolección que hacemos ahora en los supermercados no se parecen en nada a la que hacían nuestros antepasados. Los animales ya están muertos y los frutos cogidos. Está claro que no gastamos las mismas calorías yendo a buscar “bolets” que comprando unas cuantas bandejas en el supermercado.

Inicio de la evolución: El Paraíso y la pérdida de los colmillos

Hace unos 5 m.a., a principios del Plioceno, el periodo que siguió al Mioceno, en la selva húmeda de Etiopia, habitaba ***Ardipithecus ramidus***. Estos, como el resto de los primates, estaban adaptados a vivir en zonas donde no existían variaciones estacionales. Este antepasado nuestro, no abandonaba nunca la selva. Su cerebro era como el del chimpancé actual (400cm³). Es posible que utilizaran algún utensilio, pero que no lo conservaran; lo abandonaban y volvían a buscar otro de nuevo cuando lo necesitaban. Tenía el cuerpo cubierto por pelo y sin glándulas sudoríparas, ya que el sudor en un ambiente tan húmedo como el de la selva, era totalmente ineficaz para refrigerar el cuerpo ([Figura 8](#)).

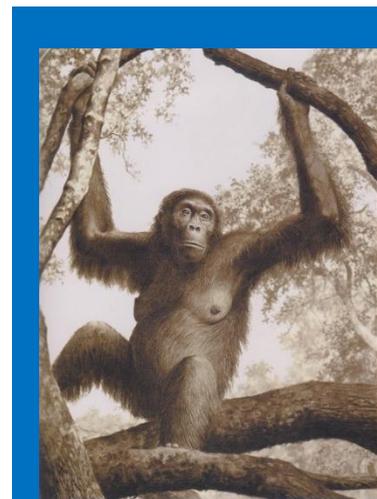


Figura 8. Representación de *Ardipithecus ramidus*.

La pérdida del canino permitió girar la cabeza de un lado a otro y poder empezar a moler alimentos más duros.

No hay muchas publicaciones sobre *A. ramidus*, pero se conoce bien cómo eran sus dientes. Los molares eran pequeños y de **esmalte fino**, como los chimpancés actuales. Se alimentaban en gran medida de fruta, vegetales blandos y algún que otro insecto o pequeño roedor. Pero en ellos se habían acumulado cambios genéticos a lo largo de miles de años anteriores. Ya presentaba

una dentadura propia de un *Hominini*, y eso fue lo que lo separó del resto de primates, lo que los hizo más humano. Su **aparato masticador**, según muestran los restos fósiles, se caracterizaba por poseer unos colmillos que apenas sobresalían del resto de los dientes.

¿Cómo es posible que la reducción del tamaño de los colmillos iniciara la evolución hacia nuestra especie? Imaginemos un grupo de simios de hace 5 m.a, en los que una serie de mutaciones (cambios en su ADN) produjo los cambios dentales que se han encontrado en el *A. ramidus*. En esa población existía una gran variabilidad genética, como en cualquier otra

población de seres vivos, y sobre esta variabilidad actúa la selección natural (véase en el [aparto 2](#)). Entre esos simios habría individuos con grandes colmillos, otros sin ellos y algunos con tamaños intermedios. A priori, parece que quedarse sin colmillos pueda suponer una desventaja frente a los demás. ¿Cómo pudo operar entonces la selección natural favoreciendo a los aparentemente más indefensos?

El progresivo deterioro del clima, obligó a estos *A.ramidus* a buscar otro tipo de alimento de peor calidad, más duros y de menos calorías: tallos, cortezas y raíces. Estos necesitaban mucho más trabajo de masticación para triturar esos alimentos y poderlos tragar. Las mandíbulas con colmillos, tienen delimitados los movimientos laterales, lo que se les hace muy difícil moler los alimentos. Cuando se dieron épocas de sequía, este grupo poseía una ventaja frente a los otros, podían masticar de forma más eficaz los nuevos tipos de alimentos más duros y secos.

Al cabo de unos miles de años más, todos los descendientes habían **perdido sus colmillos** y ya eran capaces de vivir en ambientes donde otras especies se extinguían.

La familia de Lucy, la oportunista

Si abrimos la ventana del tiempo, hace aproximadamente 2.5 m.a, durante el final del Plioceno, se produjo un importante **enfriamiento de la Tierra**. Este cambio, en el continente africano provocó que los bosques fueran substituidos, poco a poco, por la sabana ([Figura 10](#)). Los cambios climáticos progresivos y la aparición causal de mutaciones beneficiosas, permitieron que los *Ardipithecus ramidus* se transformaran a lo largo de m.a. en ***Australopithecus afarensis***. Entre ellos se encuentra la conocida “Lucy” y su familia ([Figura 9](#)).

Australopithecus es de gran importancia ya que podría ser el ancestro común de las formas robustas *Paranthropus* como de las formas gráciles *Homo*.

Su hábitat era muy variado, tanto como su alimento. Se movían entre el bosque húmedo y la sabana abierta. En ese momento, ya eran **bípedos** (a pesar de que el tamaño de su cerebro seguía siendo aproximadamente igual que el de un chimpancé) y podían explorar la

sabana en búsqueda de alimentos comiendo prácticamente toda clase de frutos maduros y las partes más tiernas de los vegetales.

Sus muelas, más robustas y un esmalte dental más grueso que el del chimpancé, indican que su alimentación estaba compuesta en gran parte por vegetales, pero que en su dieta también abundaban los **vegetales duros** que se encontraban bajo tierra (tubérculos, bulbos...) y granos y semillas duras. La tierra que se meterían en la boca junto con esos vegetales (se supone que aún no lavaban la comida) hacían rechinar los dientes y contribuían al desgaste de las piezas, lo que queda reflejado en el patrón de microestriación dental.

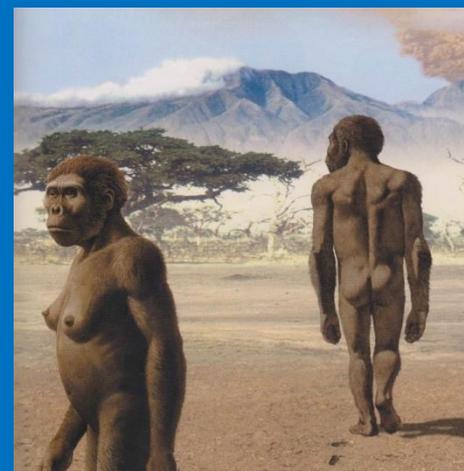


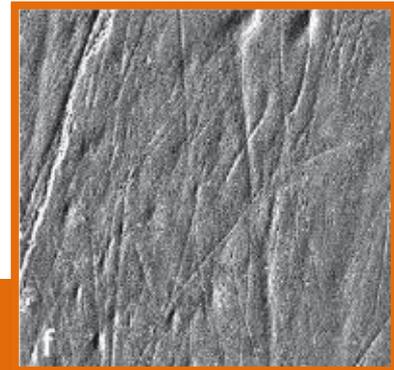
Figura 9: *Australopithecus afarensis*, aventurándose en la árida sabana. Los dos individuos representados se tratan de *Australopithecus afarensis*, especie que existió hace 3,5 millones de años. Dejaron sus huellas en el yacimiento de Laetoli en Tanzania.

Cabe destacar, que el desplazamiento que realizaba “Lucy” suponía un coste adicional de energía que no podía cubrir únicamente con vegetales. Por eso se supone que también comían huevos, reptiles, termitas o insectos, como hacen actualmente los chimpancés. Por lo que se convirtió en una especie **oportunista**. *¿Qué es ser oportunista?* Quiere decir que estos antepasados nuestros comían cualquier cosa que pudiesen encontrar o capturar. Si había nueces, comían nueces; cuando maduraban las frutas, se atiborraban de frutas; si encontraban un panal, se atracaban de miel. No se especializaron en comer un determinado alimento. Por lo que, diversos estudios proponen que habría explotado recursos de zonas boscosas, como frutos y hojas, y también recursos presentes en la sabana.



Figura 10. Comparativa entre el paisaje de la selva y el de la sabana. Abajo: se pueden observar 3 de los alimentos más comunes de cada uno de los dos hábitats. De izquierda a derecha; Sabana: hojas tiernas, moras, nueces; Selva: tubérculos, leguminosas y legumbres.

¿Qué alimentos nuevos se incorporaron en la dieta de los Australopithecus? Se han propuesto 3 clases: los granos secos y semillas duras, los piñones y avellanas, las nueces y otros frutos con cáscara dura, la cual cosa explicaría sus muelas robustas, y por último, los tubérculos, bulbos y raíces gruesas (no se trata de partes vegetales duras, pero si no se lavan contienen tierra que podía rallar el esmalte y desgastar rápidamente los dientes). Cabe destacar, que para acceder a ellos se tiene que cavar la tierra con un palo o un hueso.



➤ ¿Cómo es el patrón de microestriación dental en *A. afarensis*?

Se asemeja al Gorila del Camerún, al del chimpancé y papión de la sabana. *A. afarensis* explotaría recursos presentes en zonas cerradas como hacen los gorilas del Camerún, como hojas y frutos frescos a lo largo de todo el año. En la estación húmeda coincidiría con el chimpancé en el consumo de frutas. Durante la estación seca, consumiría recursos parecidos a los explotados por el papión de la sabana, incorporando a su dieta plantas fibrosas. Estos estudios podrían confirmar que *A. afarensis* fuese una especie oportunista. Sus recursos preferidos podrían haber desaparecido hace 3.5 m.a. con el cambio climático, haciendo que no se adaptaran a zonas más abiertas, donde la competencia de los recursos era más elevada. Los resultados indican que *A. afarensis* habría tenido una dieta homogénea, independiente de los cambios climáticos producidos.

Otra estrategia evolutiva: los Robustos

Hace unos 2.6 m.a. aparecieron las formas robustas de *Australopithecus*, a los cuales se les conoce con el nombre de *Paranthropus*. La característica más representativa de esta especie es que tenían un **aparato masticador muy desarrollado** (Figura 11). ¿Para qué lo necesitaban? Tradicionalmente se pensaba que esta especie se alimentaba de plantas duras y fibrosas de la sabana, lo cual deberían de haber dejado una marca importante en sus dientes, pero ¿Cuál ha sido la sorpresa? Que las pruebas no corroboran lo mismo.

Entonces, ¿Para qué tipo de recurso necesitas una gran fuerza masticatoria, sino es para alimentarte de recursos duros? Pues bien, se cree que esta especie presentaría adaptaciones al consumo de alimentos duros sólo durante la época seca, consumiendo el resto del año sus alimentos preferidos. La gran mandíbula de esta especie podría estar relacionada con la preparación del alimento.

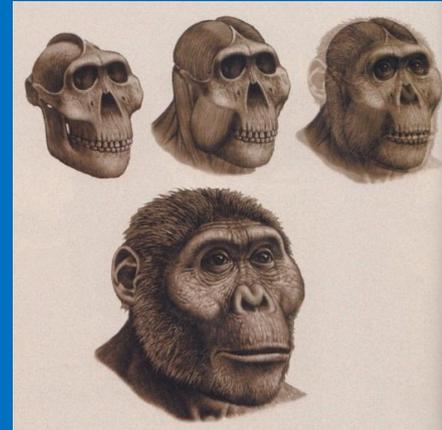


Figura 11. Representación de un *Paranthropus bosei*. Hominini que desarrolló un aparato masticador muy potente.

➤ Su patrón de microestriación dental

Los resultados muestran que *P.bosei* tiene menos densidad de microestrias dentales de las que se podría esperar en un principio.

¿Pero cómo puede ser que este hecho tenga tanta fuerza como para modificar el aspecto de *Paranthropus*? Pues la solución a este dilema podría estar en que el consumo de alimentos duros durante la estación seca fuese **crítico para la supervivencia**, teniendo la suficiente fuerza como para hacer cambiar el aparato masticador de *Paranthropus*. Las formas robustas desarrollaron una estrategia especialista, es decir, se adaptaron a un estilo de vida muy concreto.

La aparición de los primeros Homo: la carne y el aumento cerebro

Al iniciarse la época denominada **Pleistoceno**, hace 1.8 m.a, el mundo entró en un periodo aún más frío que los anteriores. Nos situamos en el mismo escenario de siempre: en el este de África. La aridez del clima favoreció que prosperara un tipo de vegetación hasta entonces desconocido, más propio de las zonas desérticas, llamada plantas C₄. **Suele exagerarse la proporción de animales en la dieta de los primeros Homo**, por lo que una de las técnicas que permite comparar animales con diferente tipo de dietas vegetales es el **análisis de isótopos estables**. Esto permite distinguir entre dietas basadas en

El cambio que se produce en las estructuras anatómicas para especializarse en explotar un alimento, diferente a los preferidos (más blandos en su dieta habitual), en un periodo corto de tiempo (la estación seca), se denomina la **Paradoja de Liem**.

Las plantas que utilizan la ruta fotosintética C₃ discriminan el carbono 13, lo que reduce la **proporción isotópica ¹³C/¹²C**. En contraste, las plantas que utilizan la vía fotosintética C₄ discriminan menos el ¹³C; están, por lo tanto, "enriquecidas" en ¹³C.

Es probable que el clima seco de África aumentara el número de plantas C₄ en relación a las C₃.

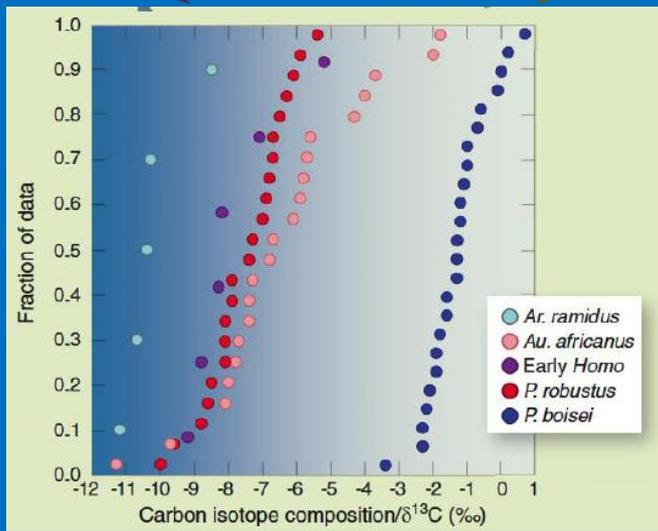


Figura 12. Proporción isotópica de carbono 13 en los primeros Homo. Arriba: Izquierda: *Ficus* planta de tipo C₃. Derecha: *Panicum*, planta de tipo C₄. Abajo: El sombreado más oscuro indica un mayor grado de consumo de la planta C₃.

plantas C₃ y dietas basadas en plantas C₄. C₃ y C₄ corresponden a dos rutas bioquímicas para la fijación del carbono en la fotosíntesis. Como se puede observar en la Figura 12, pese a que en África aumentara el tipo de plantas C₄, los primeros Homo consumían en mayor proporción plantas de tipo C₃, pero la incorporación aunque sea en pequeña cantidad del tipo C₄, les permitió colonizar el hábitat africano, cada vez más abierto y estacional. Pero, entonces, ¿Nuestros antepasados no consumieron carne? Sí, pero probablemente no en la cantidad que nos pensábamos en un principio. Cabe destacar, que el consumo de animales como fuente de alimento puede resultar también en un patrón isotópico de tipo ¹³C o ¹²C si las presas han consumido plantas C₃ o C₄.

De forma simultánea a las especies robustas, aparecen también en África los primeros representantes del género *Homo*, tenían el cerebro de 600-800 cm³ y unos dientes parecidos a *A.afarensis*, que limitarían el consumo de alimentos duros y abrasivos. ¿Qué mecanismo utilizo entonces *H.habilis* para poder alimentarse de los duros alimentos que ofrecía una África cada vez más árida? ¡Desarrollaron la tecnología!

El cambio gradual en la dieta se produjo gracias a la fabricación de herramientas que permitían manipular los alimentos

La utilización de herramientas líticas, fue un gran logro para la supervivencia, permitió a esta especie procesar el alimento fuera de boca y ampliar la cantidad de tipos de alimentos que consumían, entre ellos los de origen animal, en los ecosistemas cambiantes de África. Las herramientas de piedra afiladas permitían atravesar la piel de los animales cazados o la carroña y acceder a la carne. Los cráneos y los huesos podían aplastarse con

estos utensilios, lo que facilitó el acceso a tejidos nutritivos como el tuétano, una especie de lata de conserva de grasas, que están a disposición del que tenga un abre latas para abrirlo. La utilización de herramientas no apareció por primera vez en *H.habilis*, hay evidencias que ya eran utilizadas por *A.afarensis*, pero es a partir de 2,5 m.a. que su uso se

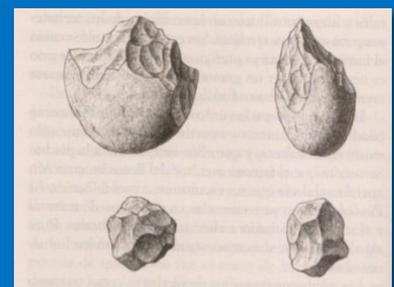


Figura 13. Primeros utensilios líticos. Son cantos y rocas tallados sin una forma estandarizada. El proceso de fabricación de estos instrumentos requiere secuencias de pocos golpes.

generalizó. Los humanos no somos los únicos animales que utilizamos instrumentos, los chimpancés también los usan.

El incremento en el **consumo de carne** de los primeros representantes del género *Homo*, es un gran debate de los últimos 50 años. En un ambiente donde los recursos vegetales tiernos y de más calorías escaseaban, la demanda energética de un **cerebro cada vez más grande** tendría que haber sido compensada con la ingesta de un alimento de mayor valor energético, que podría contener la carne o el tuétano. Cabe destacar, que el peso absoluto del cerebro para determinar la encefalización no se puede aplicar al género *Homo*, tener un **cerebro grande no garantiza tu inteligencia**, sino que el cerebro en nuestra evolución no solo aumentó sino que también se **reorganizó**. Por otro lado, el consumo de estos alimentos requería técnicas de caza y técnicas para poder extraer la carne o la médula ósea del animal. Este hecho, no solo implicaba el uso de herramientas, sino también desarrollar actividades de cooperación en la búsqueda de estos alimentos.

La versatilidad adaptativa de *Homo habilis* les habría permitido sobrevivir a lo largo del tiempo explotando **diferentes tipos de recursos, tanto de origen vegetal como animal**. Sin embargo, la abundancia de estos recursos a lo largo del año podría ser muy diferente y durante la estación seca podrían haber dependido de la explotación de recursos menos abundantes en las sabanas. Este cambio en la alimentación a lo largo del año podría suponer un estrés nutricional que quedaría reflejado en la aparición de las **hipoplasias del esmalte**. Así que los resultados obtenidos parecen reflejar cambios alimentarios como respuesta a los cambios climáticos anuales.

➤ ¿Cómo tenían los dientes los primeros *Homo*?

Su patrón de microestriación es similar a *A.afarensis* su ancestro y menos abrasivo que *H.ergaster* su descendiente. Este dato podría indicar una transición entre dietas asociadas a ecosistemas más boscosos (similares a los ocupados por *A.afarensis*) y a dietas asociadas a ecosistemas abiertas de tipo sabana (como los ocupados por *H. ergaster*) con la incorporación de recursos muy diversos que incluirían partículas más abrasivas. Por otro lado, la reducción del aparato masticador respecto a *Paranthropus* podría representar una adaptación a una **dieta omnívora**, más blanda, con la incorporación de alimentos de origen animal.



El cerebro de *Homo habilis*: un nuevo nivel de organización

No sólo aumentó el tamaño del cerebro, sino que el hecho más importante que se produjo con la aparición de los primeros *Homo* fue la **reorganización cerebral**. Se produjo un aumento de los lóbulos frontales y parietales, responsables del lenguaje y memoria con ello un **nuevo nivel de organización cerebral** apareció.



¿El carroñeo, la caza o el granivorismo, clave en la evolución humana?

La forma en que obtuvieron estos alimentos de origen animal, ya sea mediante la caza o por el carroñeo, sigue siendo un gran debate. Pero una cosa está clara, el incremento del procesado de la carne, está claramente relacionado con la aparición de los primeros *Homo* y la expansión de las sabanas. Es importante dejar claro, que esto no quiere decir, que dejaran de comer vegetales sino que incrementaron el porcentaje de carne respecto al consumido por sus antepasados. Por lo que, su dieta se fue convirtiendo cada vez más en **omnívora**.

Muchos autores no comparten la idea de que el carroñerismo fuese un paso intermedio entre los vegetarianos y los omnívoros, ya que seguramente no podrían competir con carroñeros especializados, como lo son por ejemplo, las conocidas hienas. *¿Y los chimpancés? ¿Se sienten atraídos por los cadáveres?* Quizá si esos datos fueran positivos podríamos extrapolarlos a nuestros antepasados, pero hasta el momento tampoco se han encontrado evidencias de carroñeo en chimpancés. Por la cual cosa, actualmente se cree que nuestros antepasados no fuesen en gran medida carroñeros, pero si se encontraban un cadáver después de días sin llevarse nada a la boca, todo era bueno.

Es de lo más probable que el consumo de carne fuese **ocasional**, ya que nuestros riñones no pueden metabolizar un elevado consumo de proteínas. También existe la creencia que nuestros antepasados podrían encontrar el aporte proteico en los alimentos de origen vegetal ricos en proteínas, como son las **legumbres**. El problema está, que muchos de estos alimentos son de difícil digestión o incluso tóxicos en crudo, como la judía blanca y las sustancias tóxicas de las legumbres se neutralizan mediante el cocinado.

Las hembras fueron fundamentales para la supervivencia de nuestra especie

Con *Homo habilis* convivieron unos cuantos miles de años los **Homo ergaster**, los primeros homínidos de nuestro tamaño. Estos ya eran **verdaderos cazadores**. De adulto, su cerebro habría alcanzado casi los 900 cm³ y su estatura llegaba a los 180cm. En su dentadura se observa una reducción en el tamaño de los molares y premolares y de los caninos e incisivos.

El carroñeo

Lo que cambió completamente las cosas fue la **aplicación en los huesos de una técnica desarrollada para las nueces vegetales**. Enseguida vieron que la sabana estaba llena de estas nueces animales tan nutritivas, sin que hubiese muchos animales que les hiciesen caso.

¿Qué relación tienen las semillas con nuestra evolución?

Nuestra primera muela, está mucho más cerca de la articulación de la mandíbula y el cráneo que la primera muela del chimpancé. Como se reduce el brazo de la resistencia en la palanca que hace la mandíbula con el cráneo, se consigue la misma fuerza en la mordedura con menos esfuerzo muscular, o se muerde más con el mismo esfuerzo. Esta es la razón por la cual podemos partir objetos duros con la boca cuando nos lo ponemos en las muelas de detrás. Los primeros *Hominini* tenían sin duda alguna la cara proyectada hacia delante como la de los chimpancés, y es posible que sus manos fuesen idénticas. *¿Qué hizo que cambiaran tanto? ¿A lo mejor un cambio de dieta hacia el granivorismo?*

Podemos imaginar que las tribus de *Homo ergaster*, vivían cerca de un bosque cerca de un lago o río, de los muchos que abundan en el este de África. Los machos de la tribu solían salir a cazar mientras que los más pequeños y las madres se quedaban en “casa”. Después de haber recorrido largas distancias intentando buscar alguna presa, los machos, más veces de las que pudiéramos imaginar, volverían al bosquesillo donde habían dejado a su familia, sin nada en las manos. La imagen clásica de la prehistoria del hombre cazador para la supervivencia de su familia y también en evolución de la especie humana, siempre se le ha atribuido una gran importancia, dejando de lado el trabajo que hacían las hembras del grupo. El tiempo que los machos iban a intentar cazar alguna presa, las hembras, se dedicaban a recolectar fruta, bulbos, tubérculos, insectos, reptiles... Por lo que, gracias a todas ellas, las veces que los machos volvían con las manos vacías, tenían algo que poderse llevar a la boca. Esto sugiere que, más que el macho cazador, lo importante para la supervivencia fue la **hembra recolectora**.

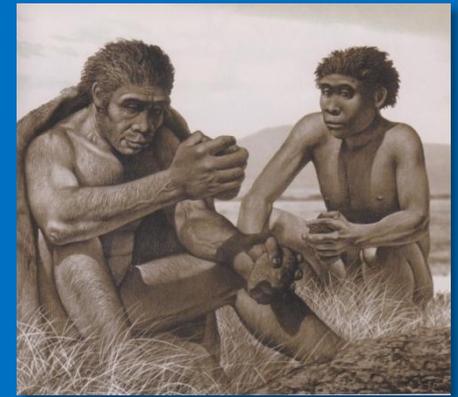


Figura 14. Representación de *Homo ergaster*.

➤ ¿Qué sabemos de los dientes de *Homo ergaster*?

Cabía esperar que *H. ergaster* tuviera un menor número de estrías en el esmalte de sus dientes, ya que se le atribuye una dieta básicamente carnívora y blanda, pero los resultados en microestriación dental muestran que *H. ergaster* tenía un mayor número de estrías que *H. habilis*, incluso mayor que *P. boisei* y que *A. afarensis*. Esto lo podríamos relacionar con el procesamiento de alimentos más abrasivos que se encuentran en las sabanas abiertas, debido a la creciente aridez de este periodo. El uso de una **tecnología lítica más compleja** y el **aumento del tamaño del cerebro** en esta especie podrían haber incrementado su supervivencia con la incorporación de recursos nuevos de origen animal y vegetal, aumentando la **complejidad de su dieta**. Además las diferencias con *Homo habilis* indican una coexistencia de las dos especies, donde cada una debería desarrollar diferentes estrategias para poder explotar un hábitat parecido. Este resultado, no excluye que la carne fuese importante en su dieta, con la ingesta de plantas y tubérculos fibrosos podrían haber incorporado partículas de arena y polvo aumentando las marcas en la microestriación dental y distorsionando los resultados.

La migración alimentaria de *Homo erectus*

Lo que come un animal determina la extensión de territorio que necesita para sobrevivir. Los animales carnívoros necesitan por lo general espacios mucho mayores que los herbívoros del mismo tamaño, debido a que disponen de menos calorías por unidad de área. *Homo erectus* con un tamaño corporal considerable y una dependencia mayor de los alimentos de origen animal, necesitaba más espacio.

Por otro lado, se observa un mayor número de estrías en los dientes de *Homo erectus* que en sus predecesores, por lo



Figura 15. El éxodo africano. *Homo erectus* fue el primer ser humano que salió de África hace 1.8 m.a.

que se concluye que este grupo de *Homininos*, al cual se le atribuía una dieta con un consumo de carne muy elevado. Contrario a lo que se pensaba, su análisis de microestriación dental no corrobora lo mismo. Un mayor número de estrías en los dientes significa que consumimos un elevado número de alimentos abrasivos, es decir, que dejan marca en los dientes, como por ejemplo, los vegetales. Por lo que, según este razonamiento, *Homo erectus*, no sería un gran consumidor de carne sino que se cree que tuvo una dieta más variada, es decir, **una dieta más omnívora**. Donde la carne representaba un porcentaje de los alimentos que ingerían pero no era el único ni el más importante que permitió el aumento del tamaño del cerebro.

Las formas africanas de *Homo erectus* son los ancestros directos de los **Cromañones**. Mientras que los europeos evolucionaron dando lugar a los **Neandertales**.

Sin embargo, **algunos *Homo erectus* permanecieron en África** y allí se desarrollaron de forma independiente. Su cerebro evolucionó en tamaño y complejidad y dieron lugar a la única especie que hoy puebla la Tierra, los *Homo sapiens sapiens*, es decir, nosotros mismos.

Sin duda, actualmente la cocina está de moda, pero si echábamos la vista atrás unos cuantos millones de años, también lo estaba. Como he comentado anteriormente, consumir alimentos de origen animal elevó el valor nutritivo de la dieta, pero este no fue el único factor que contribuyó a mejorar la calidad de la dieta que comían nuestros antepasados. *¿Y si el verdadero cambio que se produjo para mejorar lo que comían nuestros antepasados fue el cocinado de los alimentos?*

¿Cuándo empezó la cocina?

Algunos investigadores piensan que *Homo erectus* debió ser el primer *Hominini* en utilizar el fuego de manera controlada y el cocinado a fuego vivo. Según el registro fósil se ha encontrado pruebas del uso del fuego pero aún existen muchas dudas de si eran capaces de dominarlo. Puede ser que en un principio se usara de forma causal, producido por un rayo, y lo conservaran encendido aunque no pudieran hacerlo. El dominio del fuego parece ser una conquista del *Homo sapiens sapiens*, hace unos 400.000 años.



¿Qué ventajas tiene el fuego?

1. Permite aprovechar la energía de los carbohidratos, ya que el almidón crudo no es absorbido por el intestino.
2. Reduce el riesgo de infecciones microbianas.
3. Permite descongelar los alimentos.

¿Los Neandertales eran carnívoros?

Vivieron en Europa durante la última glaciación, tenían un **cerebro grande**, más grande que los humanos modernos, una fuerza muscular enorme y una **cultura compleja**.

Se creía, en un principio, que eran exclusivamente carnívoros y que cazaban grandes mamíferos; pero, gracias al estudio de los dientes de los Neandertales, se sabe que su **dieta era muy abrasiva**, ya que habrían consumido vegetales duros, abundantes en los periodos fríos, que habrían producido un elevado número de microestrias en el esmalte de los dientes (*estas microestriaciones las producen las partículas abrasivas que contienen muchos vegetales, los fitolitos, especialmente las plantas cactáceas frecuentes en zonas de clima frío*).

También sabemos que los Neandertales habrían **cambiado de dieta** entre los periodos más cálidos y los más fríos, ya que se ha observado que la densidad de estas estrías en el esmalte de los dientes aumenta significativamente en las épocas fría y disminuye en las cálidas. Por lo tanto, esto sugiere que durante muchos años fueron capaces de evitar las condiciones cambiantes del clima buscando en cada momento los ambientes más propicios y el alimento más adecuado.

Eran **cazadores muy hábiles**, porque la mayoría de animales muertos era adultos jóvenes, es decir, ejemplares que estaban en la flor de la vida, no las crías o los viejos. También conocían el **fuego** y cocinaban alguna de las partes del animal cazado.

La desaparición de los Neandertales es un gran misterio de la Prehistoria, dejaron este mundo hace aproximadamente 30.000 años.

Y aparecimos nosotros: Homo sapiens sapiens

Los seres humanos, como especie, procedemos de un pequeño grupo de antepasados que vivían en África hace unos 400.000 años. Hemos podido determinar con precisión nuestros orígenes mediante los estudios llevados a cabo sobre los genes de las mitocondrias (que provienen únicamente del óvulo materno, por lo que la herencia de este material genético es fielmente materno) y los polimorfismos del cromosoma Y.

Nuestros antecesores salieron de África hace 200 mil años aproximadamente, y totalmente preparados para resistir a cualquier situación desfavorable. La mayor parte de los últimos 100 mil años de nuestra evolución transcurrieron bajo un ambiente glacial. En estas condiciones climáticas disminuyen en gran parte los vegetales comestibles y aumento su dieta el consumo de carne y grasa de los herbívoros que pastaban en las tundras heladas de Europa.

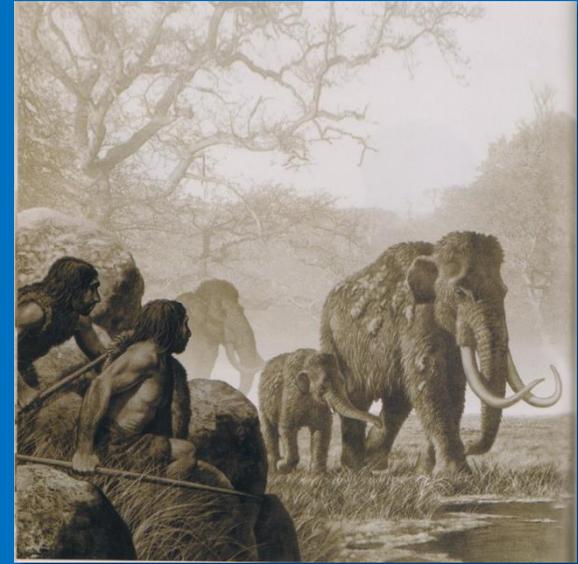


Figura 16. Los Neandertales. Vivieron en Europa hasta que fueron substituidos por humanos de nuestra especie.

Nuestros antepasados acumulaban en sus organismos los logros de millones de años de evolución. Habían conseguido superar todas las enormes dificultades a las que se tuvieron que enfrentar. Estos *Homininos* que permanecieron en África lograron adaptarse a casi todo: al sol abrasador, a la alimentación pobre en hidratos de carbono, el problema de parir a una cría con un cerebro enorme... Los cromañones fueron ampliando cada vez más su marco alimentario, pequeños mamíferos, aves, reptiles, marisco, conejos...

El **dominio del fuego y su utilización para el cocinado** de los alimentos pudo contribuir a una mayor encefalización, ya que permitió reducir, aún más, el tamaño del aparato digestivo (*véase más adelante*). Algunos autores atribuyen el crecimiento final de nuestro cerebro a este hecho. El cocinado neutraliza muchas toxinas, como sucede con las legumbres. Es realmente, un proceso que permite que parte de la digestión se realice fuera del cuerpo, sería algo así como una **pre-digestión**.

¿Qué cuesta un cerebro tan grande?

Llegar a un cerebro tan grande ha sido un proceso que ha llevado millones de años, aún así, se puede considerar un proceso muy rápido.

En dos millones de años de evolución se dobló el volumen cerebral desde los 450cm³ de *Australopithecus afarensis* hace 4 millones de años hasta los 900cm³ de *Homo ergaster*. ¿Cómo puede ser que nuestro cerebro evolucionara a tal velocidad? En apenas tres millones de años, desde "Lucy" hasta nosotros, su volumen pasó de 450 a 1300 cm³.

¿Para qué necesitaron nuestros antecesores un cerebro tan grande? El aumento del cerebro es una especialización como la de cualquier otro órgano, y la selección natural favoreció el crecimiento encefálico porque proporcionó ventajas de supervivencia y reproducción en el nicho ecológico de los *Homininos*.

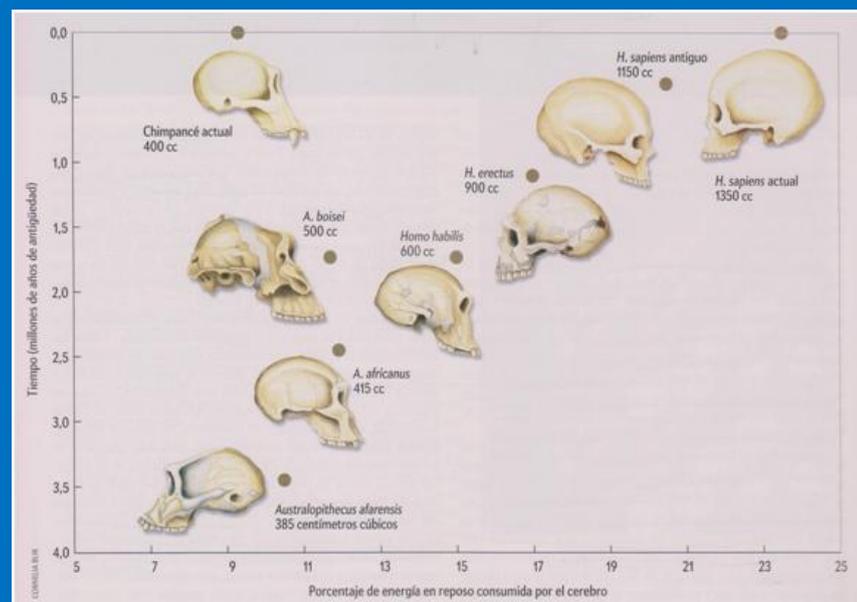


Figura 17. Gasto energético y evolución cerebral

El aumento del tamaño y complejidad del cerebro se acompañó de un incremento del gasto energético. En la figura se expresa en porcentaje del metabolismo basal.

El egoísmo del cerebro: un órgano costoso y caprichoso.

La evolución del cerebro solo fue posible por la adaptación de numerosas funciones al egoísmo del cerebro. Es un **tragón**, consume muchas calorías y posee una elevada tasa metabólica basal, que es lo mismo que decir en reposo. Consume entre un 20-25% de la tasa metabólica basal, en comparación del 8-10% que consumen otros primates. Para ello el gasto energético del resto de los órganos se ha tenido que reorganizar y aumentar la calidad de los alimentos. Además, el cerebro es muy **caprichoso** y exquisito en cuanto al combustible del cual obtiene energía; no le sirve cualquier cosa, solo consume **glucosa** y en casos de necesidad extrema, como por ejemplo, si llevamos varios días en ayuno, consume cuerpos cetónicos que provienen de las grasas. Por último, y sin duda alguna, es un órgano **complicado**. Tiene una gran complejidad molecular y morfológica, además, del lento desarrollo de nuestras crías y la energía adicional que tienen que invertir los padres, que es lo que en Biología se conoce con el nombre de la cura parental.

¿Cerebro o intestino? Una de dos

La cantidad de energía que un organismo puede introducir en forma de alimentos no es ilimitada. Esta energía se tiene que repartir entre todos los órganos de nuestro cuerpo, y si alguno de ellos necesita más de la cuenta, tendrá que quitárselo a otro. Entonces, si el cerebro gasta en exceso, **¿A quién le quitamos la energía?** Pues a un órgano que también sea un gran consumidor de energía, el **intestino**. (Figura 18)

La **teoría de Aiello y Wheeler** sostiene que la expansión del cerebro en la evolución humana se hizo a costa de la reducción del aparato digestivo. En este sentido, fue necesario que las fibras vegetales, de difícil asimilación, dieran paso a las proteínas animales. Así que la historia de la evolución humana se podría explicar, como una batalla entre la cabeza y el estómago. (Figura 19)

El intestino pudo reducirse a lo largo de la evolución porque su tamaño depende de la calidad de los alimentos que ingiera esa especie. Una alimentación de alta calidad es la que se digiere con facilidad y libera mayor cantidad de nutrientes y energía por unidad de trabajo invertida en digerirla. Una de las formas de aumentar la calidad de la alimentación es incrementar la cantidad de comida de procedencia animal. La energía ahorrada por la reducción del intestino en humanos permitió que el cerebro tuviera suficiente combustible para crecer.

¿Cómo se redujo el tubo digestivo?

Los herbívoros tienen tubos digestivos muy grandes y los carnívoros más pequeños. La explicación está en que los productos animales son más fáciles de digerir que la fibra de los vegetales. Los chimpancés, aparte de consumir mucha fruta, también comen bastante verdura y estas contienen mucha fibra. Por esa razón, el tubo digestivo de los chimpancés es más grande que el nuestro.



Figura 18. El único órgano metabólicamente costoso que podría reducirse es el intestino, de una manera: cambiando el tipo de alimentación.

Esto no quiere decir que el consumo de alimentos de origen animal redujese automáticamente el tubo digestivo y aumentara el tamaño del cerebro. Sino que, gracias al consumo de alimentos de origen animal, apareció un individuo mutante con un tubo digestivo más corto (y de metabolismo más barato), este mutante pudo sobrevivir, cosa que no habría estado posible con una dieta exclusivamente de origen vegetal. Y más tarde (o a la vez, no lo sabemos) un mutante de tubo digestivo más corto experimentó una cierta expansión cerebral, el metabolismo corporal no se desequilibró, ya que gastaba por un lado, pero ahorra por el otro.

Para poder acortar el tubo digestivo y reducir en consecuencia la superficie de absorción de alimento, se tiene que prescindir de la fibra y sustituirla por un alimento más fácil de asimilar y más energético.

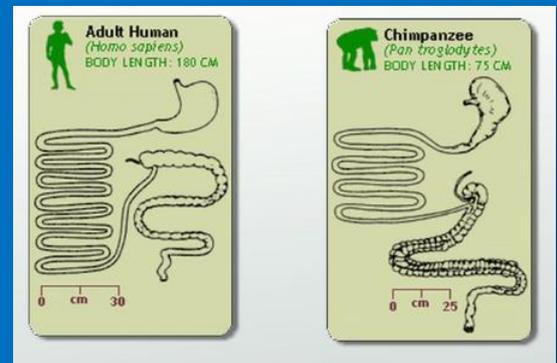
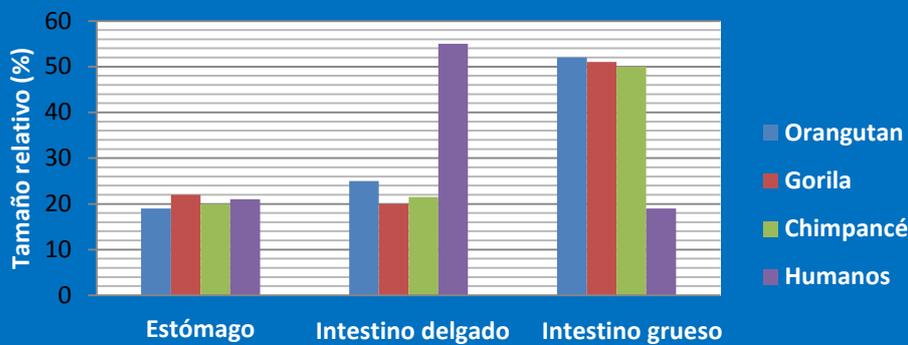


Figura 19: Comparación entre el aparato digestivo humano y el de otros primates. Se observa una gran reducción en el tamaño del intestino grueso en los humanos, lo que nos incapacita para digerir grandes cantidades de vegetales.

¿Fuimos mejores pescadores que cazadores?

El crecimiento del cerebro necesitó un aporte importante de ácidos grasos poliinsaturados (como por ejemplo el Omega 3 y el Omega 6), que son componentes fundamentales de las membranas de las neuronas, las que hacen funcionar nuestro cerebro y estos ácidos grasos son abundantes en los animales, en especial en los de origen acuático. Por ello, varios autores consideran que la evolución del cerebro ocurrió en un entorno acuático. Ya hemos comentado, que el origen del género Homo surgió en un entorno ecológico único, como el formado por numerosos lagos que llenan las depresiones del valle de Rift (Figura 20), dónde se encuentran las cuencas lacustres y los principales yacimientos paleontológicos con presencia de Homininos. Esto sugiere, que nuestros antepasados se adaptaron a un entorno litoral, a la orilla de los grandes lagos africanos. El pescado complementaba la carroña o la caza a veces escasa. Durante miles de años nuestros antepasados evolucionaron entre la sabana calurosa y extensiones de agua.



Figura 20: Lagos del Gran Valle del Rift.

¿Por qué la carne es importante para el cerebro?

Cuando nuestra evolución necesitaba un cerebro cada vez más grande, las primeras dificultades que tuvieron que superar nuestros antepasados fue adaptarse a explotar nuevos alimentos, entre ellos los de origen animal. Pero, ¿Por qué la carne es importante para el cerebro? ¿Qué tiene de especial? “El kit de la cuestión” es que en la carne encontramos la **vitamina B12**, la cual tiene un papel fundamental para mantener sano nuestro sistema nervioso. Algunas de sus funciones son: estabilizar la mielina que recubre el axón de las neuronas, en otras palabras, permite una buena transmisión de la información neurona a neurona y mantener la densidad neuronal y la memoria (Figura 21).

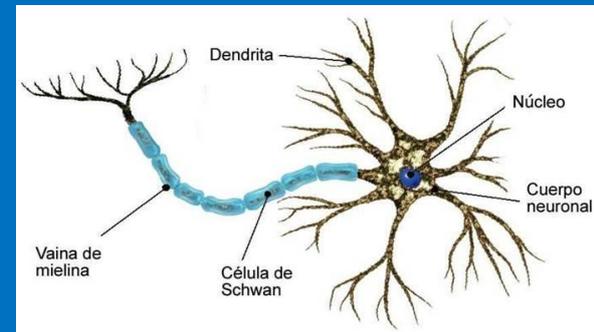


Figura 21: Representación de una neurona.

Estos cambios cualitativos y cuantitativos en la alimentación, que vinieron impuestos por las condiciones de los nichos ecológicos, tuvieron consecuencias importantes para el desarrollo de nuestro cerebro. La selección natural favoreció:

- 1) La alimentación más **omnívora** (incorporando la caza, la pesca y ocasionalmente la carroña) redujo el tamaño del intestino y empezamos a caminar sobre nuestras dos patas traseras (es conocido que la locomoción bípeda es menos costosa energéticamente que la bípeda), lo que también permitió tener más energía disponible para el cerebro.
- 2) La **reducción del aparato masticador** y los huesos mandibulares, lo que proporcionó más espacio en el cráneo para aumentar la masa cerebral. A pesar de ello, la fuerza masticatoria de *Homo*, por contradictorio que parezca, no se ha reducido. Mantenemos esta fuerza, gracias al grueso esmalte de los dientes que tenían nuestros antepasados y que conservamos en la actualidad.
- 3) El cambio de dieta, aportó una mayor cantidad de **ácidos grasos poliinsaturados**, un componente importante de las neuronas.

¿Por qué los animales carnívoros no han desarrollado grandes cerebros?

¿Por qué los grandes carnívoros, como el tigre o la pantera, que llevan muchos millones de años comiendo carne, no han desarrollado su cerebro? Sus cerebros no son especialmente grandes pese a llevar millones de años comiendo carne como elemento prácticamente exclusivo de su dieta, lo que no es el caso en los *Homininos* que, no lo olvidemos, son omnívoros y, por lo tanto, el consumo de carne, sólo representa una parte de su dieta.

¿Podemos afirmar que la carne hizo aumentar el tamaño de nuestro cerebro?

El curso de la historia depende de **pequeños acontecimientos** que se producen de tanto en tanto y algunas de ellas determinan el futuro. No solo el cambio de alimentación produjo un gran éxito adaptativo al nuevo ambiente africano, sino que el bipedismo, el comportamiento social cada vez más complejo, la fabricación de herramientas, el incremento gradual del

tamaño corporal y los cambios en la alimentación, formaron un **complejo adaptativo** que potenció la supervivencia y reproducción.

Para reflexionar: ¿Somos el resultado de la evolución?

Si la cinta de la vida se rebobinara, el planeta Tierra estaría ahora poblado por una variedad completamente diferentes de formas de vida, entre las que no nos encontraríamos nosotros. ¿Esta afirmación no os genera cierto miedo? Tan solo con imaginar el simple hecho de que si todo volviera a empezar no estaríamos aquí, causa una *terribilitis extrema*. Pero por supuesto, este experimento aún no es posible de realizar.

A pesar de esto, ¿No creéis que pensar que nosotros somos la única especie con grado de complejidad 10, tiene un elevado nivel de egocentrismo? ¿Qué entendemos por complejo? ¿Se ha producido en la historia de la vida un aumento de la complejidad? Hay claramente formas mucho más simples que la humana como por ejemplo, las esponjas o las medusas; ya que tienen elementos menos diferenciados. Pero, ¿Quién es capaz de decir que es más complejo un guepardo o un elefante? o ¿Un ser humano con un primate? Los seres humanos sólo podemos considerar más complejo nuestro sistema nervioso central.

¿Podríamos medir el grado de complejidad mediante diferencias genéticas? Parece un método, a priori, bastante sensato; pero estudios corroboran que solo existe un 1% de diferencias genéticas entre nosotros y un chimpancé, por lo que son muy insignificantes pero también son muy importantes porque ese 1% nos hace ser diferentes.

¿Quién nos iba a decir a nosotros que un cambio climático que tanto perjudicaba a los *Hominoideos* iba a comportar la aparición de un tipo de primate bípedo que más adelante daría lugar a una especie, la nuestra, que poblaría todo el mundo?

La evolución de las especies está sometida a la influencia de tal cantidad de factores que su futuro es impredecible, ya que todo es posible. Ninguna forma de vida puede considerarse superior a las demás, porque ninguna está a salvo de la extinción. De esta forma entonces, podemos concluir que la evolución es fruto del azar, del caos y que no hay leyes...Hablo de esas leyes que nos gustan tanto a los científicos...

¿La especie humana está en la cima de la evolución?

Cuando se estudia la evolución humana tenemos tendencia a pensar que hay algo que es especial en nosotros y que el proceso evolutivo ha culminado en nosotros destacando por encima de los otros seres vivos. Pero, nuestra evolución dentro del grupo de los primates no nos permite decir que somos la cima de la evolución. Un primate con caracteres más especializados que nosotros, puede ser mucho más eficiente en la realización de múltiples actividades que nosotros no podemos hacer y tampoco podemos decir que no sean inteligentes. Todas estas capacidades cognitivas actuales del hombre, han evolucionado porque nos confieren ventajas reproductivas y de supervivencia respecto a otras especies. Si no fuese así no las tendríamos. Pero esto no quiere decir que estemos "más evolucionados" que cualquier otra especie actual.

LA ENTREVISTADA ES...

Adriana Hernández Aguilar



Es antropóloga evolucionista, actualmente investigadora en CEES. Su investigación se centra en la ecología del comportamiento de los chimpancés que viven en uno de los hábitats más secos, más abiertos, y con más estacionalidad para la especie (Ugalla, Tanzania). Utiliza técnicas ecológicas y arqueológicas para estudiar estos simios para comprender cómo su comportamiento difiere de la de los chimpancés que viven en hábitats más húmedos, y para modelar las adaptaciones de homínidos (nuestros antepasados) a los hábitats secos similares. Ha estudiado en Ugalla desde 1998. Antes de unirse a CEES era una becaria posdoctoral en la Universidad de Cambridge (Leverhulme Centro de Estudios Evolutivos Humanos). Recibió su doctorado en la Universidad del Sur de California en Los Ángeles, EE.UU., y su licenciatura en la Escuela Nacional de Antropología e Historia en la Ciudad de México.

HABLAMOS DE...

SU INVESTIGACIÓN

Ana González: ¿Por qué decidiste dedicarte a estudiar a los chimpancés de la sabana? ¿Qué tienen de especial?

Adriana Hernández: Lo que yo trataba de entender era a los chimpancés como modelo para estudiar la evolución humana en un tipo de hábitat parecido al que nosotros evolucionamos. Para eso los chimpancés de sabana, son ideales, porque el hábitat donde ellos están guarda muchas similitudes al que se ha reconstruido para los primeros homínidos.

AG: ¿De qué manera consigues estudiar a una especie salvaje, como la del chimpancé, que no está acostumbrada a la presencia de los seres humanos?

AH: De hecho, en realidad nunca los hemos estudiado, como los ves en *Discovery channel* o otros programas de naturaleza, porque los chimpancés de sabana existen en un porcentaje mucho menor que los chimpancés de la selva, por lo que es muy difícil acostumbrarlos a la presencia humana. Incluso en los bosques húmedos tienen que seguirlos durante varios años para confiar en los humanos. En la sabana es mucho más difícil, de hecho, hay solamente una

comunidad de chimpancés en Senegal que es la única de sabana que está habituada, y de hecho, es también porque donde viven es muy plano, por lo que es relativamente más fácil seguirlos, además, viven cerca de gente, por lo que están un poco más acostumbrados a ver gente. Los chimpancés a los cuales estudiamos nosotros de Ugalla, aún no se han habituado, estamos con el proceso de habituación y todavía no los podemos seguir todo el tiempo, no nos toleran que nos acercamos demasiado. Si ellos están muy arriba del árbol y nosotros abajo nos toleran más que si ellos están abajo también. Todas las cosas que sabemos de ellos, es a través de evidencia indirecta. Estudiamos las camas (nidos) que se hacen todos los días, recolectamos las heces para extraer ADN y para saber que están comiendo, extraemos el pelo de los nidos para hacer diferentes análisis... De hecho, nunca antes un investigador había hecho un estudio a largo plazo en Ugalla, yo fui la primera que lo hice, y nunca conseguí ver un chimpancé hasta un después año.

AG: ¿Qué comportamientos se han descubierto del chimpancé, que se creían exclusivamente humanos?

AH: Uf, es una lista muy grande. De hecho, en una de las clases que doy, a mi me gusta empezar haciendo que los estudiantes me den su lista de cosas que ellos creen que son exclusivamente humanas y al final del curso revisamos esa lista a ver si esas características todavía les parecen únicamente humanas o no. Una de las cosas que los chimpancés han hecho desaparecer como exclusivamente humanas es la habilidad de hacer y usar herramientas. Esto es importante, ya que su uso definía a humano, de hecho, el primer homínido que se llamo *Homo*, el *Homo habilis*, precisamente fue así porque tenía la habilidad de hacer herramientas. Por lo que o se tendría que cambiar el concepto de herramienta, incluir a los chimpancés como humanos o redefinir el concepto de humano. Y no las usan únicamente los chimpancés, también lo hacen muchos otros primates.

AG: ¿Y crees que podríamos incluir a los chimpancés como humanos? O ¿No, nos interesa?

AH: Lo que pasa es que los humanos siempre buscamos alguna cosa para apartarnos del resto de los animales, entonces siempre hay algo. Por ejemplo, si ya hay alguna publicación donde se corrobora que hay simios que hacen el idioma de los sordos o que fabrican herramientas, habrá que buscar otra cosa que nos diferencie del resto. Y cada vez la lista, se va haciendo cada vez más y más pequeña. Para mí la cuestión no es si los incorporamos como seres humanos o no, sino que debemos tratarlos como seres inteligentes que son. Pero sí es cierto que compartimos con los chimpancés muchas más cosas de las que nos podemos imaginar.

AG: ¿Cuál ha sido el descubrimiento más importante, en tu trabajo como investigadora?

AH: El uso de herramientas para desenterrar tubérculos del suelo. Hay muchos investigadores que creen que el consumo de carne fue fundamental para que apareciera el ser humano pero otros piensan que fue efectivamente, el consumo de estos órganos subterráneos de almacenamiento (como por ejemplo, las patatas). Es un alimento seguro, porque cuando un grupo sale a cazar muchas veces regresan con las manos vacías. Sin embargo, cuando regresan al campamento las mujeres han recolectado frutas, tubérculos... y es eso lo que comen. Se le

atribuye a la carne muchas cualidades para que nuestro cerebro pudiera aumentar de tamaño pero los tubérculos también aportan muchos nutrientes.

AG: ¿Y qué te gustaría descubrir en un futuro?

AH: Esta es una pregunta difícil, yo creo que lo que me gustaría descubrir en el futuro es que aún mantengamos la misma cantidad de chimpancés que existen ahora. La selva está desapareciendo, los humanos talan los árboles para hacer agricultura y destruyen el hábitat. El chimpancé es una especie de la que nos quedan muchas cosas por ver, hemos aprendido muchas cosas de ellos en los últimos 60 años, pero nos quedan tantas otras... Ya que si estudias los chimpancés de una zona, no vas a saber todo sobre los chimpancés de otros lugares, ya que tienen comportamientos muy diferentes. Entonces, en realidad se necesita estudiar a los chimpancés en muchísimos lugares. Por lo que, me gustaría descubrir en un futuro es que aún existieran chimpancés que ver. De hecho, hay una investigación que señala que si los investigadores están presentes en las zonas donde habitan los chimpancés u otros primates, el impacto de la gente local a este lugar es menor.

AG: ¿Actualmente en que líneas de trabajo estas colaborando?

AH: La línea principal que ya llevo un tiempo haciendo es estudiar a los chimpancés de sabana, ecología comportamental. Intentamos entender cómo funciona el hábitat, como por ejemplo, la disponibilidad de comida, como fluctúa en el tiempo y en el espacio en un hábitat de lo que nosotros llamamos sabana, como la del Serengueti, pero existen diferentes tipos. La vegetación siempre verde existe solo a lo largo de los ríos que constituyen alrededor del 1-5% del hábitat. En la estación de seca, aún se reduce más este porcentaje. Es importante decir, que es un lugar muy marcado por la estacionalidad, donde hay 6 meses de seca, donde alguno de los alimentos que comen disminuye y tienen que viajar más para obtener los alimentos que necesitan. Eso es lo que pensamos, pero como son tan difíciles de seguir, esta conclusión la obtenemos analizando las heces para poder obtener las semillas, pero esto solo nos da una parte de lo que están comiendo pero si comió otra cosa que era más fácilmente digestible, no se encuentra ningún rastro en las heces. Lo que nosotros sabemos de la dieta del chimpancé de sabana es solo una parte de la película. Por ejemplo, los hemos observado comiendo flores que no dejan rastro en las heces.

Otra de las líneas en las que trabajo es lo que se conoce con el nombre de arqueología de primates. Presentamos en un artículo en Nature del 2009, donde propusimos que se abría una nueva disciplina que se llama Arqueología de primates, porque como estábamos discutiendo antes, la Arqueología se consideraba puramente humana. Pero, a medida que hemos ido estudiando a los chimpancés hemos visto que también dejan un registro arqueológico. De hecho, hay un español que trabajo en la selva de Thai, Julio Mercader, que descubrió que las herramientas que los chimpancés están utilizando para cazar tienen más de 4000 años de antigüedad, por lo que, crean un registro arqueológico. Y no solo los chimpancés, también otros primates que cascan nueces con piedras y dejan esas piezas para el registro arqueológico. Y también hago ahora un poco de conservación y ecología comportamental en otros primates.

LOS CHIMPANCÉS, LA CARNE Y EL CEREBRO

AG: Hoy en día, existe un gran debate acerca de lo que nos hizo ser humanos, si fue el consumo de carne, la caza, el carroñeo,... En base a tu experiencia, ¿Qué crees que fue fundamental para que nuestro cerebro creciera más que cualquier otro órgano de nuestro cuerpo?

AH: Yo creo que fue el uso de herramientas. Toda la habilidad que se necesita para verlas para tomarlas, para buscarlas... Aunque es difícil separar un elemento comportamental único que puedo dar lugar al aumento el cerebro. Lo más probable es que fueran muchísimos elementos al mismo tiempo interactuando entre ellos. Pero, yo creo que precisamente el más importante fue el uso de herramientas. Hemos podido inferir que nuestros ancestros y los del chimpancé ya utilizaban herramientas, pero eran herramientas percederas que no pasaban al registro arqueológico pero el hecho de utilizar herramientas se ha hecho cada vez más complejo entre los chimpancés. Por lo que, creo que lo que ayudo al desarrollo del cerebro en los homínidos fue precisamente el uso de las herramientas.

AG: ¿Crees que el cerebro de esta población de chimpancés, que viven en un hábitat marcado por la estacionalidad y una larga temporada seca y dura, muy parecido a la que se enfrentaron nuestros antepasados, con el paso de millones de años, también podrían experimentar un aumento de tamaño?

AH: Esto es muy difícil de predecir, porque la evolución tiene múltiples direcciones. Lo que paso en nuestra evolución fue el resultado de muchísimas cosas al azar, que a lo mejor no se presentan en los chimpancés. Pero ahora sabemos, en este momento, que tanto los chimpancés que viven en la sabana como los que viven en los bosques, no han desarrollado ningún aumento de su tamaño cerebral. Aunque esto no quiere decir que en los de sabana, donde el hábitat es mucho más difícil e impredecible pudiera hacer enfrentar a los chimpancés a las condiciones como las que nos enfrentamos los homínidos en ese mismo hábitat. Pero no lo puedo predecir (risas).

AG: Cada vez más estudios parecen indicar que no existen tantas diferencias entre chimpancés y humanos como solemos pensar. Por ejemplo, los avances en genética nos han permitido descubrir que tenemos el 99% de nuestros genes idénticos al del chimpancé. ¿Por qué crees que el cerebro de los chimpancés no se ha desarrollado tanto como el nuestro?

AH: Es difícil decir que el cerebro de los chimpancés no se ha desarrollado tanto como el nuestro, porque ellos pueden hacer muchas cosas que nosotros no podemos hacer y nosotros podemos hacer algunas cosas que tampoco ellos pueden hacer. Entonces, no es tanto la diferencia del cerebro, sino que han tenido diferentes presiones evolutivas a lo largo de la historia y la evolución no tiene una única dirección. No es que siempre es que este yendo hacia la misma dirección, la de tener un cerebro grande, a lo mejor, tener el cerebro que tenemos ahora no es bueno porque nos estamos cargando el planeta, a lo mejor llega un momento en el que deja de ser adaptativo.

AG: ¿Cuál es la dieta que tienen los chimpancés de la sabana? ¿Es muy diferente a la que siguen otras poblaciones de la misma especie de la selva húmeda? ¿Se asemeja a la que tenían nuestros antepasados?

AH: Contrario a lo que pudiéramos haber pensado al principio, las diferencias no son tan extremas. Por ejemplo, los chimpancés son en mayor proporción frugívoros, pero también omnívoros, a pesar de que el mayor porcentaje de su dieta sea la fruta. Esto también se conserva con los chimpancés de sabana. Lo que pasa, es que estos tienen un problema mayor para encontrar la fruta, porque hay una estación de seca muy larga, hay que buscar la fruta en muchos más lados que los chimpancés de bosque húmedo. Localizar fruta que este madura es mucho más difícil en una sabana que en un bosque húmedo. Aunque en un bosque húmedo, también es difícil porque hay muchísimas especies diferentes, hay que saber cuándo dan fruta los árboles, cuando tienen hojas tiernas que puedes comer... Hay que tener en cierta forma, un conocimiento de fenología de las plantas. Pero en la sabana, esta búsqueda de fruta es todavía más complicada. Ahora, la sabana da recursos que no tenemos tanto en el bosque húmedo, por ejemplo, las semillas de los árboles del bosque de biombo de la vegetación caducifolia. En la zona donde yo trabajo, la vegetación de biombo es la mayoría del hábitat y hay especies que dan sus semillas, lo que es una fuente muy buena de alimentación en un periodo relativamente corto del año pero son muchísimas semillas, y las semillas tienen muchísimas proteínas. Entonces los chimpancés las aprovechan para comer. Este recurso no existe en la selva. También hay más órganos subterráneos de almacenamiento donde hay muy pocos en el bosque húmedo.

Ahora cual es la diferencia con lo que hubieran podido comer nuestro antepasados. Por estudios de isotopos, sabemos que comían más plantas que tenían un origen de carbono 4 que de carbono 3. Esto significa que comían más pasto o animales que comían pasto, porque la huella del isotopo es la misma. Entonces, esa es una de las diferencias que se creen que había entre la dieta de los chimpancés y los primeros homínidos. Es posible que también comieran mucha fruta, semillas y termitas. De hecho, las herramientas que se han encontrado en el registro arqueológico que datan de 1.8 millones de años las utilizarían para acceder a las termitas. Tanto en la estación de seca o de lluvia, las termitas se convierten en una fuente muy importante de proteínas.

AG: ¿Los chimpancés cazan?

AH: Sí, cazan. Les encanta la carne, es muy importante. La intercambian por favores. Les sirve a los machos para obtener una jerarquía más importante y poder llegar a ser macho dominante del grupo, también les sirve para intercambiar sexo con las hembras. Es una moneda muy importante. En los chimpancés solo existe una evidencia o dos de carroñeo, porque es difícil. La carne está en la sabana, hace calor y se descompone con facilidad. Muchos autores creen que en nuestros antepasados coexistió la caza junto con el carroñerismo. Pero, yo creo que cazaron animales primero, ya que observando a los chimpancés, se ve que les da cierto respeto los cadáveres ya muertos.

AG: ¿Podemos extrapolar el comportamiento observado de los chimpancés de la sabana para comprender mejor el de nuestros antepasados humanos?

AH: Sí, definitivamente. Hay muchos investigadores que se han planteado esto desde hace muchísimo tiempo, y de hecho, los chimpancés siempre han sido muy sexys para la gente que quería encontrar a un primate como modelo de la evolución humana. Lo que ocurre es que es muy difícil estudiarlos en este hábitat. No es el interés lo que ha frenado los estudios del chimpancé de sabana, sino las dificultades logísticas.

AG: ¿Qué comportamientos tuvieron nuestros antepasados que no tienen los chimpancés?

AH: Esta pregunta es difícil de responder, porque los comportamientos que tuvieron nuestros antepasados no lo podemos inferir con gran certeza. Lo que si podemos decir es lo que creemos con más probabilidad que hicieron, por ejemplo, seguramente antes del descubrimiento del fuego, dormirían en los arboles con camas, igual que lo hacen los chimpancés. Los chimpancés no pueden tener la misma capacidad para transportar herramientas que los primeros homínidos, ya que no son bípedos. Esto disminuye el transporte a largo plazo y a largas distancias.

AG: Una de las estrategias evolutivas del hombre ha sido la cultura. ¿Los chimpancés también tienen cultura?

AH: Depende de cómo definas cultura. Con la definición de cultura nos paso exactamente que con la definición de humano. Si definimos cultura como un comportamiento diferente en distintos grupos de la misma especie, existe en chimpancés. Los chimpancés de una zona tienen herramientas diferentes a los chimpancés de otras zonas. Pero también tienen símbolos de comunicación diferentes. No sería tan fácil sacar a un chimpancé de Gombe y ponerlo en la selva de Taï. Para tener cultura, es necesario que alguno de los individuos innove o descubra algo. Los chimpancés innovan y esto lo transmiten al resto, copiando el comportamiento, formando parte de la cultura de ese lugar, otras veces puede ser que desaparezcan.

CIENCIA Y SOCIEDAD

AG: ¿Crees que la sociedad en general piensa que la ciencia es cultura?

AH: Sí, yo creo que la gente, en general, piensa que la ciencia es cultura

AG: ¿Qué diferencias resaltarías respecto al interés en ciencia de la población de Noruega y de España?

AH: En general la población no tiene demasiado interés en ciencia. Comparado con los recursos económicos que tiene España invierte más en ciencia que Noruega

AG: Parece que en España no conseguimos hacer llegar la ciencia a la sociedad, ¿Qué crees que se está haciendo mal? ¿Se te ocurre alguna manera de solucionarlo?

AH: Yo creo que el primer lugar donde hay que actuar es en las escuelas y la segunda cosa que hay que hacer es en la familia.

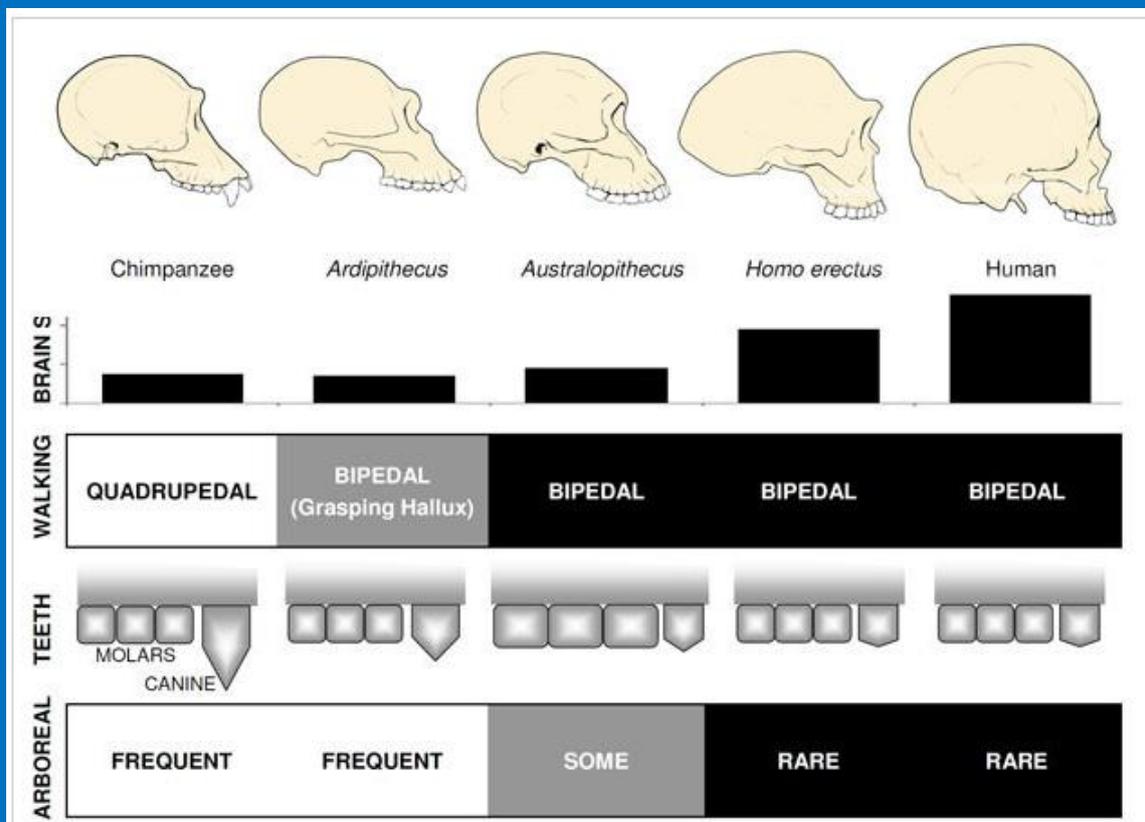
AG: ¿Por qué es el periodista y no el científico especializado en una disciplina, el que escribe las noticias sobre ciencia?

AH: Yo creo que es una cuestión de tiempo. Hay muchos investigadores que se dedican a escribir y a difundir ciencia...

AG: ¿Un consejo a un joven científico?

AH: Paciencia y no darse por vencido. Sobre todo que lo que hagan lo amen.

Anexo: Comparaciones anatómicas de Chimpancés, los primeros Homininos, Australopithecus, Homo erectus y los humanos.



Bibliografía

- 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. Memoria 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. (Noviembre 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, Estebanz 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, Estebanz 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).

Crédito de imágenes

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

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>

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

