Neuroevolución Cocinada

Jorge Laborda

Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Medicina, Universidad de Castilla La Mancha. Calle Almansa 14, 02006 Albacete. Email: Jorge.laborda@uclm.es

RESUMEN

El empleo del fuego para cocinar los alimentos pudo ser un factor determinante para un cambio de dieta que posibilitó la evolución del ser humano moderno a partir de homínidos más primitivos. El cocinado de los alimentos produce profundas modificaciones que permiten mayor digestibilidad y aprovechamiento calórico de los mismos; aumenta la cantidad de calorías útiles extraídas de los vegetales, y permite una superior digestibilidad de las proteínas de la carne sin necesidad de una larga masticación, o de un sistema digestivo especializado en su digestión, como el de los animales carnívoros. El empleo del fuego para cocinar los alimentos permitió un conjunto de adaptaciones que condujeron al crecimiento rápido del cerebro gracias a la reducción del volumen mandibular y de nuestro sistema digestivo. Estas adaptaciones han conducido igualmente al insólito hecho en la naturaleza de que el ser humano no puede nutrirse adecuadamente a base de alimentos crudos. La humanidad ha cocinado su propia evolución y, como consecuencia de ello, no puede pasarse de la cocina.

INTRODUCCIÓN

La mitología griega relata que Prometeo robó el fuego escondido por Zeus y lo cedió a la humanidad. Como castigo, Zeus lo ató a una roca en la que cada día un águila le devoraba el hígado, el cual crecía de nuevo durante la noche para ser devorado al día siguiente, en un infernal e interminable ciclo (la mente enferma y, no obstante, creadora de estos mitos hubiera sido un gran material de estudio para algún psicoanalista).

Existen numerosos mitos similares en otras culturas primitivas. Hoy, sin embargo, gracias al conocimiento científico, podemos preguntarnos si es cierto que supuestos ladrones del fuego lo cedieron a la humanidad, o lo cedieron, en realidad, a los ancestros de lo que más tarde se convertiría en humanidad. En otras palabras, podemos preguntarnos: ¿existía ya la

humanidad cuando esta comenzó a controlar el fuego, o fue el control del fuego lo que nos convirtió en humanos?

La idea defendida por Richard Wranghan en su libro: *Catching fire. How cooking made us human (atrapando el fuego. Cómo cocinar nos hizo humanos)* es que, sin la ayuda del fuego, el ser humano no hubiera podido desarrollar un cerebro grande y una inteligencia superior. Esta idea, adicionalmente documentada desde el punto de vista molecular y genético por el autor de este capítulo, es la que voy a defender en los siguientes párrafos.

Unas palabras sobre la evolución humana

La mayor transformación acaecida en la evolución humana fue la aparición del género *Homo*. Hasta entonces, hace 2,6 millones de años, los homínidos, del género *Australopiteco*, eran mucho más parecidos a los simios actuales que a los humanos y no utilizaban herramientas. A partir de esa época, comenzaron a trabajar la piedra para fabricar diferentes armas o útiles. Apareció el *Homo habilis*.

Hace 1,9 millones de años surgió otra especie de homínido: el *Homo erectus*. *Homo erectus* pierde las características anatómicas que hacían de *Homo habilis* un animal aún arborícola. *Homo erectus* se parece ya bastante a *Homo sapiens* y podría vestirse perfectamente en Zara o en el Corte Inglés. El cambio anatómico experimentado por *Homo erectus* supuso una pérdida de superficie dental del 21%, a pesar del aumento de tamaño corporal. Esta es la mayor reducción en el tamaño de los dientes en seis millones de años de evolución humana. Además, *Homo erectus* muestra cambios anatómicos que indican una reducción de su aparato digestivo, pero un aumento de la capacidad craneal de un 42% en relación a su ancestro. Así pues, solo en unos pocos cientos de miles de años, del aspecto del *Australopiteco* casi se alcanzó la anatomía y capacidad craneana de los *Homo* modernos ¿Por qué?

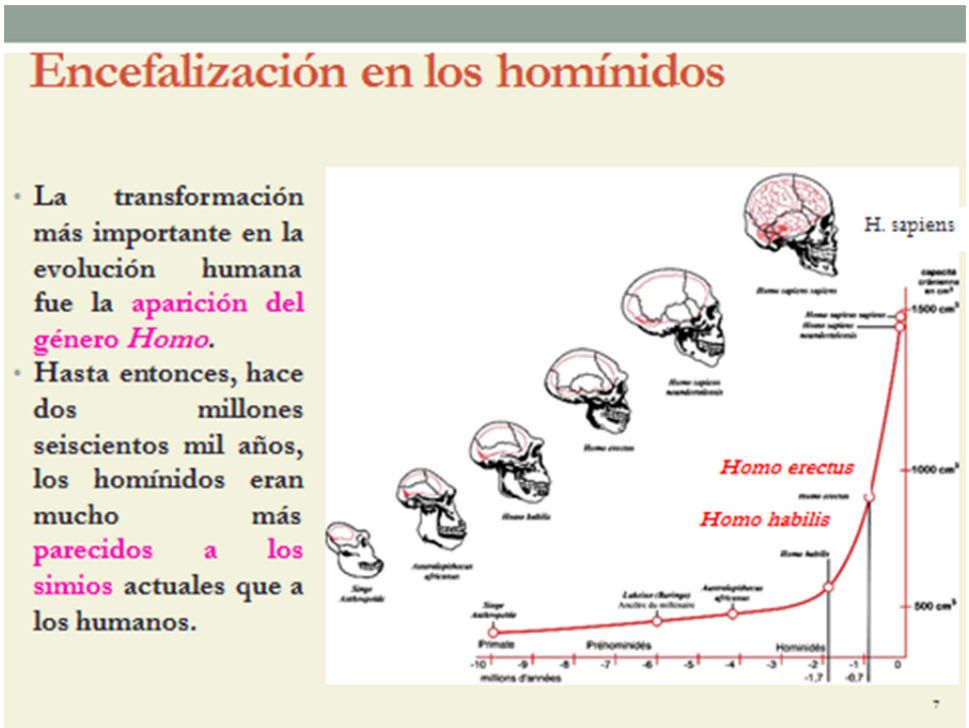

Figura 1. *Homo habilis vive en el Zoo, pero Homo erectus podría vestirse en Zara. En solo unos pocos cientos de miles de años del aspecto de los Australopitecos se pasó a la anatomía de los Homo ¿Por qué? Además, desde la aparición de Homo habilis se produce un crecimiento del cerebro espectacular. Mucho más rápido que el sucedido hasta entonces.*

De particular importancia para nuestra evolución ha sido el crecimiento espectacular de nuestro cerebro. Es importante tener en cuenta que en su crecimiento el cerebro humano no solo se hizo cuantitativamente diferente del de sus ancestros, sino que también adquirió diferencias cualitativas cruciales. Una de las más importantes puede ser la especialización de áreas dedicadas a procesar el lenguaje. El cerebro es también un órgano necesario para la aparición de la organización social en el reino animal. La necesidad de formación de grupos sociales cohesionados para la supervivencia de nuestros ancestros pudo constituir una fuerza evolutiva que estimuló el crecimiento cerebral.

Figura 2. *Se muestran círculos de área proporcional a la de los volúmenes de los cerebros de diversos primates. Sobresale la enorme desproporción del cerebro humano frente a la de otros simios.*

Figura 3. *Representación de las proporciones entre las áreas de los córtex cerebrales de algunos primates. El área del córtex cerebral humano es unas cuatro veces superior a la del primate genéticamente más relacionado con nuestra especie, el chimpancé.*

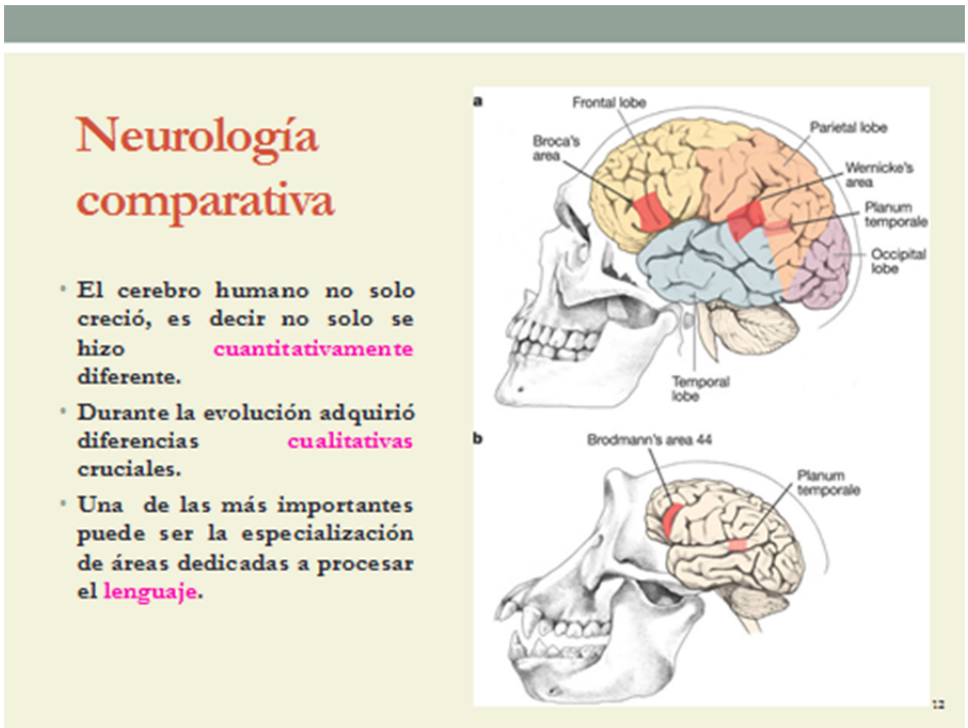

Figura 4. *El crecimiento del cerebro durante la evolución humana vino acompañado del desarrollo de áreas cerebrales especializadas en determinadas tareas cognitivas, como la adquisición y el empleo del lenguaje.*

Pero el cerebro es un órgano muy costoso y consume una gran cantidad de energía. De hecho, el cerebro humano consume el 25% de las calorías del metabolismo basal adulto, lo que supone una media de nueve veces la energía del resto de los órganos. En el caso de los bebés, el cerebro consume el 75% de la energía corporal. Este elevado coste debe ser compensado por las ventajas que un cerebro mayor confiera, a menos que exista un modo de conseguir fácilmente la energía extra necesaria para mantener un órgano metabólicamente tan costoso (a pesar de lo cual a tantos les valga de tan poco).

¿Cómo pagamos por el coste de nuestro cerebro, aunque no lo usemos? Estudios anatómicos y fisiológicos han demostrado que el coste energético global de un organismo de una talla determinada es constante. Esto implica que si dos animales del mismo peso poseen órganos de distinta talla, el aumento del coste metabólico de los mayores debe ser compensado por la disminución del coste de los menores. En otras palabras, el aumento de la talla del cerebro y de su coste energético tuvo que ser compensado por una disminución similar en el coste de otro órgano.

¿Cuál de nuestros órganos ha disminuido de tamaño a lo largo de nuestra evolución, a medida que el cerebro ha ido aumentando el suyo? La sorprende respuesta es: el sistema

digestivo, es decir, precisamente el tamaño del sistema encargado de extraer energía de los alimentos ha disminuido mientras que el de un órgano que necesita más energía ha aumentado. ¿Cómo y por qué puede haber sucedido esto?

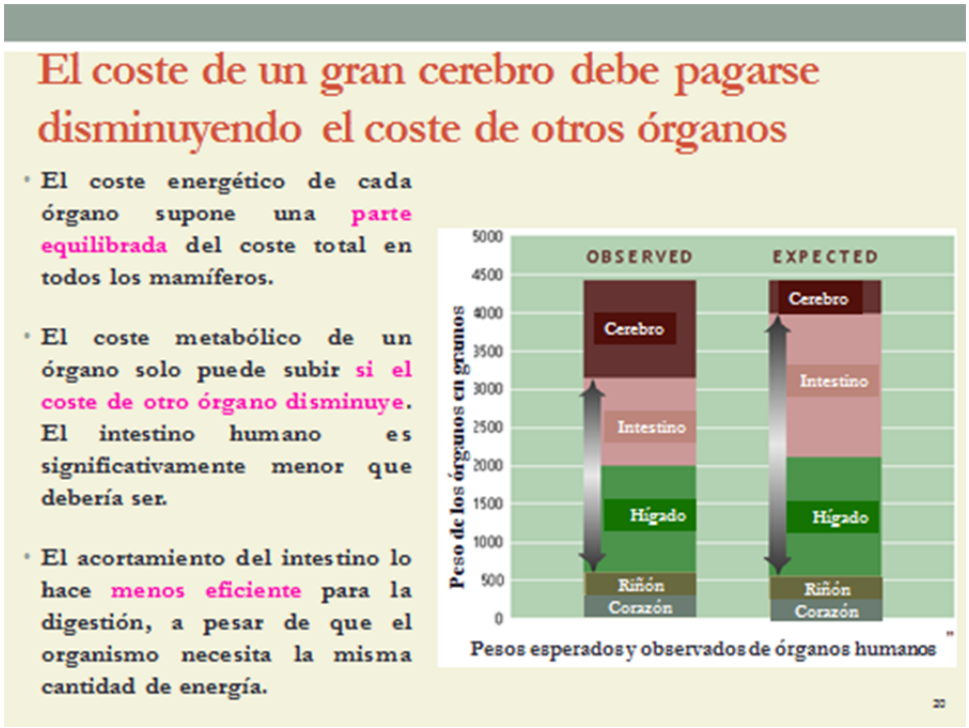

Figura 5. *De acuerdo a la anatomía y talla humana, en comparación con otros animales, el peso esperado de nuestros órganos sería el mostrado en la barra de la derecha. Sin embargo, el cerebro humano posee un peso mucho mayor del esperado, mientras que el sistema digestivo posee un peso mucho menor, cuya disminución compensa casi exactamente el superior peso del cerebro.*

Cambio de dieta

Una posible explicación puede residir en el cambio desde una dieta vegetariana a otra carnívora. Contamos con numerosas evidencias a favor de que nuestros ancestros se convirtieron en cazadores y pescadores, lo que aceleró ciertos cambios de nuestra anatomía. Por ejemplo, la pérdida del pelo corporal fue posiblemente un mecanismo adaptativo para evacuar el calor generado al correr grandes distancias en busca de carroña o persiguiendo una presa. Sea como fuere, en la actualidad, más de la mitad de las calorías de nuestra dieta provienen de la carne o el pescado, lo que no era el caso con los *Australopitecos*, ni lo es hoy con el chimpancé u otros grandes simios.

No obstante, un serio problema planteado por esta hipótesis es que la evolución de nuestra anatomía no es coherente con el cambio hacia una dieta carnívora. Los animales carnívoros poseen enormes dientes para capturar las presas y desgarrar y masticar la carne: los han desarrollado a lo largo de su evolución. Sin embargo, desde los *Australopitecos* al *Homo erectus*, nuestra evolución ha ido en sentido contrario: el tamaño de nuestras mandíbulas y dentadura ha disminuido, a pesar de aumentar la ingesta de carne.

Figura 6. *Nuestra dentadura no está adaptada a una dieta canívora a pesar de que hoy conseguimos el 50% de las calorías de la carne.*

Además, la talla de nuestro sistema digestivo es solo el 60% de lo que tendría que ser para un primate de nuestro tamaño. Esta disminución no se explica solo por el cambio de dieta herbívora a carnívora (los carnívoros poseen, en general, tubos digestivos más cortos que los herbívoros), ya que nuestro aparato digestivo no está adaptado completamente a la dieta carnívora y tenemos dificultades para digerir carne cruda. Nuestro proceso de digestión también difiere del de los animales carnívoros. En estos animales, la carne permanece en el estómago durante varias horas, donde es digerida por fuertes ácidos antes de pasar al intestino delgado. En nuestro caso, los alimentos solo permanecen en el estómago de una a dos horas. Además, buena parte de nuestra dieta sigue siendo herbívora. Nuestro metabolismo no está adaptado a una dieta muy rica en proteínas, que resulta tóxica a la larga. Necesitamos carbohidratos y grasas vegetales. Estas evidencias indican que nuestros tubos digestivos no

disminuyeron exclusivamente por un cambio de dieta de herbívora a carnívora, que no se produjo completamente. De nuevo debemos preguntarnos: ¿Por qué?

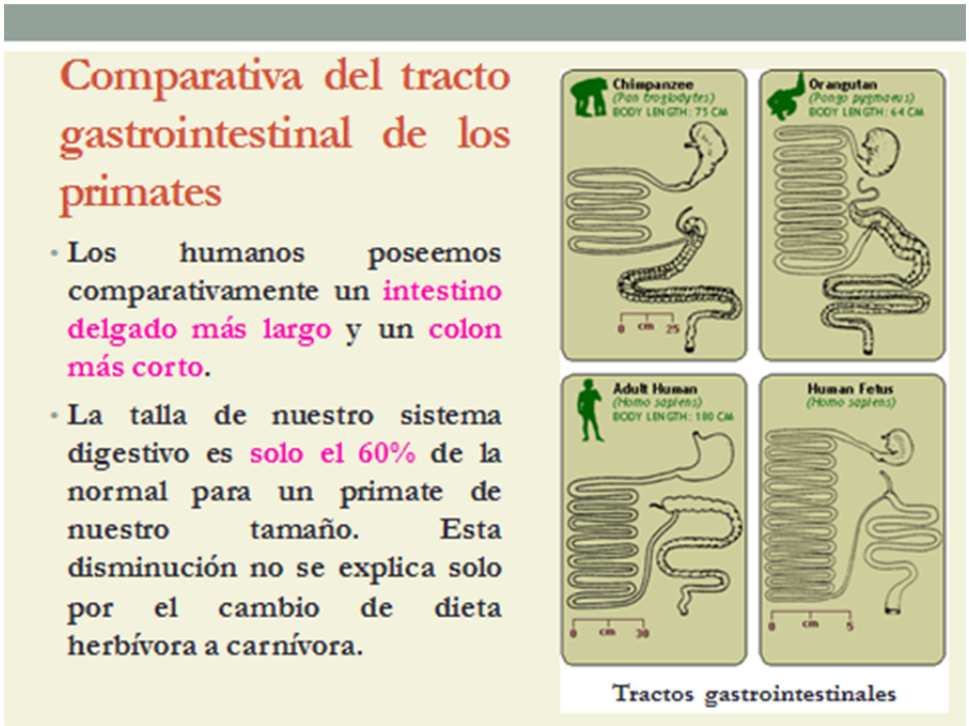

Figura 7. *La talla del sistema digestivo humano es mucho menor de la esperada para un primate de su talla. Aunque el cambio a una dieta más rica en carne sufrido a lo largo de la evolución puede haber ejercido alguna influencia en esta reducción, no parece ser capaz de explicarla (ver texto).*

Quizá lo que ha permitido que incrementemos el consumo de carne, al mismo tiempo que nuestras mandíbulas y sistema digestivo disminuían de tamaño a lo largo de nuestra evolución, ha sido el uso del fuego para cocinar los alimentos. ¿Con qué evidencias contamos a este respecto?

El nacimiento del fuego

¿Cuándo comenzó el fuego a ser usado por nuestros ancestros? La primera evidencia fósil de alimentos asados data de hace 1,9 millones de años (cuando surgió el *Homo erectus*). Sin embargo, para influir en el curso de la evolución, el fuego debe impactar en el éxito de la transmisión de los genes a las siguientes generaciones, es decir, debe ejercer un efecto no solo cultural, sino biológico.

Además de la mayor seguridad frente a predadores proporcionada por el fuego, que ayudó también a la expansión de nuestra especie, un importante factor biológico podría ser

que el fuego facilitara la digestibilidad de los alimentos cocinados y aumentase el número de calorías y nutrientes útiles extraídos de los mismos. Pero, ¿es esto cierto? El cocinado de los alimentos, ¿es necesario o es solo un factor cultural, innecesario para nuestra supervivencia? ¿Podemos los humanos sobrevivir a base de una dieta de alimentos crudos?

En busca de la cruda realidad

Un experimento llevado a cabo en 2006 sugiere que los humanos necesitamos alimentos cocinados. En este experimento, se intentó comprobar si una dieta "ancestral" ayudaba a restaurar niveles adecuados de colesterol y presión sanguínea. Nueve voluntarios vivieron en el Zoo por 12 días donde se les hizo ingerir una dieta similar a la proporcionada a chimpancés y gorilas, que en todo caso no estaba diseñada para perder peso. Se pretendía así comprobar si la dieta "ancestral" corregía parámetros fisiológicos sin necesidad de perder peso. Los resultados indicaron que, en efecto, los niveles de colesterol descendieron un 20% y la presión sanguínea se normalizó. Pero, inesperadamente, los sujetos perdieron peso (370 g/día, un total de 4,4 kg en los 12 días). Las calorías aprovechadas no fueron las supuestas. Los humanos modernos no éramos capaces de extraer adecuadamente todas las calorías de la dieta "ancestral".

Otros estudios realizados con personas alimentadas con dietas de alimentos crudos, en particular el estudio alemán Giessen, han concluido que este tipo de dietas no puede asegurar un adecuado aporte calórico y que, además, afecta negativamente a las funciones fisiológicas. La mitad de las mujeres que participaron en el estudio y que ingirieron una dieta de alimentos crudos dejaron de menstruar. El cese de la menstruación es un mecanismo fisiológico para evitar embarazos en condiciones de hambruna que no podrían llegar a término y que, además, serían una amenaza para la vida de la madre. Se ha comprobado igualmente que las dietas a base de alimentos crudos también disminuyen la libido en los hombres. Sin duda una dieta cruda no favorece, por consiguiente, la transmisión de los genes a la siguiente generación.

Cocinando ventajas

¿Es el cocinado de los alimentos lo que permite un mayor aprovechamiento energético? Veamos. Se ha comprobado que los alimentos cocinados se digieren mejor. Además, la energía que debe invertirse en el proceso de digestión, en la producción de enzimas digestivos, etc., es menor que con los alimentos crudos. De esta forma, el balance energético neto es superior, lo que favorece la supervivencia y capacidad reproductiva de animales con

menores tubos digestivos, que emplean menos energía metabólica en mantenerlo para digerir los alimentos y pueden así emplearla en el crecimiento del cerebro.

¿Por qué mecanismos el cocinado de los alimentos conseguiría una digestión más fácil y un mayor aprovechamiento energético? En este punto, la bioquímica resulta de ayuda para dilucidar los efectos del fuego y de la temperatura elevada sobre los alimentos. Se ha comprobado en el laboratorio que el cocinado de los alimentos gelatiniza el almidón.

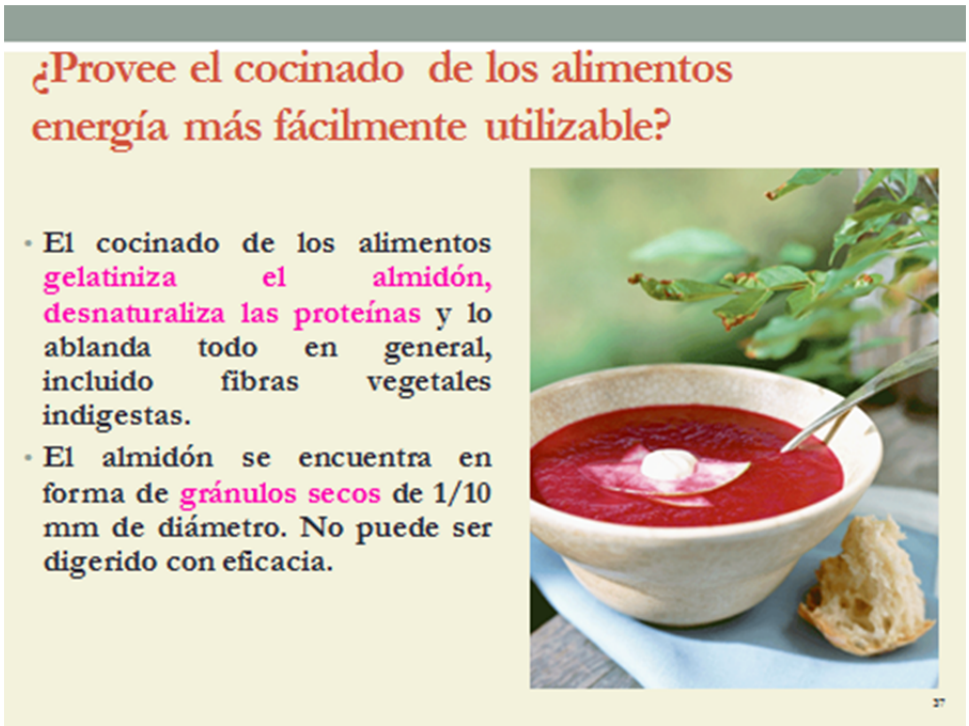

Figura 8. *El cocinado de los alimentos vegetales gelatiniza y fragmenta los granos de almidón que contienen, lo que facilita su digestibilidad y la extracción de calorías de dichos alimentos.*

El almidón es la forma en que los vegetales almacenan el exceso de glucosa generada, en largas y enredadas cadenas de moléculas de glucosa unidas entre sí, que deben ser separadas de estas cadenas antes de poder ser utilizadas como fuente de energía. El almidón de los vegetales se encuentra normalmente en forma de gránulos secos de 0,1 mm de diámetro que no pueden ser digeridos con eficacia, ya que las enzimas digestivas no pueden penetrar en su interior. Sin embargo, al calentar el almidón en presencia de agua, esta puede penetrar en su interior y los gránulos secos se hinchan y se convierten en una especie de gelatina. Además, cuando la temperatura alcanza los 90ºC, los gránulos se fragmentan. Ambos procesos

permiten un mejor acceso de las enzimas digestivas tanto a la superficie como al interior de los gránulos. En efecto, los estudios realizados indican que más del 95% del almidón cocinado de la mayoría de los alimentos es digerido en el intestino delgado. Sin embargo, este porcentaje se ve reducido a alrededor del 50% en el caso de almidón crudo. Así pues, la cantidad de calorías extraídas del almidón vegetal casi se duplica mediante el cocinado. En tiempos en los que conseguir alimentos era mucho más difícil que ahora, no cabe duda que el empleo del fuego para cocinarlos confirió una ventaja nutricional importante.

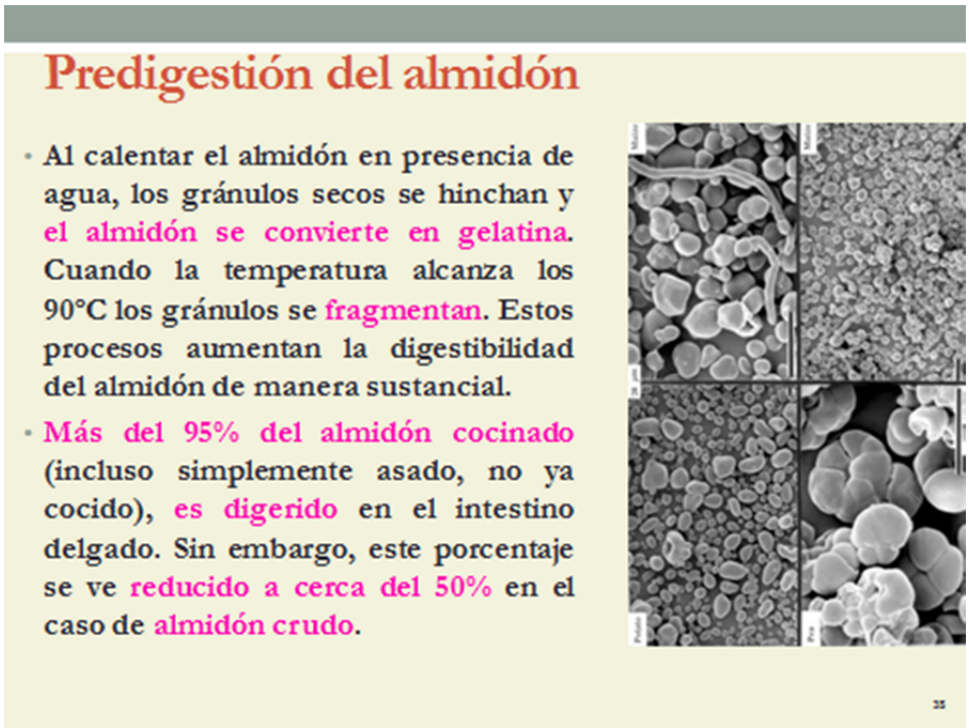

Figura 9. *Se muestran fotografías de gránulos de almidón de diversos alimentos. Estos gránulos son gelatinizados y fragmentados durante el cocinado de los alimentos, lo que duplica la cantidad de calorías que puede extraerse de ellos en el proceso de la digestión.*

Pero los efectos de una elevada temperatura sobre los nutrientes no se limitan al almidón. Las proteínas también se ven modificadas de manera muy importante, ya que son desnaturalizadas por la acción del calor. Algunos de los efectos de la desnaturalización de las proteínas pueden observarse al comparar un huevo crudo con un huevo bien cocido. En este último, la desnaturalización de las proteínas las ha convertido en insolubles y se produce una solidificación de los contenidos del mismo. No obstante, la desnaturalización favorece la digestión proteica. La proteína de los huevos cocinados es digerida entre un 91% y un 94%. Sin embargo, la proteína de huevos crudos solo es digerida un 60%. De nuevo, el cocinado de

alimentos ricos en proteínas, incluida la carne, aumenta la cantidad de calorías útiles que se extraen en su digestión.

***Figura 10**. El cocinado de los alimentos desnaturaliza las proteínas, es decir, les hace perder su forma nativa con lo que se aumenta igualmente su digestibilidad.*

Además de los cambios inducidos a nivel molecular, el cocinado de los alimentos modifica la consistencia de los mismos y consigue que sean más tiernos y más fáciles de masticar, algo altamente apreciado por todas las culturas humanas. Enternecer los alimentos mediante su cocinado es un proceso favorecido por las altas temperaturas que ayuda a la digestión. El enternecimiento disminuye la energía necesaria para masticar los alimentos y también facilita su digestión enzimática completa.

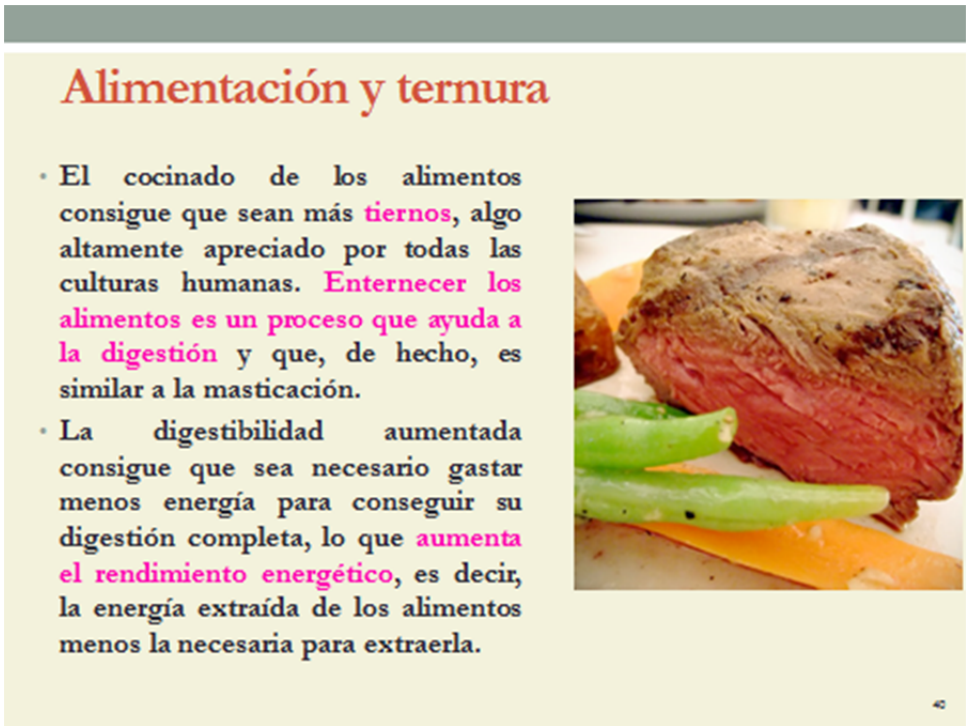

Figura 11. *En el caso de la carne, el calor es particularmente importante para conseguir hacerla más tierna, ya que afecta a las proteínas que le confieren solidez: las proteínas del tejido conectivo, en particular el colágeno. El colágeno es una proteína fibrosa que tiene una extraordinaria rigidez mecánica y forma parte de los tendones y tejido que envuelve a las fibras musculares. El calor, sin embargo, la convierte en gelatina, una proteína fácilmente digerible.*

Un experimento que ilustra muy bien la importancia de los alimentos tiernos fue realizado por el grupo de investigación dirigido por el Dr. Kyoko Oka. Estos investigadores criaron ratas bajo dos regímenes diferentes. En el primero, los animales eran alimentados con pienso clásico, consistente en pastillas cilíndricas de alimento fuertemente empaquetado que los animales se ven forzados a roer para poder ingerir. En el segundo de estos regímenes, los animales eran alimentados con el mismo pienso esponjado con aire, de manera que era sustancialmente más fácil de roer y de masticar. En ambos casos la cantidad de alimento ingerida y el ejercicio físico realizado fueron idénticos. Los resultados son cuando menos sorprendentes. Las ratas alimentadas con pienso esponjado crecieron más deprisa; de adultas fueron un 6% más pesadas y su contenido en grasa abdominal fue un 30% superior. Puesto que la cantidad de alimento ingerido fue la misma en ambos regímenes, la razón de estas diferencias se encontró en el coste de la digestión. Los animales alimentados con pienso esponjado necesitaban gastar menos energía en roerlo, masticarlo y digerirlo. Esta diferencia, a lo largo de los meses, se acumuló en forma de grasa, convirtiendo a los animales de

laboratorio en obesos. La obesidad no se hubiera probablemente desarrollado en un ambiente natural. Al contrario, el aumento de las calorías útiles extraídas de los alimentos hubiera podido afectar positivamente a la frecuencia de transmisión génica a las siguientes generaciones.

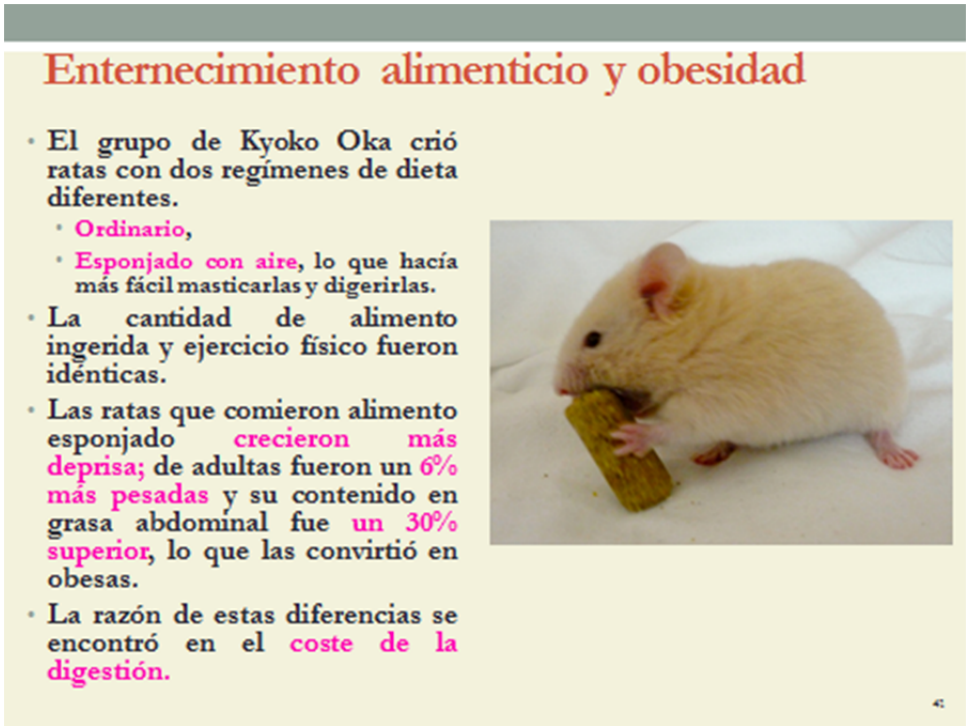

Figura 12. *El esponjado con aire de los piensos animales reduce la cantidad de energía necesaria para masticarlos y digerirlos, y aumenta su balance energético neto, es decir, la energía que se extrae de los mismos menos la necesaria para masticarlos y digerirlos. Este tipo de experimentos sugieren que cualquier modificación física o química de los alimentos que aumente su balance energético ha podido resultar beneficiosa para la supervivencia en un mundo muy competitivo.*

Así pues, los datos anteriores indican que los humanos no solo extraemos más calorías de los alimentos cocinados, sino que, además, hemos disminuido el coste energético de su digestión. Por esta razón, el cocinado de los alimentos pudo proporcionar una ventaja energética importante que permitió engendrar y alimentar a más hijos y transmitir más frecuentemente los genes a las siguientes generaciones. También permitió un crecimiento rápido de un órgano costoso, como el cerebro, al posibilitar igualmente disminuir el coste de nuestro sistema digestivo. Esto supuso una oportunidad evolutiva importante para nuestra especie.

¿Por qué nos gusta más asado?

Pero aunque el cocinado de los alimentos supusiera una oportunidad evolutiva, las oportunidades pueden aprovecharse o no, dependiendo de si estamos o no preparados para ellas. ¿Realmente nuestros ancestros prefirieron los alimentos asados a los crudos cuando comenzaron a controlar el fuego?, es decir, ¿aprovecharon la oportunidad evolutiva que el fuego ofrecía?

No podemos responder directamente a esta pregunta, pero tal vez podamos responderla de manera indirecta. Estudios realizados en Zoos de varios países indican que los primates prefieren los alimentos cocinados a los crudos. Aunque asar o no una manzana o un boniato puede resultarles indiferente, todos los primates prefieren las zanahorias y las patatas cocinadas y, en particular, la carne. De hecho, esta preferencia sucede también en la naturaleza y, en algunos casos, los chimpancés aprovechan fuegos naturales para comer alimentos, por ejemplo alguna semilla, que nunca comen crudas. Así pues, la preferencia actual que los simios más relacionados con nosotros muestran por los alimentos cocinados sugiere que esta preferencia también era compartida por nuestros ancestros cuando comenzaron a utilizar el fuego.

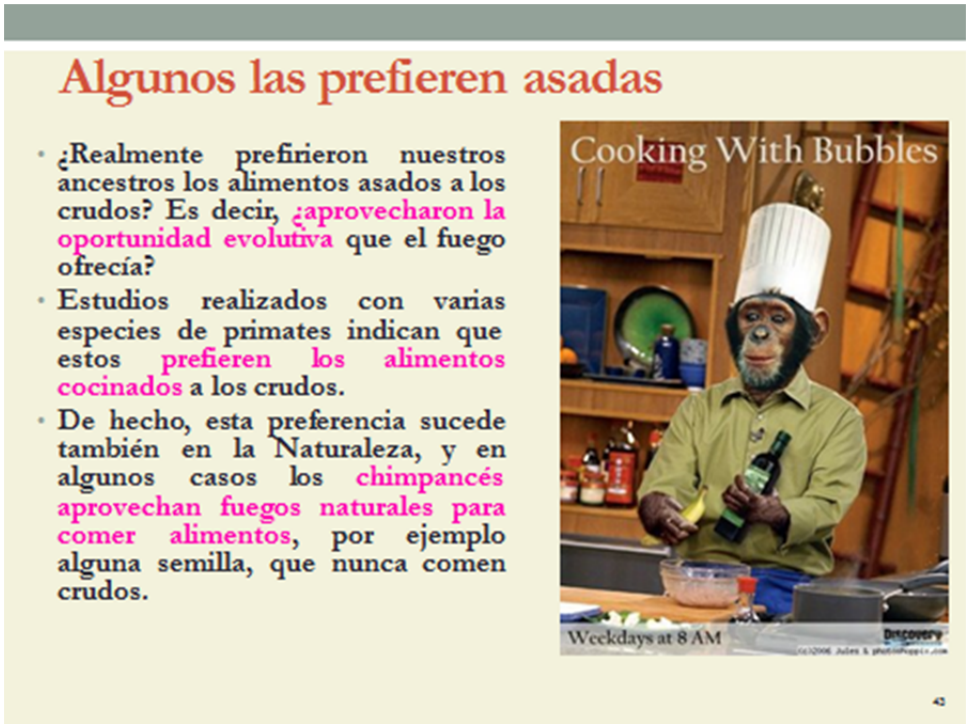

Figura 13. *Los primates en los Zoos prefieren los alimentos cocinados. Algunos chimpancés aprovechan fuegos naturales para, una vez extinguido el fuego, buscar y comer semillas "cocinadas" que nunca comen crudas. Al parecer la preferencia por los alimentos cocinados es algo natural, aunque pueda resultar paradójico.*

¿Cuál puede ser la razón de esta preferencia? Probablemente la respuesta radique en la capacidad de muchos seres vivos para identificar alimentos con mayor contenido energético, o más fáciles de digerir, a través del sentido del gusto. De nuevo el cerebro tiene mucho que ver en esto. Estudios de imagen cerebral indican que determinadas regiones del cerebro están dedicadas al análisis de no solo los sabores sino otras propiedades de los alimentos, como la textura, que son utilizadas para tomar decisiones sobre qué comer. La modificación conferida a los alimentos por el cocinado de los mismos indica al cerebro que dichos alimentos son más apetecibles y convenientes que los alimentos crudos. Esa es la razón por la que nuestros ancestros prefirieron cocinar los alimentos en cuanto consiguieron controlar el fuego.

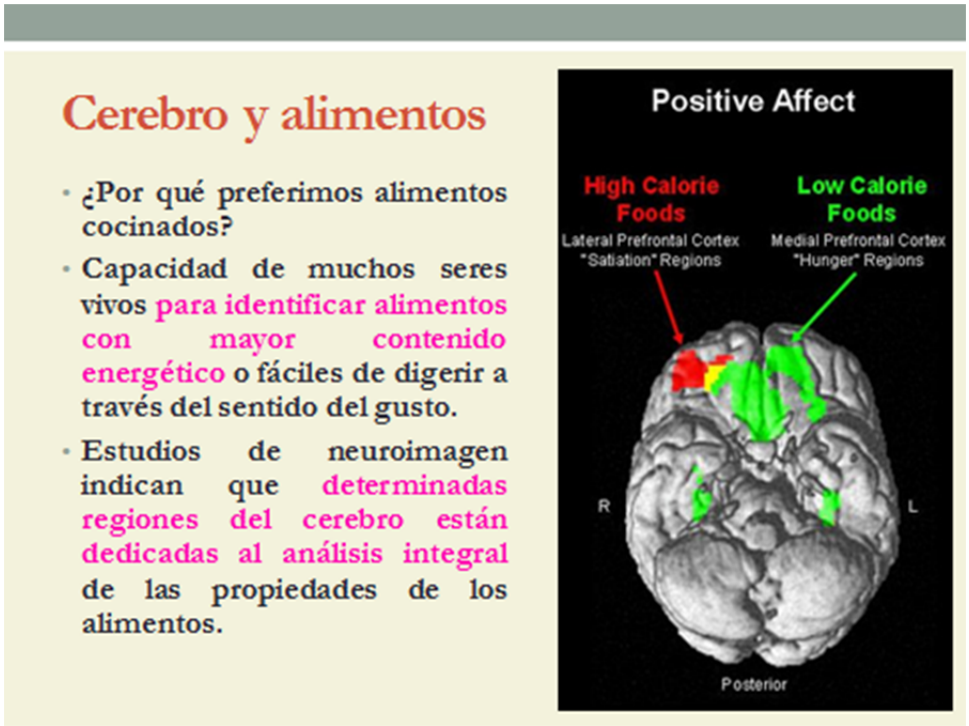

Figura 14. *Nuestro cerebro y el de otros animales parece estar adaptado a identificar alimentos con mayor contenido energético, y más digeribles. Esto ha quedado demostrado en recientes estudios de neuroimagen.*

Genes, mutaciones y tiempo

Otras preguntas pertinentes son: ¿ha habido suficiente tiempo desde que nuestros ancestros comenzaron a utilizar el fuego como para afectar las variantes génicas transmitidas con más frecuencia de generación en generación? ¿Son estas variantes génicas tan efectivas

como para permitir un rápido crecimiento del cerebro? Algunos ejemplos pueden tal vez ayudar a responder estas preguntas.

La microcefalia es una enfermedad genética con una incidencia de entre 4 a 40 casos por millón de nacimientos en los países occidentales. Como su nombre indica, esta enfermedad se caracteriza por un cerebro mucho menor que el normal. La reducción en la talla del cerebro llega a ser del 70% (un porcentaje rara vez alcanzado en las rebajas), lo que viene acompañado, como es de esperar, por un retraso mental significativo.

En el año 2002, mediante el estudio de familias con casos de microcefalia, se identificó un gen que, de ser defectuoso, causa dicha enfermedad. Este gen se denomina ASPM y produce una proteína involucrada en la reproducción neuronal durante el desarrollo del embrión. Esta función es compatible con un efecto sobre el tamaño del cerebro, puesto que si las neuronas no pueden reproducirse con normalidad cuando deben hacerlo, es de esperar que el cerebro acabe por ser de menor tamaño.

Figura 15. *Mutaciones en diversos genes causan una enfermedad llanada microcefalia. Estos mismos genes pudieron sufrir mutaciones a lo largo de la evolución de nuestra especie que permitieron un rápido crecimiento del cerebro, ayudado por la mayor disponibilidad de nutrientres capacitada por el cocinado de los alimentos.*

Pero, puesto que este gen es tan importante para la talla del cerebro humano, también pudiera ser que estuviera involucrado en el crecimiento cerebral que ocurrió durante la evolución humana. Para comprobar esto, se realizan estudios que comparan la secuencia del ADN del gen humano con la de especies cercanas a la nuestra. Se analizan así las mutaciones, las diferencias entre unos genes y otros, para comprobar si la especie humana posee mutaciones únicas que se habrían seleccionado favorablemente a lo largo de su evolución.

Este análisis indica que el gen ASPM ha sido uno de los responsables del descomunal crecimiento cerebral a lo largo de la evolución humana. El gen ASPM humano es significativamente más diferente de los genes del chimpancé o del orangután que lo son otros genes comunes entre esas especies y la nuestra, signo inequívoco de que las mutaciones en este gen han sido favorablemente seleccionadas.

Otro gen relacionado con la microcefalia que también muestra fuertes signos de selección positiva es el gen MCPH1. Una variante de este gen que se cree surgió hace solo 37.000 años se ha diseminado intensamente por la población humana, lo que indica una fuerte presión de selección positiva y demuestra que algunos cambios genéticos ventajosos pueden ser rápidamente seleccionados en tiempos muy cortos a la escala evolutiva.

Un ejemplo de una mutación genética rápidamente seleccionada en nuestra especie por los beneficios que reporta es la ocurrida en el gen que permite digerir la leche a los adultos. Para ser digeridos y absorbidos correctamente en el intestino, los disacáridos necesitan ser separados en sus monosacáridos correspondientes. En el caso del disacárido de la leche, la lactosa, es el enzima lactasa la que actúa.

Los enzimas digestivos son proteínas, y como todas las proteínas están producidas por la acción de genes concretos. La acción de los genes consume energía, por lo que a lo largo de los cientos de millones de años de evolución, los animales han aprendido a no tener en funcionamiento más que los genes que necesitan en un momento dado de sus vidas, y a “apagar” aquellos que no son necesarios. En el caso del gen de la lactasa, los mamíferos lo “apagan” en el momento del destete, es decir, cuando pasan a alimentarse con una dieta adulta.

En el caso de los humanos intolerantes a la leche, el gen de la lactasa deja de funcionar sobre la edad de cuatro años. Sin embargo, muchos de nosotros nos beneficiamos de una

mutación en este gen que consigue que no se “apague” y continúe funcionando durante toda la vida, lo que permite seguir tomando leche.

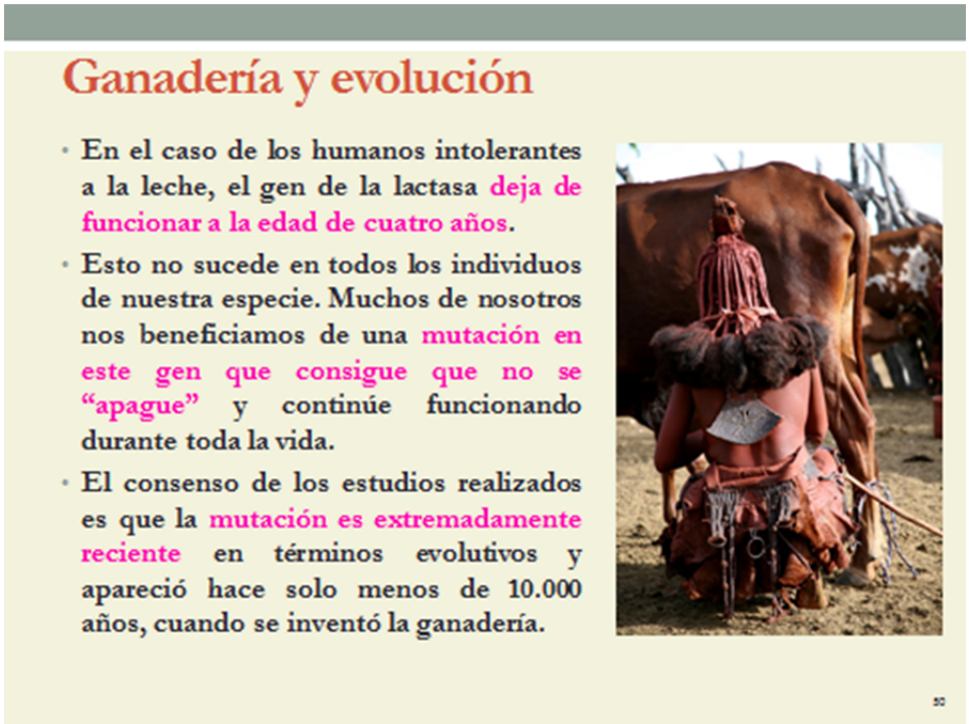

Figura 16. *La mutación en el gen de la lactasa que permite a los adultos seguir digiriendo la leche solo apareció junto con el desarrollo de la ganadería, es decir, muy recientemente en nuestra historia evolutiva, pero ha sido seleccionado positivamente y se ha expandido por gran parte de la población humana.*

Los científicos interesados en la evolución humana han intentado establecer cuándo apareció esta mutación en el gen de la lactasa, que suponen ligada al desarrollo de la ganadería. Algunos estudios argumentan que la mutación apareció en lo que hoy es Suecia, hace unos seis mil años. Otros concluyen que la mutación apareció en el Oriente Medio unos quinientos años antes. En cualquier caso, el consenso es que la mutación es extremadamente reciente en términos evolutivos, a pesar de lo cual está muy extendida en la población humana, por los beneficios que aporta.

Otro gen cuya mutación fue seleccionada positivamente en toda la población humana es el gen FOXP2. Este gen participa en el desarrollo neuronal, particularmente en las áreas relacionadas con el lenguaje. El linaje humano posee dos cambios en la secuencia del gen con

respecto a los grandes simios. Estas mutaciones crearon una variante génica que ha sufrido una intensa selección positiva y ha remplazado por completo a la variante original. De hecho, la variante humana es más diferente de la de los chimpancés y gorilas que la de estos con el ratón. En otras palabras, la relación génica más cercana, en este caso, sucede entre ratones y chimpancés, no entre chimpancés y humanos.

Estos y otros estudios apoyan la idea de que, cuando las condiciones lo permiten, variantes génicas que podrían ser incluso perjudiciales (como las que mantienen un gen siempre "encendido", o causan un crecimiento cerebral insostenible), pueden convertirse en beneficiosas. Una variante génica que incremente la talla del cerebro tras el nacimiento en un entorno donde no haya alimento suficiente para sostener dicho crecimiento puede ser perjudicial. Pero una variante génica que permita crecer al cerebro más deprisa una vez nacidos puede ser beneficiosa en un entorno con suficiente energía y alimento adecuado.

En conclusión, desde que el ser humano comenzó a dominar el fuego ha habido tiempo más que suficiente para que aparecieran variantes génicas que, en el nuevo entorno alimenticio proporcionado por el cocinado de los alimentos, han podido extenderse rápidamente por toda la población humana. Estas variantes génicas han podido influir no solo en el crecimiento del cerebro, sino también en la especialización de ciertas áreas cognitivas del mismo, como la implicada en el lenguaje.

Evolución social

Igualmente, el fuego pudo espolear cambios sociales. Un ser inteligente, solo, no suma mucho. La inteligencia es mucho más útil en sociedad. El cocinado de los alimentos pudo inducir profundos cambios en la organización social de nuestros ancestros, que influyeron en nuestra evolución. Estos cambios pueden ser causados por cambios en la longevidad, posibilitados por un mayor acceso a alimentos digeribles y tiernos. Esto pudo permitir un incremento de la presencia de los abuelos en la organización social, con un aporte de experiencia mayor entre generaciones que favoreció nuestra supervivencia.

El cocinado de los alimentos pudo también acortar la edad de destete, posibilitando una mayor fertilidad femenina y familias más numerosas. La mayor dedicación demandada a las mujeres para el cuidado de sus más numerosos hijos pudo afectar a la división de tareas en el hogar. Los hombres se dedicaron a conseguir alimento y a proteger a la familia, y las mujeres a cuidar los hijos, a mantener el fuego y a cocinar. Esta organización de la unidad familiar sigue estando presente aún hoy, aun cuando ya no es necesaria.

Otro posible efecto del fuego pudo ser la selección evolutiva de individuos más sociables y tolerantes con los demás, característica que hoy sabemos también depende de algunos genes. Esta tolerancia era necesaria para compartir un espacio reducido alrededor del fuego. Aquellos individuos intolerantes o demasiado agresivos pudieron resultar excluidos socialmente, lo que impactaría en su éxito reproductivo. Este fenómeno pudo, a su vez, impactar en la cohesión social y en el tamaño de los clanes humanos.

Por último, cocinar los alimentos no solo pudo afectar al crecimiento del cerebro, sino que pudo permitir más tiempo para usarlo en otras tareas que no fueran conseguir comida. Tal vez el nacimiento del arte y de otras formas de cultura fueron posibles solo por los beneficios proporcionados por el cocinado de los alimentos. En resumen, es posible que seamos humanos gracias a que nuestros ancestros aprendieron a cocinar, lo que acabó "cocinándonos" a nosotros mismos.

Bibliografía

Wrangham, R. 2009. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. New York. Basic Books.

Itan Y., Powell. A., Beaumont, M.A., Burger, J. and Thomas MG. 2009. The origins of lactase persistence in Europe. *PLoS Comput Biol. Aug;5(8):e1000491.*

Bradley, B.J. 2008. Reconstructing phylogenies and phenotypes: a molecular view of human evolution. *J Anat. 212:337-53.*

Bond, J. and Woods, C.G. 2006. Cytoskeletal genes regulating brain size. *Curr Opin Cell Biol. 18:95-101.*

Kang, C. and Drayna, D. 2011. Genetics of speech and language disorders. *Annu Rev Genomics Hum Genet. 12:145-64.*

Luca, F., Perry, G.H., Di Rienzo, A. 2010. Evolutionary adaptations to dietary changes. *Annu Rev Nutr. 30:291-314.*